

УДК 556.166:556.16:556.06:556.114

УКПП

№ держреєстрації 0117U002424

Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет
(ОДЕКУ)

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15; тел./факс (0482)63-62-09



С.М. Степаненко

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ДНІПРА В
УМОВАХ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТУ
(остаточний)

Частина 1

Науковий керівник НДР

д-р геогр. наук, проф., академік АН ВШ

Є.Д. Гопченко

11.12.2019

2019

Рукопис закінчено 10 грудня 2019 р

Результати роботи розглянуто Вченою (науково-технічною) радою ОДЕКУ,
протокол від 19 грудня 2019 р. № 6

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
Пров. наук. співроб.
д-р геогр. наук, професор,
академік АН ВШ України


(підпис)

10.12.2019

Є.Д. Гопченко
(вступ; розділи 1, 3;
підрозділи 1.1, 1.3, 4.1.1, 4.2;
висновки)

Відповідальний виконавець:
Пров. наук. співроб.
д-р геогр. наук, професор


(підпис)

10.12.2019

Ж.Р. Шакірзанова
(вступ; розділ 1, 2, 5, 6;
підрозділи 1.4, 2.1, 3.6, 5.1.1,
5.1.2, 5.1.5, 5.2, 5.2.4, 5.2.4.4, 5.3,
5.3.1; 6.2, 6.2.2, 6.7, 6.7.1,
висновки)

Основні виконавці:

Старш. наук. співроб.,
д-р геогр. наук, доцент


(підпис)

10.12.2019

В.А. Овчарук
(вступ; розділ 1, 3, 4; підрозділи
1.2, 1.3, 3.2, 4.3, 4.4; висновки;
додаток И)

Старш. наук. співроб.,
канд. геогр. наук, доцент


(підпис)

10.12.2019

М.С. Даус
(розділ 7; підрозділи 7.1.1, 7.2.1-
7.2.3, 7.3, 7.4, 7.5, висновки;
додатки Т, У, Ф, Х)

Старш. наук. співроб.,
канд. геогр. наук, доцент


(підпис)

10.12.2019

Н.С. Кічук
(підрозділи 7.1.2, 7.2.5, 7.3, 7.4,
7.5.2; додаток Ф)

Старш. наук. співроб.,
канд. геогр. наук, доцент


(підпис)

10.12.2019

М.Є. Романчук
(підрозділи 7.1.3, 7.2.4, 7.3, 7.4,
7.5.2; додаток Х)

Старш. наук. співроб.,
канд. геогр. наук


(підпис)

10.12.2019

М.В. Гопцій
(підрозділи 2.7, 2.8.1, 3.3,
3.4, 4.1.3, 4.1.4;
додатки А, В, Г, Е, Ж)

Наук. співроб.


(підпис)

10.12.2019

Н.М. Швець
(підрозділи 2.2, 2.3, 3.3.2, 5.1.3,
5.1.4, 5.2.2, 5.2.4.2, 5.3, 5.3.3,
5.35, 6.1, 6.2.1, 6.4, 6.6, 6.7.2.2,
6.7.3; додатки Б.3, М, П, Р, С)

Наук. співроб.


(підпис)

10.12.2019

З.Ф. Сербова

(підрозділи 2.4, 2.5, 5.1.7, 5.2.3,
5.2.4.3, 5.3, 5.3.2, 5.3.4, 6.3;
6.7.2.1, додатки Б.2, К, Н)

Наук. співроб.,
канд. геогр. наук


(підпис)

10.12.2019

О.І. Тодорова

(підрозділи 2.6, 3.5, 4.1.2, 5.1.8;
додатки Д)

Мол. наук. співроб.


(підпис)

10.12.2019

А.О. Докус

(підрозділи 2.9, 5.1.6, 5.2.1,
5.2.4.1, 5.3.6, 6.5, 6.7.1;
додаток Л)

Мол. наук. співроб.


(підпис)

10.12.2019

Л.В. Кущенко

(підрозділи 3.1, 4.1.3.1;
додаток Б.1)

Співвиконавці:

Іващенко С.В.


(підпис)

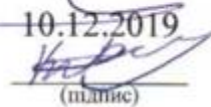
10.12.2019

Шангіна С.В.


(підпис)

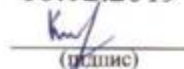
10.12.2019

Максименко К.С.


(підпис)

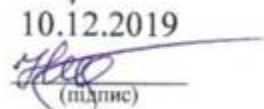
10.12.2019

Кияшко К.К.


(підпис)

10.12.2019

Ніколаєва А.М.


(підпис)

10.12.2019

Тараненко Н.С.


(підпис)

10.12.2019

Фрегіна А.В.


(підпис)

10.12.2019

Нормоконтролер


(підпис)

С.В. Малацьковська

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 754 с., 48 табл., 112 рис., 19 дод., 376 джерела.

ВЕСНЯНЕ ВОДОПІЛЛЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК, ЗМІНИ КЛІМАТУ, ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ

Об'єкт дослідження – гідрологічний і гіdroхімічний режими річок басейну Дніпра (у межах України).

Мета роботи – розробка теоретичної бази та обґрунтування параметрів для розрахункової і прогнозової методики для визначення характеристик максимального стоку водопіль рівнинних річок рідкісної і прогностичної ймовірності перевищення та її практичної реалізації в басейні Дніпра з урахуванням змін клімату та можливих гідрологічних ризиків; проведення аналізу сучасного гіdroхімічного режиму у басейні Дніпра у роки і сезони різної водності та екологічної оцінки вод річок.

Методи дослідження - теоретичний аналіз гідрологічних процесів і явищ; географічне узагальнення гідрометеорологічних величин; дискримінантний аналіз при встановленні типу водності весняного водопілля; числові методи при визначенні невимірюваних величин.

Створено єдину модель комплексного територіального довгострокового прогнозування характеристик весняного водопілля; обґрунтовано методичні підходи для визначення й узагальнення розрахункових характеристик весняного водопілля рідкісної ймовірності перевищення, враховуючи обмеженість або відсутність вихідної інформації по стоку річок; проведено екологічну оцінку якості води, встановлено закони розподілу гіdroхімічних показників для можливого їх прогнозування.

На снові отриманих результатів здійснено оцінку територій можливого підтоплення і оцінку ризиків, екологічних ризиків якості води згідно вимог ВРД і ВПД ЄС. Методику впроваджено в Гідрометцентрах, Басейновому управлінні водних ресурсів для оцінки проектних і прогностичних величин.

Умови одержання звіту: за договором. ОДЕКУ, 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

ЗМІСТ

С.

Частина 1

Вступ	15
1 Аналітичний огляд сучасного стану в галузі створених математичних моделей розрахунків та прогнозування весняного стоку рівнинних річок ...	18
1.1 Загальна структура і параметри формул максимального стоку річок ...	19
1.1.1 Структура об'ємних формул максимального стоку, заснованих на геометричній моделі їх гідрографів	19
1.1.2 Спрощені базові формули максимального стоку, засновані на геометричній моделі схилових і руслових гідрографів водопіль (паводків)	21
1.1.3 Структура редукційних формул максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль, заснованих на геометричній моделі їх гідрографів	24
1.1.4 Диференціальне рівняння руслового стоку в редакції А.М. Бефані (1958 р.)	27
1.1.5 Розрахункова база для визначення характеристик максимального стоку річок, які використовуються за рубежом ..	30
1.2 Аналітичний огляд сучасних нормативних документів, що регламентують порядок розрахунку характеристик максимального стоку рівнинних річок України	31
1.2.1 Нормативні документи по розрахунках характеристик максимального стоку річок	31
1.2.2 Рекомендації ВМО щодо розрахунку талого стоку	53
1.2.3 Регіональні методики для розрахунку максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро	56
1.3 Методика, що пропонується для нормування розрахункових характеристик максимальних витрат води весняного водопілля в	

басейні р. Дніпро за відсутності матеріалів безпосередніх спостережень	64
1.4 Огляд математичних моделей для гідрологічного прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок	67
1.4.1 Основні етапи розвитку математичного моделювання у гідрологічних прогнозах	68
1.4.2 Огляд існуючих математичних моделей просторових довгострокових прогнозів максимального тало-дощового стоку	77
2 Фізико-географічні умови формування весняного водопілля в річковому басейні Дніпра	82
2.1 Характеристика району річкового басейну Дніпра згідно вимог Водної Рамкової Директиви ЄС	82
2.1.1 Загальні вимоги	82
2.1.2 Методика гідрографічного районування згідно вимог ВРД ЄС ..	83
2.1.3 Схема гідрографічного районування району річкового басейну Дніпра	85
2.2 Географічне положення річкового басейну р. Дніпро	87
2.3 Рельєф в межах району річкового басейну Дніпра	90
2.4 Характеристика ґрунтового покриву річкового басейну Дніпра	93
2.5 Рослинність річкового басейну Дніпра	99
2.6 Кліматична характеристика річкового басейну Дніпра	103
2.6.1 Загальна характеристика	103
2.6.2 Сучасні кліматичні зміни та їх тенденції	112
2.7 Водний режим весняного водопілля річкового басейну Дніпра	116
2.7.1 Загальна характеристика	116
2.7.2 Аналіз впливу кліматичних змін на формування максимального стоку весняного водопілля	123
2.8 Гідрометеорологічна вивченість у межах річкового басейну Дніпра ...	125
2.8.1 Гідрологічна мережа спостережень	127
2.8.2 Метеорологічна мережа спостережень	130

2.9	Оцінка територій можливого підтоплення річкового басейну Дніпра	134
2.9.1	Водна паводкова Директива ЄС про проведення попередньої оцінки ризиків затоплення для річкових басейнів. для яких існує такий ризик	134
2.9.2	Оцінка гідрологічних ризиків та характеристика зон можливого підтоплення.....	137
3	Статистична обробка вихідної гідрометеорологічної інформації по максимальному стоку весняного водопілля в річковому басейні Дніпра та аналіз отриманих результатів	143
3.1	Збір та аналіз вихідної гідрометеорологічної інформації за багаторічний період	143
3.2	Методи статистичної обробки гідрометеорологічних рядів спостережень	144
3.3	Дослідження трендів та однорідності в часових рядах максимального стоку річок басейну Дніпра	148
3.3.1	Критерії однорідності часових рядів	148
3.3.2	Аналіз однорідності та стаціонарності вихідних даних по максимальному стоку весняного водопілля	151
3.4	Статистичний аналіз максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля	156
3.5	Статистична обробка часових рядів максимальних запасів води в сніговому покриві в басейні р. Дніпро	162
3.6	Визначення основних гідрометеорологічних чинників в формуванні вектор-предиктора дискримінантної функції при прогнозі максимального весняного стоку річок	165
3.6.1	Снігозапаси та опади	167
3.6.2	Втрати тало-дощових вод	173
3.6.3	Вологість та промерзання ґрунтів	175
4	Методика нормування розрахункових величин максимального весняного стоку рідкісної ймовірності перевищення.....	180

4.1	Визначення характеристик схилового припливу та їх просторове узагальнення в межах басейну Дніпра.....	183
4.1.1	Науково-методичні рекомендації щодо узагальнення параметрів схилового припливу.....	184
4.1.2	Узагальнення шарів стоку весняного водопілля в межах басейну Дніпра	188
4.1.3	Узагальнення максимальних снігозапасів та опадів під час весняного водопілля в межах басейну Дніпра	194
4.1.3.1	Визначення складових сумарного надходження води на водозбір в період весняного водопілля	200
4.1.3.2	Коефіцієнт стоку весняного водопілля	204
4.1.4	Визначення та узагальнення коефіцієнту часової нерівномірності та тривалості схилового припливу води зі схилів до руслової мережі в басейні Дніпра	208
4.2	Трансформація максимальних модулів схилового припливу в період весняного водопілля в басейні Дніпра.....	222
4.2.1	Короткий аналіз існуючих методів розрахунку швидкостей руслового добігання.....	223
4.2.2	Трансформація максимальних модулів схилового стоку під впливом часу руслового добігання.....	228
4.2.3	Русло-заплавне регулювання максимального стоку весняних водопіль в басейні Дніпра.....	231
4.2.4	Врахування можливого впливу водойм проточного типу на максимальні модулі весняного водопілля.....	237
4.3	Перевірні розрахунки визначення максимальних модулів 1%-ої забезпеченості	239
4.4	Практична реалізація методики визначення максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра з урахуванням змін клімату та можливих гідрологічних ризиків	243
4.4.1	Зміни клімату та їх наслідки на водні ресурси	244

4.4.1.1	Основні сценарії четвертої оціночної доповіді МГЕЗК	245
4.4.1.2	Сценарії репрезентативних траєкторій концентрації п'ятої оціночної доповіді МГЕЗК	254
4.4.1.3	Спеціальна доповідь МГЕЗК про вплив глобального потепління на 1.5 ° C	257
4.4.2	Основні напрямки адаптаційної стратегії для Європи в умовах впливу змін клімату на водні ресурси	260
4.4.3	Методи оцінки сучасних змін екстремальності клімату	263
4.4.3.1	Світовий досвід оцінки ймовірних ризиків від паводків ..	263
4.4.3.2	Оцінка ймовірних ризиків від паводків в Україні	273
4.4.4	Методика врахування впливу можливих змін клімату на розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля	277
4.4.5	Визначення коефіцієнтів впливу змін клімату для річок басейну Дніпра	282
5	Методика територіального довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро.....	292
5.1	Основні теоретичні положення методики територіального довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля при врахуванні комплексу гідрометеорологічних чинників..	293
5.1.1	Методична база для довгострокового прогнозу характеристик весняного водопілля	293
5.1.2	Врахування комплексу гідрометеорологічних чинників при прогнозуванні типу водності весняного водопілля річок	295
5.1.3	Встановлення прогностичних зв'язків	296
5.1.4	Методика визначення забезпеченості прогнозних величин	297
5.1.5	Оцінка довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок	298
5.1.6	Форма представлення територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок з метою	

оцінки можливих гідрологічних ризиків.....	302
5.1.7 Одержання прогностичних величин шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля.....	305
5.1.8 Територіальне узагальнення шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро.....	306
5.2 Розробка методики територіального довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля при врахуванні комплексу гідрометеорологічних чинників в басейні р. Дніпро.....	309
5.2.1 Формування вектор-предиктора комплексу гідрометеорологічних чинників при прогнозі максимального весняного стоку річок	309
5.2.2 Параметри методики довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля	315
5.2.3 Параметри методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля	323
5.2.4 Перевірка ефективності методики довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля і адаптація до змін водного режиму весняного водопілля річок	332
5.2.4.1 Встановлення допустимої похибки прогнозів невивчених у гідрологічному відношенні річок	332
5.2.4.2 Оцінка ефективності методики довгострокових прогнозів шарів весняного стоку	333
5.2.4.3 Оцінка ефективності методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля	336
5.2.4.4 Адаптація методики довгострокових прогнозів до змін водного режиму весняного водопілля річок	339
5.3 Практична схема та автоматизація випуску прогнозу характеристик весняного стоку з метою раннього попередження про екстремальні розміри водопілля	343

5.3.1	Автоматизація випуску прогнозу характеристик весняного водопілля в басейні р. Дніпро	343
5.3.2	Вихідна інформація для складання прогнозів елементів водопілля	345
5.3.3	Аналіз гідрометеорологічних умов формування весняного водопілля	348
5.3.4	Схема щорічного прогнозування шарів стоку весняного водопілля	351
5.3.5	Схема щорічного прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля	356
5.3.6	Просторова оцінка щорічних гідрологічних небезпек з метою раннього попередження про екстремальні розміри водопілля	360
6	Обґрунтування методики прогнозів строків початку та проходження максимальних рівнів води весняного водопілля на річках в басейні р. Дніпро. Автоматизація випуску прогнозу	364
6.1	Сучасні тенденції формування строків проходження весняних водопіль річок	364
6.2	Теоретичні основи методу прогнозування строків проходження весняних водопіль річок	367
6.2.1	Існуючі методи прогнозу дат проходження весняного водопілля	367
6.2.2	Науково-методичні основи методики прогнозів строків проходження весняного водопілля	370
6.3	Розробка методики прогнозів строків початку весняного водопілля	376
6.4	Розробка методики прогнозів строків проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля	383
6.5	Методика визначення прогнозних забезпеченостей дат весняного водопілля	388
6.6	Оцінка методики прогнозування строків початку та настання максимумів весняних водопіль річок в басейні Дніпра	390
6.7	Автоматизація випуску прогнозу і сучасне картографічне	

представлення строків проходження весняного водопілля річок	393
6.7.1 Комп'ютерна програма для оперативного прогнозування строків проходження весняного водопілля річок басейну р. Дніпро у вигляді автоматизованого модуля	393
6.7.2 Форма представлення прогнозних строків проходження весняного водопілля	398
6.7.2.1 Таблична форма представлення строків проходження весняного водопілля в басейні Дніпра	398
6.7.2.2 Сучасне картографічне представлення прогностичних дат весняного водопілля річок	400
6.7.3 Оцінка прогнозів дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля	402
7 Аналіз гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень та екологічна оцінка якості води. Оцінка гідроекологічного ризику	404
7.1 Аналітичний огляд сучасної наукової літератури в галузі досліджень гідрохімічного режиму рівнинних річок та оцінки якості води	404
7.1.1 Аналіз сучасної наукової літератури в галузі досліджень гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра	404
7.1.2 Критерії та категорії оцінки якості води	409
7.1.3 Метод екологічної оцінки якості води	413
7.2 Характеристика гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень	416
7.2.1 Мережа гідрохімічних спостережень	418
7.2.2 Суббасейн Прип'яті	420
7.2.3 Суббасейн Десни	423
7.2.4 Суббасейн Середнього Дніпра	427
7.2.5 Суббасейн Нижнього Дніпра	433
7.3 Статистичні характеристики гідрохімічних показників	438
7.3.1 Розрахунок і аналіз статистичних характеристик гідрохімічних	

показників	438
7.3.2 Закони розподілу мінералізації	442
7.4 Екологічна оцінка якості води сольового, еколого-санітарного і токсикологічного блоків на підставі комплексу даних Держкомгідромету. Аналіз впливу водності річок на якість води	455
7.4.1 Екологічна оцінка якості води	455
7.4.2 Аналіз впливу водності річок на якість води	468
7.5 Оцінка гідроекологічного ризику та виявлення зон задовільної, напруженої, критичної, кризової та катастрофічної екологічної обстановки у басейні Дніпра	476
7.5.1 Методи оцінки екологічної обстановки засновані на понятті ГДК	476
7.5.2 Оцінка гідроекологічного ризику річок басейну Дніпра	479
Висновки	493
Перелік джерел посилання	504
Частина 2	
Додаток А Ґрунтовий і рослинний покрив в басейні Дніпра	552
Додаток Б Мережа гідрометеорологічних станцій і постів з періодами спостережень у басейні Дніпра	557
Додаток В Дослідження циклічності у рядах стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро	582
Додаток Г Результати статистичного аналізу гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля річкового басейну Дніпра ...	586
Додаток Д Максимальні снігозапасів та опади під час весняного водопілля в басейні р. Дніпро (в межах України)	613
Додаток Е Визначення характеристик схилового припливу	621
Додаток Ж Розрахунок максимального модулю весняного водопілля в басейні р. Дніпро (в межах України)	636
Додаток И Розрахунок коефіцієнтів впливу змін клімату на стік весняного водопілля для рівнинних річок України	643

Додаток К	Оцінка якості методики довгострокових прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра	658
Додаток Л	Базова інформація для довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра	666
Додаток М	Очікувані значення характеристик весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра	673
Додаток Н	Оцінка прогнозів характеристик весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра	681
Додаток П	Оцінка прогнозу дат початку та проходження весняного водопілля в басейні Дніпра	685
Додаток Р	Очікувані строки проходження весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра	688
Додаток С	Оцінка прогнозів дат проходження весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра	694
Додаток Т	Мережа гідрохімічних постів спостережень	698
Додаток У	Класифікація якості води в басейні р. Дніпро	707
Додаток Ф	Кількість класів та категорій якості води у різні по водності роки в басейні р. Дніпро	721
Додаток Х	Відносна частота перевищення ГДК (%) в басейні р. Дніпро	733

ВСТУП

В Україні в умовах сучасних коливань клімату збільшилася ймовірність виникнення небезпечних природних явищ, які наносять великі збитки соціально-економічній системі країни та призводять до виникнення гідрологічних ризиків від повеней.

Наукове дослідження спрямоване на розв'язання важливої науково-прикладної та соціально-економічної проблеми покращення водогосподарської обстановки в басейні Дніпра шляхом ймовірнісних оцінок гідрологічних ризиків від небезпечних природних явищ, до яких відноситься весняне водопілля, у умовах сучасних тенденцій змін регіонального і глобального клімату, багаторічних часових змін водного і гідрохімічного режимів річок території басейну Дніпра.

Відповідно положенням Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС (ВРД ЄС) від 23 жовтня 2000 року про створення єдиної водної політики на основі інтегрованого підходу до управління водними ресурсами на басейновому принципі для кожного району річкового басейну повинен бути розроблений план управління, який складається з аналізу характеристик району річкового басейну і стану водних об'єктів.

У рамках Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, одним із важливих зобов'язань нашої країни є впровадження Паводкової Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінки і управління ризиками затоплення.

Головною метою дослідження є аналіз існуючих методів і моделей формування та прогнозу весняного стоку річок для подальшого обґрунтування комплексного методу розрахунків і прогнозів водного і гідрохімічного режиму річок басейну р. Дніпро; розробка єдиної розрахункової методики визначення характеристик максимального стоку водопіль та паводків рівнинних річок рідкісної ймовірності перевищення, на відміну від попередніх вітчизняних і світових доробок, з метою її практичної реалізації в басейні Дніпра, як одного з

варіантів рекомендованих у новому нормативному документі ДБН В.2.4-8:2014, замість фактично скасованого СНиП 2.01.14-83 його засновниками ще у 2003 році; здійснення перевірки точності і адаптації до змін сучасного клімату розрахункової і прогностичної методик характеристик максимального стоку весняного водопілля; розробка теоретичної бази та обґрунтування параметрів для довгострокового прогнозування висоти і строків максимального підйому рівнів та витрат води, об'єму стоку весняного водопілля, встановлення ймовірності їх настання у багаторічному розрізі на річках басейну Дніпра та їх картографічне представлення; проведення аналізу сучасного гідрохімічного режиму у басейні Дніпра у роки різної водності і сезони та надання екологічної оцінки якості води річок в межах сольового, еколого-санітарного і токсикологічного блоків, розрахування інтегральних екологічних індексів на підставі комплексу даних Держкомгідромету та використанні статистичних параметрів, законів розподілу та ймовірнісного підходу.

Авторами розроблені програмні прогностичні комплекси для поточного щорічного прогнозування (на будь яку дату випуску прогнозу) характеристик максимального стоку весняного водопілля річок в басейні Дніпра, встановлення ймовірнісних оцінок його настання у багаторічному періоді, передчасного визначення строків водопіль (початку і максимальних рівнів води), сучасного представлення прогностичної інформації у вигляді таблиць, діаграм, графіків, карто-схем за можливості використання цих даних владними структурами та оборонними силами держави.

Реалізація запропонованої методики розрахунку характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра, з урахуванням світового досвіду оцінки ймовірних ризиків від паводків, передбачає можливість врахування впливу змін клімату на водні ресурси за різними кліматичними сценаріями (RCP 4.5 та RCP 8.5).

В межах проекту також виконано кількісну оцінку, аналіз гідрохімічного та гідроекологічного стану та виявлено зон задовільної, напруженої, критичної, кризової та катастрофічної екологічної обстановки у басейні Дніпра.

Основні методичні і практичні результати наукового дослідження використовуються у роботі підрозділів Державної служби надзвичайних ситуацій України, Державного агентства водних ресурсів, що підтверджено відповідними актами використання. Наукові висновки – в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України та доповідалися авторами проекту на міжнародних, всеукраїнських і університетських конференціях.

Науково-дослідна робота містить наступні етапи:

I. «Аналітичний огляд створених математичних моделей розрахунків та прогнозування весняного стоку рівнинних річок»;

II. «Нормування розрахункових величин максимального весняного стоку рідкісної ймовірності перевищення в басейні р. Дніпро»;

III. «Обґрунтування основних параметрів методики визначення максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра з урахуванням змін клімату».

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ В ГАЛУЗІ СТВОРЕНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКІВ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВЕСНЯНОГО СТОКУ РІВНИННИХ РІЧОК

Удосконалення традиційних методів гідрологічних розрахунків і прогнозів пов'язане із застосуванням математичного моделювання гідрологічних процесів – найбільш пріоритетного напрямку у розвитку теоретичної і прикладної гідрології.

Використання математичного моделювання процесів формування стоку дає змогу врахувати фізичні зміни характеристик водозборів за будь-яких випадкових зовнішніх змін і відтворити велике різноманіття можливих сполук фізичних процесів, що призводять до екстремальних значень стоку, а також оцінити ймовірнісні характеристики максимального стоку з урахуванням антропогенного впливу та змін клімату на водозборах.

Моделювання річкового стоку стає важливим елементом при плануванні та управлінні системами водопостачання та контролю, створення водних і гідротехнічних проектів, а також при наданні річкових прогнозів і прогнозів служби попередження Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) [1].

Математичною моделлю називається сукупність математичних і логічних процедур або співвідношень, які на основі даних гідрометеорологічних спостережень (вхід) дозволяють розрахувати кількісні характеристики гідрологічних явищ (вихід). При моделюванні процесів стоку використовуються як теоретичні представлення про формування процесу, так і емпіричні співвідношення для окремих складових.

Простіша теоретична схема (модель) формування схилового стоку була розроблена М.А. Велікановим в 30-х роках минулого століття. На її основі отримана генетична формула стоку, яка до теперішнього часу використовується в області гідрологічних розрахунків і прогнозів.

Однак, математичне моделювання повною мірою стало розвиватися лише в 70-х роках завдяки накопиченню значної кількості вихідної гідрометеорологічної

інформації, яка стала фундаментом для розробки математичних моделей формування річкового стоку. Крім того, можливість обробки значних об'ємів такої інформації з'явилась при появі обчислюваної техніки. В ці роки поступово здійснювався перехід від описання окремих процесів формування стоку до створення математичних моделей, що об'єднують весь багатofакторний цикл елементарних процесів стокоутворення від сніготанення і водовіддачі снігового покриву, надходження і розподілу опадів, руху води у ґрунті, трансформації паводкових хвиль до проходження стоку у замикаючому створі.

1.1 Загальна структура і параметри формул максимального стоку річок

1.1.1 Структура об'ємних формул максимального стоку, заснованих на геометричній моделі їх гідрографів

Форма високих паводків (водопіль) моделюється зазвичай у вигляді двох парабол (підйому і спаду), які перетинаються у верхів'ї одномодальних гідрографів [2].

Рівняння гілок підйому і спаду розрахункових гідрографів мають вигляд [2]:

- у фазі підйому

$$Q_t = Q_m (t/t_n)^m ; \quad (1.1)$$

- у фазі спаду

$$Q_{t_i} = Q_m \left(\frac{t_{cn} - t_i}{t_{cn}} \right)^n, \quad (1.2)$$

де Q_t і Q_{t_i} - витрати води через t і t_i одиниць від початку підйому і через t_i - від максимальної ординати на спаді;

t_n і t_{cn} - тривалості підйому і спаду гідрографів стоку;

m і n - степеневі показники гілок підйому і спаду гідрографів стоку.

Об'єми паводків (водопіль) W_n і W_{cn} для таких гідрографів будуть становити

$$W_n = \int_0^{t_n} Q_t dt = Q_m \left(\frac{t_n}{m+1} \right) \quad (1.3)$$

і

$$W_{cn} = \int_{t_{cn}}^0 Q_t dt = Q_m \left(\frac{t_{cn}}{n+1} \right). \quad (1.4)$$

Об'єм стоку на протязі усього водопілля W є сума W_n і W_{cn} , тобто

$$W = W_n + W_{cn} = Q_m t_n \left(\frac{1}{m+1} + \frac{\gamma}{n+1} \right). \quad (1.5)$$

Звідки максимальна витрата води Q_m буде дорівнювати

$$Q_m = \frac{W}{t_n} \left[\frac{(m+1)(n+1)}{(n+1) + \gamma(m+1)} \right], \quad (1.6)$$

де $\gamma = \frac{t_{cn}}{t_n}$ - відношення тривалостей спаду t_{cn} і підйому t_n гідрографів стоку.

З рівняння (1.6) максимальний модуль q_m стоку становить

$$q_m = \frac{Y_m}{t_n} f, \quad (1.7)$$

де Y_m - шар стоку за водопілля;

f - коефіцієнт форми гідрографів стоку [2]

$$f = \frac{(n+1)(m+1)}{(m+1) + \gamma(n+1)}. \quad (1.8)$$

Якщо замість шарів стоку Y_m і тривалості підйому гідрографів t_n використовуються складові дощових опадів (1.7), то розрахункову модель можна записати в редакції [2]

$$q_m = \frac{(H_m - H_0)\eta}{t_n} f, \quad (1.9)$$

де H_m - розрахункові величини опадів дощових паводків;

H_0 - початкові витрати поверхневого стоку на схилах і в русловій мережі;

η - коефіцієнт стоку;

t_n - розрахункова тривалість підйому руслового стоку паводкових (повеневих) хвиль;

f - коефіцієнти форми гідрографів стоку.

Недоліки структур (1.7) і (1.9) пов'язані головним чином з відсутністю таких параметрів як тривалість переміщення паводків і водопіль, коефіцієнти стоку, початкові витрати опадів H_0 й ін.

1.1.2 Спрощені базові формули максимального стоку, засновані на геометричній моделі схилових і руслових гідрографів водопіль (паводків)

Оскільки досить часто розрахункові характеристики паводків і водопіль відносяться лише до максимальних витрат води і модулів стоку, то викладену вище геометричну схему Д.Л. Соколовського [2] можна значно спростити. Відповідно до [3], одномодальне рівняння силового стоку можна представити у редуційному форматі

$$q'_t = q'_m \left[1 - \left(\frac{t}{T_0} \right)^n \right], \quad (1.10)$$

де T_0 - тривалість схилового припливу.

У подальшому в результаті інтегрування (1.10) по T_0 шар стоку за паводок (водопілля) Y_m буде дорівнювати

$$Y_m = \int_0^{T_0} q' t dt = \frac{n}{n+1} q'_m T_0, \quad (1.11)$$

а максимальний модуль стоку

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{Y_m}{T_0} = k_0 Y_m, \quad (1.12)$$

де $(n+1)/n$ - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу.

З редуційного гідрографу руслового стоку [3]

$$q_t = q_m [1 - (t/T_n)^m]. \quad (1.13)$$

Шар стоку за паводок (водопілля) буде становити

$$Y_m = \int_0^{T_n} q_t dt = \frac{m}{m+1} q_m T_n, \quad (1.14)$$

де q_m - максимальний модуль руслового стоку;

T_n - тривалість водопілля (паводків).

Оскільки втрати паводкового (водопільного) стоку у русловій мережі і на схилах різняться незначно, то праві частини (1.11) і (1.14) можна об'єднати, тоді

$$q_m = q'_m \left(\frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) \frac{T_0}{T_n}, \quad (1.15)$$

де $\frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} = k_m$ - коефіцієнт розпластування гідрографів руслового стоку;

$T_0 / T_n = k_n$ - коефіцієнт русло-заплавного регулювання паводків (водопіль).

Коефіцієнти k_m і k_n змінюються в залежності від розміру водозборів, тобто $k_m \cdot k_n = f(F) = 1/(F+1)^{n_1}$.

Тоді (1.15) набуде вигляду

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}}. \quad (1.16)$$

Шляхом логорифмування (1.16) отримаємо вираз

$$\lg \frac{q_m}{Y_m} = \lg k_0 - n_1 \lg(F+1). \quad (1.17)$$

Тангенс кута нахилу лінії зв'язку в (1.17) до лінії абсцис є n_1 , а відрізок $\lg(q_m / Y_m) = f(\lg(F+1))$ на осі ординат дорівнює k_0 . Спираючись на $k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$, у першому наближенні можна встановити для того чи іншого регіону T_0 , причому

$$T_0 = k_p \frac{n+1}{n} / k_0. \quad (1.18)$$

Щодо визначення $(n+1)/n$, то цей коефіцієнт (часової нерівномірності) можливо встановити шляхом побудови залежності коефіцієнта часової нерівномірності руслового стоку $(m+1)/m$

$$\frac{m+1}{m} = k_p \frac{Q_m \cdot T_n}{Y_m \cdot F}, \quad (1.19)$$

де Q_m - максимальна витрата води руслового стоку;

T_n - тривалість руслового стоку;

Y_m - шар стоку за паводок (водопілля);

F - площа водозборів;

k_p - коефіцієнт розмірності.

Розрахунковий коефіцієнт $(n+1)/n$ встановлюється при екстраполяції параметра $(m+1)/m$ на вісь ординат (при $F = 0$).

Є.Д. Гопченком, Н.С. Лободою, В.А. Овчарук свого часу [3] була обґрунтована обчислювальна схема, за допомогою якої встановлені на основі (1.15) у першому наближенні не лише тривалості схилового припливу T_0 , а й коефіцієнти русло – заплавного зарегулювання паводків (водопіль) ε_F .

1.1.3 Структура редукційних формул максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль, заснованих на геометричній моделі їх гідрографів

Переважає більшість розрахункових формул дощових паводків і весняних водопіль базується на залежностях максимальних модулів стоку від розміру водозборів [2].

Перша спроба практичного застосування редукційної структури формул належність Д.І. Кочеріну (1932). Вона має вигляд

$$q_m = \frac{q'_m}{(F + 1)^{n_1}}, \quad (1.20)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу;

q_m - максимальний модуль руслового стоку.

У наукових працях К.П. Воскресенського (1956 р.) і О.О. Соколова (1970 р.) запропонований параметр q'_m представлений в залежності від загального шару стоку Y_m , тобто

$$q'_m = k_0 Y_m, \quad (1.21)$$

де k_0 - коефіцієнт схилової трансформації паводків (водопіль)

$$k_0 = k_p \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}. \quad (1.22)$$

З урахуванням (1.21) формула (1.20) набула вигляду

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F + b)^{n_1}}, \quad (1.23)$$

де Y_m - шар стоку за паводок (водопілля).

У редакції СНиП 2.01.14-83, з метою урахування уповільнення редуції водопілля в області невеликих водозборів ($F \leq 10 \text{ км}^2$), у знаменник (1.23) привнесено додаткову площу розміром $F=1,0$ (тундрова і лісотундрова географічна зони), лісостепова зона ($F=2 \text{ км}^2$), степова і посушливих степів та зона полупустель ($F=10 \text{ км}^2$).

Авторами підручника [2] доведено, що наявність у знаменнику базової структури параметра $b > 1,0$ протиречить природі редуції максимальних модулів стоку, оскільки відношення q_m / q'_m при $b > 1,0$ становить $(1/b^{n_1}) < 1,0$.

Є.Д. Гопченком були запропоновані обчислювальні процедури щодо встановлення тривалостей схилового припливу T_0 за допомогою розрахункової формули [4]:

- при тривалості схилового припливу T_0 більшою за руслове добігання t_p

$$\frac{nq_m}{Y_m \varepsilon_F} T_0^{n+1} - (n+1)T_0^n + \frac{m_1 + 1}{n + m_1 + 1} t_p = 0; \quad (1.24)$$

- при $t_p > T_0$

$$\frac{1}{m_1 + 1} T_0^m + \frac{m_1(n + m_1 + 1)}{(n+1)(m_1 + 1)} \left[\frac{q_m}{Y_m \varepsilon_F} t_p - \frac{m_1 + n + 1}{n + 1} t_p^{m_1} \right], \quad (1.25)$$

де m_1 - степеневий показник у рівнянні руслових ізохрон;

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання паводків (водопіль).

Не зупиняючись детально на використанні наведених вище підходів, зауважимо лише, що значні похибки можливі із застосуванням складових формул русло-заплавного регулювання ε_F та тривалості паводків (водопіль) схилового припливу T_0 [4].

Авторами пропонується дещо інший (і більш простий) науково-методичний підхід, за допомогою якого визначаються окремі «не вимірювані» геофізичні і географічні характеристики схилового і руслового стоку.

Параметри формули (1.23) можна отримати шляхом спрощення її структури, а саме

$$\frac{q_m}{Y_m} = \frac{k_0}{(F + 1)^{n_1}}. \quad (1.26)$$

В результаті логарифмування (1.24)

$$\lg \left(\frac{q_m}{Y_m} \right) = \lg k_0 - n_1 \lg(F + 1). \quad (1.27)$$

Вихідні дані q_m і Y_m , отримані в результаті статистичної обробки часових

рядів q_m та Y_m для розрахункових забезпеченостей $P\%$, у подальшому представляються графічно з використанням структури (1.27), тобто

$$\lg(q_p / Y_p) = f \lg(F + 1) . \quad (1.28)$$

Параметр k_0 є відрізком на осі ординат при $F = 0$, а степеневий показник n_1 - тангенс кута нахилу лінії зв'язку до осі абсцис.

1.1.4 Диференціальне рівняння руслового стоку в редакції А.М. Бефані (1958 р.)

Воно має вигляд

$$V \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = \alpha B_t q'_t, \quad (1.29)$$

де V - швидкість руслового добігання;

ω - площа живого перерізу;

α - коефіцієнт густоти річкової мережі;

B_t - ширина водозборів по ізохронах руслового добігання;

q'_t - модуль схилового припливу води у річкову мережу.

З метою інтегрування (1.29) складається допоміжна система [5]

$$\frac{dx}{V} = \frac{dt}{1} = \frac{d\omega}{\alpha B_t q_t} . \quad (1.30)$$

На основі (1.30)

$$x = Vt + C_1 \text{ і } \omega = \alpha \int B_t q'_t + C_2 \quad (1.31)$$

Початкові умови: $t = 0$; $\omega = 0$; граничні умови: $x = 0$; $\omega = 0$.

Застосовуючи початкові і граничні умови, встановлено, що $C_1 = 0$ і $C_2 = 0$

Таким чином, у першому випадку

$$\omega = \alpha \int_0^t q'_t B_t dt; \quad (1.32)$$

у другому

$$\omega = \alpha \int_{t-t_p}^t q'_t B_t dt. \quad (1.33)$$

Максимальні витрати води і модулі стоку залежать від співвідношення між тривалостями схилового припливу T_0 і руслового добігання t_p .

Зокрема, при $t_p < T_0$

$$q_m = V\omega_m = \frac{Y_{tp}}{t_p} k_1, \quad (1.34)$$

де k_1 - гідрографічний коефіцієнт

$$k_1 = \frac{\int_0^{t_p} q'_t B_t dt}{B_{cp} \int_0^{tp} q'_t dt}. \quad (1.35)$$

За умови $t_p > T_0$

$$q_m = \frac{Y_m}{t_p} k_2, \quad (1.36)$$

де k_2 - гідрографічний коефіцієнт

$$k_2 = \frac{\int_0^{T_0} q'_t B_t dt}{B_{сер} \int_0^{T_0} q'_t dt}. \quad (1.37)$$

Узагальнення розрахункових рівнянь (1.34) і (1.36) буде становити

$$q_m \frac{Y_m}{t_r} k_2 \varphi, \quad (1.38)$$

де φ - коефіцієнт діючого шару стоку і при $t_p < T_0$

$$\varphi = \frac{n+1}{n} \frac{t_p}{T_0} \left[1 - \frac{1}{(n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right], \quad (1.39)$$

а при $t_p \geq T_0$

$$\varphi = 1,0; \quad (1.40)$$

k_2 - гідрографічний коефіцієнт, який дорівнює $k_2 = k_1$ (при $t_p < T_0$) і $k_2 = k_2$ (при $t_p > T_0$).

У подальшому структура (1.38) була доповнена параметром, зв'язним з русло-заплавним зарегулюванням паводків (водопіль) $\varepsilon_n \leq 1,0$.

Щодо k_1 і k_2 , то [5]

- при $t_p < T_0$

$$k_1 = \frac{1 - \frac{m_1 + 1}{(n + 1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n}{1 - \frac{1}{n} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n}, \quad (1.41)$$

- при $t_p > T_0$

$$k_2 = \frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n + 1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^{m_1}; \quad (1.42)$$

де m_1 – показник степені у рівнянні руслових ізохрон;

n – степеневий показник у рівнянні гідрографів схилового припливу.

Нижньою границею для k_2 буде одиниця (при $t_p / T_0 = 0$), а верхньою – $(m_1 + 1) / m_1$.

1.1.5 Розрахункова база для визначення характеристик максимального стоку річок, які використовуються за рубежом

За рубежом для розрахунку характеристик максимального стоку річок (переважно дощових паводків на них) застосовуються методики гідрологічної аналогії, аналізу максимумів максимумів і так звані формули повторюваності (Джервіна, Майерса, У. Раффа) [6]-[7]. В Італії і Центральній Африці [6] поширені формули об'ємного типу

$$q_m = \frac{H_\tau \eta}{\mu t_p} f, \quad (1.43)$$

де H_τ - дощові опади за розрахунковий період τ .

Але найбільш визначними є формули граничної інтенсивності (раціональний метод) [8]

$$q_m = \eta(\bar{\alpha}_\tau). \quad (1.44)$$

І все ж більшість проектувальників користується емпіричними формулами.

1.2 Аналітичний огляд сучасних нормативних документів, що регламентують порядок розрахунку характеристик максимального стоку рівнинних річок України

1.2.1 Нормативні документи по розрахунках характеристик максимального стоку річок

У нормативних документах наводяться методи і практичні прийоми розрахунку основних гідрологічних характеристик, які використовуються при будівничому проектуванні, при наявності даних гідрометричних спостережень достатньої тривалості, при обмеженості матеріалів спостережень, а також за відсутності спостережень у пунктах проектування.

Нормативні рекомендації зазвичай узагальнюють багатолітній досвід в області теорії і практики гідрологічних розрахунків, що накопичився науково-дослідними інститутами та проектними водогосподарськими організаціями. До розрахункових характеристик в галузі максимального стоку весняних водопіль і дощових паводків відносяться: максимальні витрати води, об'єми та гідрографи стоку.

Вимоги нормативних документів поширюються на проектування річкових гідротехнічних споруд, залізних і автомобільних доріг, меліоративних систем, водопостачання, планування і забудовлі населених пунктів, генеральних планів

розвитку промислових і сільськогосподарських об'єктів, здійснення протипаводкових заходів.

За наявності часових рядів достатньої тривалості визначення розрахункових гідрологічних характеристик здійснюється на використанні аналітичних функцій розподілу щорічних ймовірностей перевищення [3]. Репрезентативними вважаються періоди з відносними середньоквадратичними похибками розрахункових величин (на рівні до 10%). При недостатності даних гідрометеорологічних спостережень до тривалих часових рядів відбувається їх подовження з застосуванням парної і множинної регресії. При цьому нормативними рекомендаціями [9] передбачені умови використання методів приведення розрахункових характеристик по коротких рядах до нормативних, зокрема,

$$n' \geq 10; \quad r = 0,7; \quad k/\sigma_k \geq 2,$$

де n' - число сумісних років спостережень у розрахунковому пункті та аналогу;

r - множення або парний коефіцієнт кореляції,

k - коефіцієнт регресії;

σ_k - середня квадратична похибка коефіцієнта регресії.

Нижче, використовуючи досвід Д.Л. Соколовського (1968 р.) та Є.Д. Гопченка (2014 р.), зупинимось на короткому історичному огляді й аналізі формул максимального стоку, які набули значного поширення.

На досвіді розрахунку мостів і труб для пропуску зливових вод на одній з ділянок Московсько-Курської залізної дороги в 1882 році в Росії була застосована формула австрійського інженера Кестліна у вигляді

$$q_m = k_p a \eta, \tag{1.45}$$

де q_m - розрахунковий модуль дощового стоку;

a - розрахункова інтенсивність зливи, яка прийнята на рівні 0,96 мм/хв (при кількості опадів зливи за 10-хвилинну тривалість 9,6 мм/хв);

k_p - коефіцієнт розмірності;

η - збірний коефіцієнт стоку, який дорівнює $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$;

η_1 - коефіцієнт стоку (нормований на рівні 0,50-0,57);

η_2 - коефіцієнт різної тривалості добігання води до розрахункового створу (на водозборах з довжиною $L > 4$ км і параметрі $\eta_2 < 1,0$). Запропоновані Костелінім коефіцієнти η наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Величини коефіцієнта η

Довжина лога, L , км	η_1	η_2	$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$
$< 4,0$	0,5	1,0	0,5
4,0-7,5	0,5	0,75-0,5	0,38-0,25
7,5-11,5	0,5	0,38-0,25	0,19-0,12
11,5-15,5	0,5	0,19-0,12	0,10-0,06

В 1900 році, внаслідок сильної зливи, мала місце аварія на Харківсько-Балашовській залізній дорозі, що сприяло критичному перегляду норм Кестліна, особливо враховуючи величезні розміри території Росії. Голова спеціально створеної комісії Л.Ф. Ніколаї запропонував зберегти структуру (1.45), але дещо уточнивши таблицю збірного коефіцієнта стоку η . Він також додатково в формулу Кестліна ввів коефіцієнт β , за допомогою якого враховується ухил басейна. Таким чином, формула (1.45) набула вигляду

$$q_m = k_p a \eta \beta. \quad (1.46)$$

Перша спроба теоретичного аналізу стоку зливових і весняних вод належить Ф.Г. Зброжеку (1902 р.). Секундний середній модуль стоку (у наших позначеннях) дорівнює

$$q_0 = \frac{1,95H\alpha}{T_{\partial} + t_p}, \quad (1.47)$$

де H - шар дощових опадів, мм;

α - коефіцієнт стоку;

T_{∂} - тривалість дощу, год.;

t_p - тривалість руслового добігання, год.;

$1,95 = k_p k_{\phi}$ - переводний коефіцієнт, який визначається коефіцієнтами розмірності k_p і коефіцієнтом часової нерівномірності руслового стоку k_{ϕ} .

Аналізуючи структуру (1.47) Є.Д. Гопченко [3] відмічає, що вона є наслідком одномодального гідрографа з тривалістю паводка $T_n = T_{\partial} + t_p$, об'ємом стоку $Y_m = H \cdot \alpha$, максимальною секундною ординатою $q_m = q_0$. Дійсно, якщо гідрограф стоку представити у редуційному вигляді, то

$$q_t = q_0 \left[1 - \left(t / (T_{\partial} + t_p) \right) \right]^{m_1}. \quad (1.48)$$

Проінтегруємо (1.48) по $(T_{\partial} + t_p)$, тоді

$$Y_m = q_0 \frac{m_1}{m_1 + 1} \frac{1}{T_{\partial} + t_p}. \quad (1.49)$$

Звідки

$$q_0 = \frac{m_1 + 1}{m_1} \frac{Y_m}{T_{\partial} + t_p} = \frac{m_1 + 1}{m_1} \frac{H \cdot \alpha}{T_{\partial} + t_p}. \quad (1.50)$$

З урахуванням коефіцієнта розмірності k_p

$$q_0 = k_p \frac{m_1 + 1}{m_1} \frac{H \cdot \alpha}{T_{\partial} + t_p}. \quad (1.51)$$

Порівнюючи (1.47) і (1.51), очевидно, що $k_p \frac{m_1 + 1}{m_1} = 1,95$. Ще один висновок. Він стосується структури (1.47), яку можна вважати «прообразом» формул об'ємного типу. На жаль, бажання удосконалити базове рівняння (1.47) з деякими припущеннями, суттєво погіршило вихідну теоретичну модель. Слід також зробити зауваження стосовно прийняття тривалості паводка по сумі $(T_\partial + t_p)$. В дійсності

$$T_n = T_\partial + t_{cx} + t_p, \quad (1.52)$$

де T_∂ - тривалість стокоформуєного дощу;

t_{cx} - схилова тривалість добігання повеневих і паводкових хвиль.

Суттєвий внесок у розвиток теорії формування стоку зробив М.Є. Долгов. В результаті проведених ним експериментальних досліджень (район Катерининської залізної дороги) було отримано гідрограф повного схилового стоку (рис. 1.1) з наявністю фази усталеного стоку.

За умови $t_p < \Delta t$ повний стік буде спостерігатися не лише в період стокоутворення на схилах, але й у русловій мережі, тобто

$$q_m = q'_m = k_p(a - i), \quad (1.53)$$

де a – інтенсивність опадів (середня за дощ);

i – усталена інтенсивність інфільтрації.

У перші роки Радянської влади розпочалась робота по уточненню існуючих норм максимального стоку дощових паводків і розробці нових. Під керівництвом Г.Д. Дубеліра були запропоновані, обговорені й прийняті у 1928 р. норми, відомі як формула НТКНКПС (науково-технічний комітет наркому шляхів сполучення). Вона мала вигляд

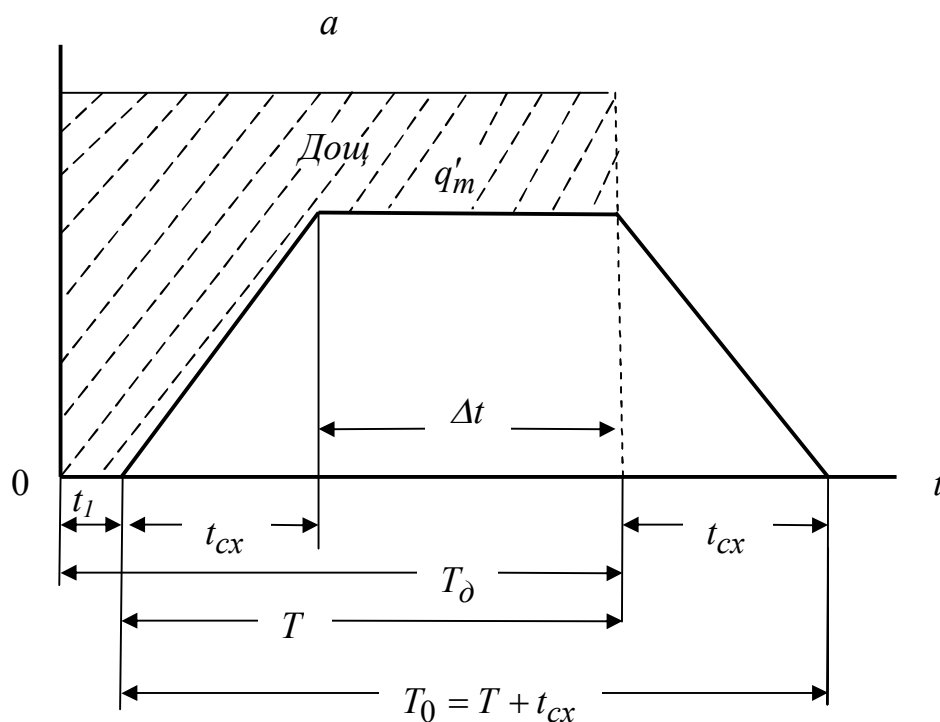
$$Q_m = C \eta F, \quad (1.54)$$

де Q_m - максимальна витрата води, м³/с;

F - площа водозбору, км²;

C - максимальна інтенсивність опадів, який визначається кліматичними умовами регіону, її величина представлена картою ізоліній;

η - інтерпретується автором формули як збірний коефіцієнт стоку і в залежності від довжини й ухилу водотоку його табульовано. Область застосування формули $F < 60$ км².



Умовні позначення:

a – інтенсивність опадів;

T_0 - тривалість опадів;

t_1 - початок стокоутворення;

t_{cx} - тривалість схилового добігання;

T - тривалість стокоутворення;

$\Delta t = (T_0 - t_{cx})$ - тривалість усталеного режиму схилового стоку на рівні q'_m

Рисунок 1.1 - Схема формування зливого стоку (за М.Є. Долговим)

Слід погодитись з Д.Л. Соколовським (1968 р.) про теоретичну необґрунтованість введення крім модуля стоку $q_m = C$ ще й коефіцієнта стоку η .

Наступним кроком у підготовці норм зливого стоку були рекомендації, розроблені у Центральному науково-дослідному інституті транспортного будівництва (під керівництвом М.М. Протодьяконова) і введені в дію циркуляром НКПС у 1931 році. У подальшому ці норми були уточнені в 1938 р. Союзтранспроектом.

Розвиваючи ідеї М.Є. Долгова, М.М. Протодьяконов пропонує формулу граничної інтенсивності з урахуванням співвідношення між тривалістями припливу T_0 і руслового добігання t_p :

- при $t_p < T_0$

$$q_m = 16,67(ak - i), \quad (1.55)$$

де a – розрахункова інтенсивність зливи у центральному районі (при $k=1,0$), мм/хв;

k - кліматичний коефіцієнт для переходу від центрального до розрахункового району;

i - інтенсивність інфільтрації, мм/хв;

- при $t_p > T_0$

$$q_m = 16,67(ak - i)\varphi, \quad (1.56)$$

де φ - коефіцієнт, який дорівнює відношенню площі одночасного стоку до F .

Розрахункову інтенсивність зливи a пропонується визначати за формулою

$$a_T = 5/(1 + 0,06T), \quad (1.57)$$

де T - розрахункова тривалість дощу

$$T = 16,67 \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right), \quad (1.58)$$

причому $16,67 \frac{L_1}{V_1} = t_p$, а $16,67 \frac{L_2}{V_2} = t_{cx}$;

L_1 і L_2 - довжина русла і схилів;

V_1 і V_2 - швидкості стікання води по руслах і схилах.

Оскільки при встановленні швидкості схилового і руслового стоку необхідно знати глибини потоків, М.М. Протодьяконов пропонує схему, засновану на методі ітерацій. Характеристики інфільтрації ним рекомендовано визначати шляхом проведення спеціальних польових експериментів. На наш погляд, здійснити ітераційну процедуру досить складно, бо йдеться разом про дві невідомі – швидкості схилового і руслового добігання. Інше зауваження відноситься до методики розрахунку інтенсивності опадів на основі формули (1.57). Вряд чи можна погодитися з тим, що для величезної території колишнього союзу рекомендується одна типова залежність $X_T = f(T)$. Ще одне зауваження до методики М.М. Протодьяконова стосується розрахункової тривалості T , яка визначається по тривалостях схилового t_{cx} і руслового добігання t_p . Багатолітній досвід використання формули граничної інтенсивності показав, що розрахункова тривалість в однооператорній системі трансформації опадів в русловий стік більша, ніж $(t_p + t_{cx})$.

Оригінальну методику для розрахунку максимальних модулів стоку запропонували М.М. Чегодаєв і Є.В. Болдаков (1953), яка була реалізована в ВСН-55, а потім і в ВСН 63-61. Вихідне рівняння вже знайоме і має вигляд

$$q_m = 16,67 a_1 k_F \varphi \delta, \quad (1.59)$$

де a_1 - розрахункова інтенсивність водовіддачі;

k_F - коефіцієнт просторової редукції зливових опадів;

φ - коефіцієнт повноти стоку;

δ - коефіцієнт для врахування регулюючої ролі озер і водосховищ.

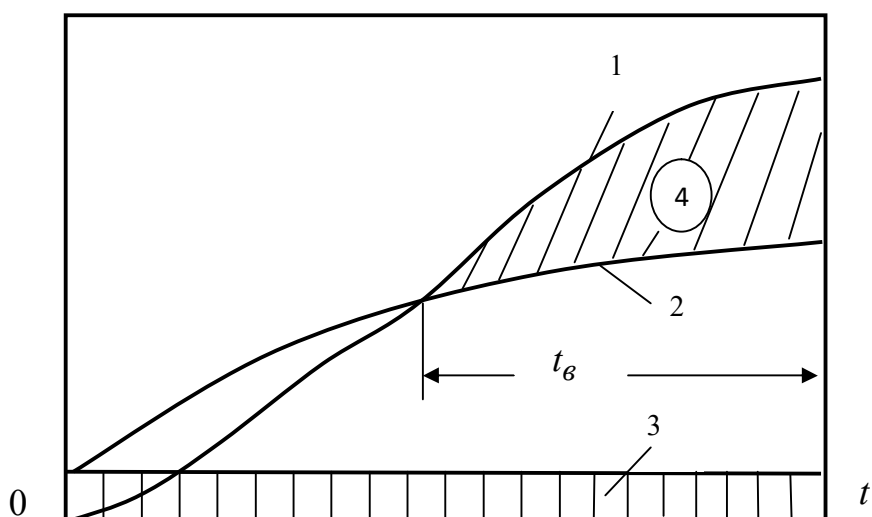
Основний параметр розрахункової схеми a_1 визначається по шару водовіддачі h_g

$$a_1 = \frac{h_g}{t_g} = \frac{H - \sum i}{t_g}; \quad (1.60)$$

де t_g - тривалість водовіддачі.

Визначення складових (1.59) досягається шляхом графічних побудов, як це показано на рис. 1.2.

a_t, i_t , мм/хв



Умовні позначення:

- 1 - інтегральна крива опадів;
- 2 - інтегральна крива інфільтрації;
- 3 - шар втрат опадів на поверхневе затримання рослинним покривом;
- 4 - шар стокоутворення

Рисунок 1.2 – Схема визначення тривалості t_g і шару водовіддачі $(H - \sum i)$:

Спочатку будуються інтегральні криві опадів й інфільтрації у часі. На

території СРСР виділено 15 кліматичних районів з урахуванням категорії ґрунтів і ймовірності перевищення.

Коефіцієнт повноти стоку залежить від співвідношення t_g/t_{cx} . З теоретичної точки зору, φ слід було б визначити не по відношенню t_g/t_{cx} , а по t_g/t_p . У запропонованій розрахунковій схемі t_c обчислюється таким чином

$$t_c = \frac{18,6 v_{cx}^{0,4}}{[f(I_{cx})]^{0,4} m_{cx}^{0,4}}, \quad (1.61)$$

де v_{cx} - середня довжина безруслених схилів;

I_{cx} - уклон схилів;

m_{cx} - коефіцієнт шорсткості схилів.

В нормах 1931 року були запропоновані рекомендації по розрахунку максимальних модулів весняного водопілля на базі редуційної формули Д.І. Кочеріна, а в 1938 р. – в основу покладено ту ж саму формулу, але в редакції Д.Л. Соколовського (1937 р.)

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{0,25}} \delta \delta', \quad (1.62)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу (в позначеннях М.М. Протодьяконова - C , а Д.Л. Соколовського - A_m);

δ і δ' - коефіцієнти для врахування лісистості, озерності і заболоченості.

При практичному застосуванні формули (1.62) параметр q'_m визначається за відповідною картою.

Нормами М.М. Протодьяконова передбачається також розрахунок змішаного стоку від сніготанення і весняних дощів

$$Q_{зм} = Q_c + Q_d, \quad (1.63)$$

де Q_c - витрата води від сніготанення;

Q_d - витрата води від весняного дощу.

Витрата води Q_c визначалась за (1.62), а дощового Q_d , приймаючи для стоку дощових опадів весною по мерзлому ґрунті інтенсивність інфільтрації $i = 0$, по формулі граничної інтенсивності

$$Q_d = 16,67 a k \beta , \quad (1.64)$$

де a - інтенсивність опадів;

k - кліматичний параметр;

β - параметр для урахування нахилу схилів.

Об'єднуючи (1.62) і (1.64), отримаємо формулу змішаного стоку

$$q_m = 16,67 a k \beta + q_c . \quad (1.65)$$

Сама по собі ідея розрахунку максимального стоку змішаного походження заслуговує уваги, але методичні підходи виявилися хибними. Причина полягає в тому, що співпадіння у часі максимумів снігового і дощового стоку скоріше слід розглядати як виключення, а не правилом.

Підготовку нормативного документу «Указания по определению расчетных гидрологических характеристик (СН 435-72)» здійснював колектив наукових співробітників Державного гідрологічного інституту (м. Ленінград). В ньому узагальнено багатолітній досвід в області теорії і практики гідрологічних розрахунків Г.А. Алексєєва, А.М. Бефані, С.М. Крицького, М.Ф. Менкеля, Д.Л. Соколовського, М.М. Чегодаєва [3]. Методи розрахунку максимальних витрат води розглядаються окремо для весняного водопілля і дощових паводків. Розрахунковими визначаються найбільші витрати води з отриманих значень, які забезпечують роботу споруди або її частин. За необхідності передбачено виконання короткотривалих польових досліджень. Вихідні часові ряди вважаються достатніми для встановлення розрахункових величин, якщо вони

відповідають таким вимогам по періодах спостережень [10]:

- для лісотундрової і лісової зон не менше - 25 років;
- для лісостепової зони - 30 років;
- для степової зони - 40 років;
- для сухостепової і полупустельної зон - 50 років;
- для гірських районів - 40 років.

Якщо період спостережень менше вказаних граничних значень, то результати розрахунку необхідно піддати додатковому аналізу, використовуючи матеріали річок-аналогів. Крім матеріалів систематичних гідрометричних спостережень рекомендується залучати до аналізу й найвищі історичні рівні води. За наявності ряду спостережень за n років і однієї достатньо надійно розрахованої витрати води Q_N , відносно якої відомо, що вона є найвищою за N років, параметри кривих розподілу ймовірностей $\bar{Q}_m$ і C_v визначаються за формулами:

$$\bar{Q}_m = \frac{1}{N} \left(Q_N + \frac{N-1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} Q_i \right), \quad (1.66)$$

а

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\left(\frac{Q_N}{\bar{Q}_m} - 1 \right)^2 + \frac{N-1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{Q_i}{\bar{Q}_m} - 1 \right)^2 \right]}, \quad (1.67)$$

де n - тривалість періоду спостережень;

N - тривалість періоду, на протязі якого визначна максимальна витрата Q_N не була перевищена.

Величина коефіцієнта асиметрії приймається за даними аналізу співвідношень річок-аналогів. Як правило, пропонується при статистичній

обробці часових рядів весняного водопілля рівнинних річок приймати: $C_s = 2,0 C_v$ та $C_s = 2,5 C_v$, для дощових паводків і гірських річок з мусонним кліматом: $C_s = 3 C_v \div 4 C_v$, для витрат води гірських річок: $C_s = 4 C_v$.

За відсутності або недостатній тривалості часових рядів для водозборів з площами $F < 20000 \text{ км}^2$ на ЄТС і $F < 50000 \text{ км}^2$ – на Азіатській території СРСР, розрахунки здійснюються за формулами. Причому, умовно річки поділяються на 2 групи: 1 – рівнинні, 2 - гірські. Річки першої групи у свою чергу поділяються на:

- а) лісової і тундрової зон;
- б) лісостепової і степової зон;
- в) посушливих степів і полупустель.

До другої групи віднесені гірські річки з різким коливанням висот (більше ніж 400 м).

Розрахункова максимальна витрата води рівнинних річок визначається за формулою

$$Q_p = q_p F = \frac{k_0 h_p \mu}{(F + 1)^{n_1}} \delta \delta_2 F, \quad (1.68)$$

де Q_p - розрахункова миттєва витрата води, ймовірність якої $P\%$, $\text{м}^3/\text{с}$;

q_p - модуль максимальної розрахункової витрати води, $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$;

h_p - розрахунковий шар сумарного (без зрізки ґрунтового живлення) стоку водопілля ймовірністю перевищення $P\%$, мм;

F - площа водозборів;

k_0 - параметр, характеризуючий дружність водопілля;

n_1 - показник степені редукції відношення (q_p / h_p) в залежності від площі водозборів;

δ - коефіцієнт для врахування регулюючого впливу на максимальний стік озер і водосховищ;

δ_2 - редукційний коефіцієнт для врахування впливу залісеності і заболоченості на водозборах;

μ - коефіцієнт, який враховує відмінність в статистичних параметрах шарів стоку і витрат води.

Значення параметрів n_1 і k_0 представлені у табличній формі, залежно від природних зон і категорії рельєфу (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Параметри n_1 і k_0 для рівнинних річок [10]

Природні зони	n_1	Параметр k_0 при категорії рельєфу		
		I	II	III
А. Зона тундри і лісова зона				
1. ЄТС і Східний Сибір	0,17	0,010	0,008	0,006
2. Західний Сибір	0,25	0,015	0,013	0,010
Б. Лісостеп і степ				
3. ЄТС (без Північного Кавказу)	0,25	0,030	0,017	0,012
4.Північний Кавказ	0,25	0,030	0,025	0,015
5. Західний Сибір	0,25	0,030	0,020	0,015
В. Зона посушливого степу і полупустель				
6. Західний й Центральний Казахстан	0,35	0,060	0,040	0,030

Категорія рельєфу визначається за відношенням

$$\alpha = \frac{I}{I_m}, \quad (1.69)$$

де I - середньозважений уклон водотоку;

I_m - типовий уклон

$$I_m = \frac{\Delta I}{(F + 1)^{0,5}}. \quad (1.70)$$

Для рівнинної території ЄТС $\Delta I \approx 25,0$. При $\alpha > 1,0$ басейн відноситься по рельєфу до I категорії; при $\alpha = 1,0 - 0,5$ - до II категорії; при $\alpha < 0,5$ - до категорії III. Розрахунковий шар стоку за період водопілля визначається з використанням статистичних параметрів розподілу: $\bar{h}_m$, C_v і C_s . Середній багатолітній шар стоку $\bar{h}_m$ представлено картою. В посушливих районах в знятті з карти значення вводяться поправки (більші за одиницю) в залежності від площі водозборів (в області $F < 3000 \text{ км}^2$). Коефіцієнти варіації C_v також картовані, до них вводяться поправки (більші одиниці) на водозборах з $F < 200 \text{ км}^2$.

Розрахунки максимального стоку талих вод гірських річок здійснюється за структурним виразом (1.68) при $n_1 = 0,15$ і k_0 , заданих таблицею по окремих гірських районах (наприклад, для Карпат $k_0 = 0,0045$). Середні шари стоку за водопілля $\bar{h}_m$ і коефіцієнти варіації C_v представлені картами, а $C_s = 3C_v \div 4C_v$. Пропонується на регіональному рівні будувати залежності $\bar{h}_m = f(H_{сер})$ та $C_v = f(H_{сер})$, де $H_{сер}$ - середня висота водозборів.

Подальшим етапом удосконалення і розвитком нормативної бази в Радянському Союзі був СНиП 2.01.14-83. Основи його викладені в «Пособии по определению расчетных гидрологических характеристик» Л., Гидрометеиздат, 1984 р. [9]. У цьому варіанті передбачено, що статистична обробка часових рядів повинна виконуватись методами моментів і найбільшої правдоподібності. Але допускаються також графоаналітичний і графічний методи.

Розрахунковий максимальний модуль стоку весняного водопілля заданої щорічної ймовірності перевищення $P\%$ визначається за структурою (1.68), але в дещо іншій редакції

$$q_{P\%} = \frac{k_0 h_{P\%}}{(F + b)^{n_1}} \mu \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1.71)$$

де $h_{p\%}$ - розрахунковий шар сумарного весняного стоку щорічної ймовірності перевищення забезпеченістю $P\%$, мм;

b - емпіричний параметр, враховуючий зниження інтенсивності редуції модуля максимального стоку в області невеликих водозборів (змінюється від 1 км^2 до 10 км^2);

δ - коефіцієнт впливу озер і водосховищ на q_p ;

δ_1 - коефіцієнт зниження максимальних модулів стоку на залісених водозборах

$$\delta_1 = a/(f_l + 1)^{n'}, \quad (1.72)$$

n' - коефіцієнт редуції, який представлено таблицею з урахуванням природної зони (лісової або лісостепової) та ґрунтового покриття водозборів, а також розташування лісу на водозборі (при встановленні C_a);

f_l - відносна залісеність водозборів, у %;

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1f_{\delta} + 1), \quad (1.73)$$

β - коефіцієнт впливу типу боліт на максимальний модуль q_m ;

f_{δ} - відносна заболоченість, у %;

δ_3 - коефіцієнт зниження максимального модуля на розораних водозборах (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Коефіцієнт δ_3 в формулі (1.71) [9]

Природна зона	Розораність водозбору, %		
	≥ 70	50	< 50
Лісова і лісостепова	0,9	1,0	1,0
Степова	0,8	0,9	1,0

Параметр k_0 визначається по річках-аналогах, виходячи зі структури (1.71).

Отже для визначення максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок рекомендується відома формула редукційного типу (1.71).

З недоліків, властивих (1.71), слід зазначити головний - включення в знаменник параметра b , який порушує фізичну сутність вихідного рівняння. Згідно [11]-[12], чисельник (1.71) представляє собою модуль схилового припливу q'_m , так як

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m = k_0 Y_m, \quad (1.74)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу;

$(n+1)/n$ - коефіцієнт часової нерівномірності припливу води зі схилів у руслову мережу;

T_0 - тривалість припливу води зі схилів у руслову мережу.

З урахуванням (1.74) та припущенні, що $\mu = 1,0$, $\delta = 1,0$, $\delta_1 = 1,0$, $\delta_2 = 1,0$

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+b)^{n_1}}. \quad (1.75)$$

Параметр b введений в (1.71), для того, щоб дещо зменшити ординати q_m/q'_m в області невеликих водозбірних площ. Згідно з [9], у тундрі і лісотундрі $b=1,0$, у лісостеповій зоні – 2, у степовій зоні, зоні посушливих степів і напівпустель – 10. Побудуємо на базі (1.75) безрозмірний комплекс q_m/q'_m

$$q_m/q'_m = \frac{1}{(F+b)^{n_1}}, \quad (1.76)$$

де – коефіцієнт загальної редукції.

Його фізичні межі: 1,0 – при $F \rightarrow 0$ і 0 – при $F \rightarrow \infty$.

При перевірці на відповідність цим вимогам рівняння (1.75), враховуючи, що за [9], у тундрі і лісотундрі $n_1=0,17$, у лісостеповій зоні – 0,25, у зонах степовій, посушливих степів і напівпустель – 0,35, з'ясувалося що, для тундри і лісотундри $(q_m/q'_m)_{F=0}=1,0$, у лісостеповій зоні – 0,84, в зонах степу, посушливих степів і напівпустель – 0,45.

Очевидно, що структура СНиП 2.01.14-83 в редакції (1.71) фізичним вимогам відповідає лише у тундровій і лісотундровій зонах, а найбільші, причому досить суттєві, розбіжності мають місце у степовій зоні та зонах посушливих степів і напівпустель. Таким чином, застосування для території рівнинної України, особливо для південної степової її частини, структури (1.71) призводить до суттєвих похибок, перш за все, внаслідок невідповідності її фізичним вимогам в зонах, як недостатнього, так і достатнього зволоження.

Фізичним умовам ($q_m/q'_m=1,0$ при $F=0$) задовольняє тільки випадок, коли $b=1,0 \text{ км}^2$, а розрахункова формула (1.71) повинна використовуватися у редакції

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}} \mu \delta \delta_1 \delta_2. \quad (1.77)$$

Слід також звернути увагу на інтегральний характер урахування впливу місцевих факторів (залісеності і заболоченості) на максимальний стік водопіль. З нормативного документу не зрозуміло, до яких з двох параметрів (k_0 чи Y_m) відносяться поправки δ_1 і δ_2 . Можна розглядати варіанти, коли залісеність або заболоченість впливають лише на одну складову чисельника у формулі (1.71), в окремих варіантах – на обидві, можливі й інші поєднання їх взаємодії.

У 2003 році СНиП 2.01.14-83, юридично скасований його засновниками – Держбудом Росії і Державним гідрологічним інститутом (м. Санкт-Петербург) та йому на заміну в Росії прийнятий СП 33-101-2003 [13]. Відмінності в їх науково-

методичних підходах пов'язані з обсягом вихідної інформації і пакетів різного роду допоміжних карт тих чи інших розрахункових параметрів.

В інших країнах колишнього СРСР пішли різними шляхами. Так, в Білорусі випустили Посібник 1-98 до СНиП 2.01.14-83. Застосовані в посібнику методи інженерно-гідрологічних розрахунків засновані на обробці та аналізі даних багаторічних спостережень на мережі станцій і постів Білоруського державного комітету з гідрометеорології по 1994 рік включно (порівняння зі СНиП 2.01.14-83 - по 1975 рік). Повністю перероблений розділ "Визначення розрахункових гідрологічних характеристик при відсутності даних гідрометричних спостережень". На основі даних спостережень вивчених річок Білорусі змінені методи визначення річного і мінімального стоків. Доповнені вимоги щодо визначення максимального стоку весняного водопілля та дощових паводків при розрахунках у разі неможливості вибору аналога.

В Молдові створено новий нормативний документ CPD.01.05-2012 [14], в якому наряду з формулами СНиП 2.01.14-83 пропонуються альтернативні варіанти розрахунку, запропоновані вченими ОДЕКУ - проф. Лободою Н.С. (розрахунки річного стоку) та проф. Гопченком Є.Д. (розрахунки максимального стоку).

В Україні, також як і в Молдові, була виконана робота по створенню нового нормативного документу ДБН В.2.4-8:2014 «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик», але на даний момент він ще офіційно не затверджений. В новому варіанті нормативного документу для України рекомендується, наряду з редуційними структурами, для визначення максимального стоку рівнинних річок в період весняного водопілля використовувати операторну методику, запропоновану вченими Одеського державного екологічного університету (проф. Гопченко Є.Д, проф. Шакірзанова Ж.Р., доц. Овчарук В.А, доц. Романчук М.Є.)

Запропонований на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ метод побудови нормативної бази в області максимального стоку, заснований на моделі руслових ізохрон [15]. Він полягає в тому, що виходячи з редуційних гідрографів

припливу води зі схилів у руслову мережу і руслових ізохрон, функції q'_t та f_t представлені рівняннями

$$q'_t = q'_m [1 - (t/T_0)^n]; \quad (1.78)$$

і

$$f_t = f_m [1 - (t/t_p)^{m_1}], \quad (1.79)$$

де T_0 - тривалість схилового припливу,

f_t - міжізохронні площі.

Через відсутність відомостей про процеси русло-заплавного і берегового регулювання приймається, що воно є функцією тільки часу, тобто $\varepsilon = f(t)$.

Спираючись на теорію руслових ізохрон:

а) при $t_p/T_0 < 1,0$

$$Q_m = \int_0^{t_p} q'_t f_t \varepsilon_t dt, \quad (1.80)$$

б) при $t_p/T_0 > 1,0$

$$Q_m = \int_0^{T_0} q'_t f_t \varepsilon_t dt. \quad (1.81)$$

Міжізохронний майданчик можна записати у вигляді

$$f_t = V_\partial B_t, \quad (1.82)$$

де V_∂ - швидкість руслового добігання повеневих хвиль;

B_t - ширина водозбору по ізохронам руслового добігання. З урахуванням (1.78), (1.79) і (1.82):

а) при $t_p/T_0 < 1,0$

$$(Q_m)_{набл.} = q'_m \bar{\varepsilon}_{t_p} \frac{m_1}{m_1 + 1} V_{\partial} t_p \left[1 - \frac{m_1 + 1}{(n + 1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right]; \quad (1.83)$$

б) при $t_p / T_0 \geq 1,0$

$$(Q_m)_{набл.} = q'_m \bar{\varepsilon}_{T_0} \frac{m_1}{m_1 + 1} V_{\partial} T_0 \frac{n}{n + 1} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n + 1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^{m_1} \right], \quad (1.84)$$

де $(Q_m)_{набл.}$ - наближене вирішення інтегралів (1.83) і (1.84), пов'язане з осередненням функції ε_t по t_p і T_0 , відповідно.

Для коригування результатів до (1.83) і (1.84) вводяться перехідні коефіцієнти $k_{\varepsilon} = Q_m / (Q_m)_{набл.}$. З їх урахуванням,

$$q_m = q'_m \psi \left(\frac{t_p}{T_0} \right) \cdot \varepsilon_F \cdot r, \quad (1.85)$$

де $\varepsilon_F = k_{\varepsilon} \bar{\varepsilon}_{t_p}$ та $\varepsilon_F = k_{\varepsilon} \bar{\varepsilon}_{T_0}$ - коефіцієнти русло-заплавного й берегового регулювання;

$\psi(t_p / T_0)$ - трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом часу руслового добігання:

а) при $t_p / T_0 = 0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1,0; \quad (1.86)$$

б) при $0 < t_p / T_0 < 1,0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1 - \frac{m_1 + 1}{(n + 1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (1.87)$$

в) при $t_p/T_0 \geq 1,0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n+1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^{m_1} \right]; \quad (1.88)$$

г) при $t_p \gg T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 0. \quad (1.89)$$

Модуль схилового припливу q'_m , який входить до (1.85), розраховується з використанням рівняння (1.74).

Теоретичні та методичні переваги розрахункової формули (1.85), у порівнянні з іншими подібними схемами, полягають у наступному:

1. Запропонований варіант спирається на природний процес трансформації опадів в руслової стік в складі ланки «схиловий приплив - русловий стік».

2. Вона може бути застосована у всьому діапазоні водозбірних площ - від окремих схилів до великих річкових систем.

3. Формула є універсальною і з точки зору її використання для різних генетичних типів паводків і повеней. Для реалізації запропонованої розрахункової формули максимального стоку паводків і повеней на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблений програмний комплекс чисельного встановлення в структурі (1.85) не вимірюваних величин T_0 , $(n+1)/n$ та ε_F .

Запропонована науково-методична база для нормування розрахункових характеристик паводків і повеней реалізована на прикладі більшості рівнинних річок України, гірських водозборів Криму і Карпат, а також річок Молдови, Алжиру та ін. [16]-[22].

З огляду на те, що останнім часом відбуваються регіональні і глобальні зміни клімату, при розрахунках стокових характеристик виникає необхідність введення відповідних поправок. Зокрема, в [23] пропонується, спираючись на чинний в Росії нормативний документ СП 33-101-2003 [13], розраховувати

відповідні характеристики стоку, а потім вводити до них так звану «кліматичну поправку». В якості проектного пропонується брати більше з отриманих значень, тобто з поправкою і без неї.

В цілому методика, запропонована вченими РГГМУ, на нашу думку, може бути використана на практиці, але облік «кліматичної поправки» через початкові моменти є дещо опосередкованою і складною процедурою.

Операторна модель дає можливість вводити «кліматичні поправки» безпосередньо до максимальних снігозапасів і стокоформуєчих опадів в період весняного водопілля та паводків, а також до коефіцієнтів стоку. Детально ця проблема розглянута в статті авторів [24], а в загальному можна відзначити, що всі прогностичні моделі і сценарії провідних світових центрів, які представлені на сайті Центру поширення даних (DDC) Міжурядової групи з кліматичних змін (IPCC, <http://ipcc-data.org>), дають можливість отримати прогностичні середні значення температури повітря і опадів. Авторами проведено дослідження взаємозв'язків між прогнозованими і розрахунковими величинами - максимальними снігозапасами і опадами під час весняного водопілля. Для території рівнинної України отримані відповідні залежності, які мають досить високі коефіцієнти кореляції (для залежності $S_m = f(X_{cp})$ - $r = 0,88$; для залежності $X_{III-V} = f(X_{сер})$ - $r = 0,90$). Отже, в залежності від розрахованих за однією з моделей і відповідним сценарієм, прогностичних значень $X_{сер}$ можна внести відповідну поправку в значення снігозапасів і опадів під час повені.

Аналогічний результат отримано для зв'язків між середньобагаторічною температурою повітря і досліджуваними характеристиками водопілля. Для залежності $S_m = f(\bar{T})$ коефіцієнт кореляції дорівнює 0,90, а для $X_{III-V} = f(\bar{T})$ - $r = 0,73$.

Отримані результати свідчать про наявність досить стійких зв'язків між характеристиками, які визначають об'єм водопілля та основними кліматичними характеристиками в Україні - опадами і температурою повітря, і отже про можливість безпосереднього врахування змін клімату на стік водопілля.

1.2.2 Рекомендації ВМО щодо розрахунку талого стоку

Під час танення снігового покриву багато процесів, які визначають стік з рівнинних і гірських басейнів, проходять однаково, наприклад: танення снігу, затримання води в снігу, надходження талих вод на водозбір, втрати талих вод, водовіддача басейну, а також час добігання талого стоку до замикаючого створу. З іншого боку, деякі процеси в цих басейнах мають й певні відмінності. Наприклад, міжрічна мінливість втрат талого стоку, що утворився за рахунок танення снігу і надходження вільної води, набагато більша в рівнинних басейнах, порівняно з гірськими.

Сумарний стік весняного водопілля рівнинних басейнів залежить від запасів води в сніговому покриві до початку сніготанення, кількості опадів, що випали після початку сніготанення, та кількості води, витраченої на інфільтрацію і випаровування з річкового басейну. Перший фактор можна визначити шляхом вимірювань. Другий фактор – кількість опадів, які випали після початку сніготанення – може бути визначений методом прогнозу або ймовірнісним способом, або за середнім значенням кліматичних характеристик.

Третій фактор – втрати талого стоку в басейні – визначається інфільтраційною здатністю ґрунту та ємністю поверхневих понижень, включаючи крупні некапілярні пори у верхньому шарі ґрунту. Втрати на випаровування відносно невеликі і мало змінюються від року до року.

Для визначення сумарного талого стоку з рівнинних водозборів в [1] рекомендується використовувати водобалансові залежності. На їх основі сумарний талий стік може бути розрахований на початку періоду сніготанення. Однак, для розрахунку гідрографів стоку часто потрібні значення добового надходження талої води. Для визначення цих величин необхідно враховувати такі основні чинники:

1. Приплив тепла до снігового покриву.
2. Водоутримуючу здатність снігу.
3. Площу, вкриту снігом.
4. Водоутримуючу здатність басейну.

В загальному вигляді добове надходження талих вод Q_n може бути описано за допомогою рівняння:

$$Q_n = \frac{m}{1 - \alpha_0} f_1(M, I_f) f_2(M, \alpha_0), \quad (1.90)$$

де m - добове танення;

α_0 - початкова відносна кількість талої води, затриманої снігом, яка відповідає верхній межі водоутримуючої здатності снігового покриву;

$f_2(M, \alpha_0)$ - функція, що виражає відносну площу надходження талої води, пов'язану з сумарним таненням M і початковим затриманням води сніжним покривом;

$\alpha_0 f_1(M, I_f)$ - коефіцієнт стоку як функція сумарного танення та індексу інфільтраційної здатності басейну I_f .

Початкова кількість талої води, яка затримана снігом, залежить від структури і щільності снігового покриву і може бути визначена експериментальним шляхом. Обмежені дані показують, що в якості першого наближення значення α_0 для рівнинних водозборів з щільністю снігу в межах від 0,25 до 0,30 можуть бути прийняті рівними 0,15-0,20. Відносна площа, на якій відбувається надходження талої води $f_2(M, \alpha_0)$, залежить від розподілу снігового покриву за площею. Таким чином, збільшення відносної площі водовіддачі пов'язане із збільшенням площі, яка вкрита вологонасиченим снігом. Коли сніговий покрив залишається у вигляді окремих плям, відносна площа водовіддачі зменшується із зменшенням площі, покритої снігом. Найпростіша методика розрахунку площі водовіддачі заснована на припущенні рівномірного танення снігу й однакової вихідної водоутримуючої здатності снігу по всьому басейну. За

таких умов функція $f_2(M, \alpha_0)$ може бути визначена як різниця між двома функціями:

$$f_2(M, \alpha_0) = f_3(M) - f_4(M), \quad (1.91)$$

де $f_4(M)$ – площа басейну, на якій розтав сніг;

$f_3(M)$ - інтегральна функція відносної площі, на якій сніг стає вологонасиченим:

$$f_3(M) = f_4(M/\alpha_0) . \quad (1.92)$$

Коефіцієнт стоку $f_1(M, I_f)$ є функцією, яка зростає зі збільшенням танення, оскільки інфільтраційна здатність річкового басейну при цьому зменшується. Залежність між змінними величинами може бути отримана емпіричним шляхом з використанням в якості параметрів індексу попереднього зволоження ґрунту і глибини його промерзання. Для цього можуть бути використані і водобалансові залежності. Після отримання такої залежності для річкового басейну функція $f_1(M, I_f)$ визначається шляхом диференціювання:

$$f_1(M, I_f) = \frac{dQ(W, I_f)}{dW}, \quad (1.93)$$

де Q - сезонний стік;

W - середній запас води у снігу з урахуванням опадів.

За допомогою цього методу можна отримати декілька кривих для різних значень індексу інфільтраційної здатності I_f .

Надалі для рівнинних районів, де приріст стоку в період повені порівняно малий, а період сніготанення короткий, стік рекомендується оцінювати шляхом

використання отриманих розрахунковим шляхом значень сніготанення з допомогою методів одиничного гідрографу або ізохрон.

1.2.3 Регіональні методики для розрахунку максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро

При відсутності натурних спостережень над щорічними максимальними витратами води на річках і водотоках розрахункові значення максимумів зазвичай визначаються за формулами, параметри яких повинні відображати загальні та місцеві особливості формування стоку водопілля на річках району, який розглядається.

Так, А.А. Соколовим в «Указаниях по определению расчетных максимальных расходов талых вод при отсутствии или недостаточности гидрометрических наблюдений (СН 356-66)», а згодом і у методиці СНиП 2.01.14-83 [9], і звичайно ж, у новому СП 101-33-2003 [13], який прийшов на заміну вищевказаним нормативним документам, розрахункову максимальну витрату води весняного водопілля $Q_{P\%}$ (м³/с) заданої щорічної ймовірності перевищення $P, \%$ слід визначати за редуційною структурою вигляду (1.71), яка досить ретельно описана вище.

З іншого боку, в Україні досить поширеною свого часу була формула запропонована для розрахунку характеристик максимального стоку весняного водопілля В.І. Мокляком [25]-[26]. З одного боку, вона у якості вихідної моделі опирається на теорію руслових ізохрон, а з іншого, через непослідовність практичної реалізації була зведена до редуційного вигляду. Структурно вона взагалі нагадує формули граничної інтенсивності, тобто

$$Q_P = 0,28 a_m \varphi F p r \lambda , \quad (1.94)$$

де Q_P - максимальна миттєва витрата води, м³/с ймовірністю перевищення P , %;

a_m - максимальна інтенсивність водовіддачі, мм/год 1%-ої ймовірності перевищення;

ϕ - коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати води;

F - площа водозбору, км²;

ρ - коефіцієнт врахування впливу залісеності, заболоченості, неодночасності віддачі стоку з басейну;

r - коефіцієнт врахування впливу системи водосховищ;

λ - коефіцієнт ймовірності перевищення максимальних витрат води;

0,28 - коефіцієнт розмірності.

Параметри, які входять до формули (1.94) визначаються наступним чином:

а) максимальна витрата Q_P відповідає ймовірності перевищення $P\%$ і залежить від коефіцієнта λ ;

б) максимальну годинну інтенсивність водовіддачі a_m для опорної 1%-ої ймовірності перевищення рекомендується приймати у відповідності зі спеціальними таблицями, зокрема, приклад такої таблиці для басейну Дніпра наведений нижче (табл. 1.4);

Таблиця 1.4 - Регіональні значення максимальної інтенсивності водовіддачі в басейні Дніпра (за В.І. Мокляком [26])

Басейни річок	Інтенсивність водовіддачі, мм/год
1. Правобережжя р. Прип'ять і праві притоки р. Дніпра до м. Київ	
Річки Вижівка, Тур'я, Стохід, Стирь, Горинь	6,0
Річки Случ, Уборть, Уж, Тетерів, Ірпень	7,0
2. Басейн р. Десна	
р. Десна і її притоки до м. Брянськ, верхів'я р. Сейм, включаючи басейни річок Тускар'я і Свапа	7,5-8,0
Річки середньої і нижньої течії Десни і Сейму	7,0
3. Лівобережні і правобережні притоки р. Дніпро нижче м. Київ	
Річки Трубіж, Супій, Вільшанка і Золотоноша	4,0
Річки Рось, Тясмин, Базавлук і Інгулець	6,5
Річки Сула, Псел, Ворскла, Орель, Самара (без	7,0

Вовчої), Мокра Сура і Конка	
Річка Вовча	8,0

в) коефіцієнт редукції модуля максимальної витрати води φ визначається в залежності від величини τ і співвідношення $n = \tau / t_c$, де τ – тривалість добігання стоку, t_c – тривалість водовіддачі у добах.

У випадках, коли $n > 1$ ($\tau > t_c$), коефіцієнт φ визначається як

$$\varphi = \frac{0,28 + 0,07n}{1 + 2n} \quad (1.95)$$

або приймається за спеціальною таблицею.

Якщо $n < 1$, але $\tau > 1$ доби, тоді

$$\varphi = \frac{0,35}{1 + 2n} \quad (1.96)$$

або приймається також за спеціальною таблицею.

І, коли час добігання $\tau < 1$ доби,

$$\varphi = \frac{t_c}{0,92t_c - 0,24 + (1,94t_c + 5,95)\tau} \quad (1.97)$$

Для дуже малих водотоків – з $\tau \leq 0,04$ доби (тобто менше години) $\varphi = 1,0$;

г) тривалість добігання хвилі водопілля τ знаходиться шляхом ділення довжини водотоку L , км, вимірної по найбільш довгому притоку від витoku річки (а для малих річок з $\tau \leq 1$ доби – від водороздільної лінії), на швидкість добігання V , км/доб.

Швидкість добігання хвилі водопілля визначається як

$$V = aH^{1/3}, \quad (1.98)$$

де a – коефіцієнт форми русла та шорсткості його дна та стінок, береться з відповідної для нього таблиці;

H – висота падіння річки від її витoku до розрахункового створу, а для невеликих річок (з $\tau < 1$ доби) – від водорозділу до розрахункового створу, м;

г) тривалість водовіддачі від сніготанення (схилового припливу) t_c визначається по спеціальних картах ізоліній (рис. 1.3);

д) коефіцієнт врахування впливу залісеності, заболоченості і неодночасності сніготанення на окремих частинах басейну визначається за формулою

$$\rho = \frac{t_c + \tau}{m_0 t_c + \tau + t_H}. \quad (1.99)$$

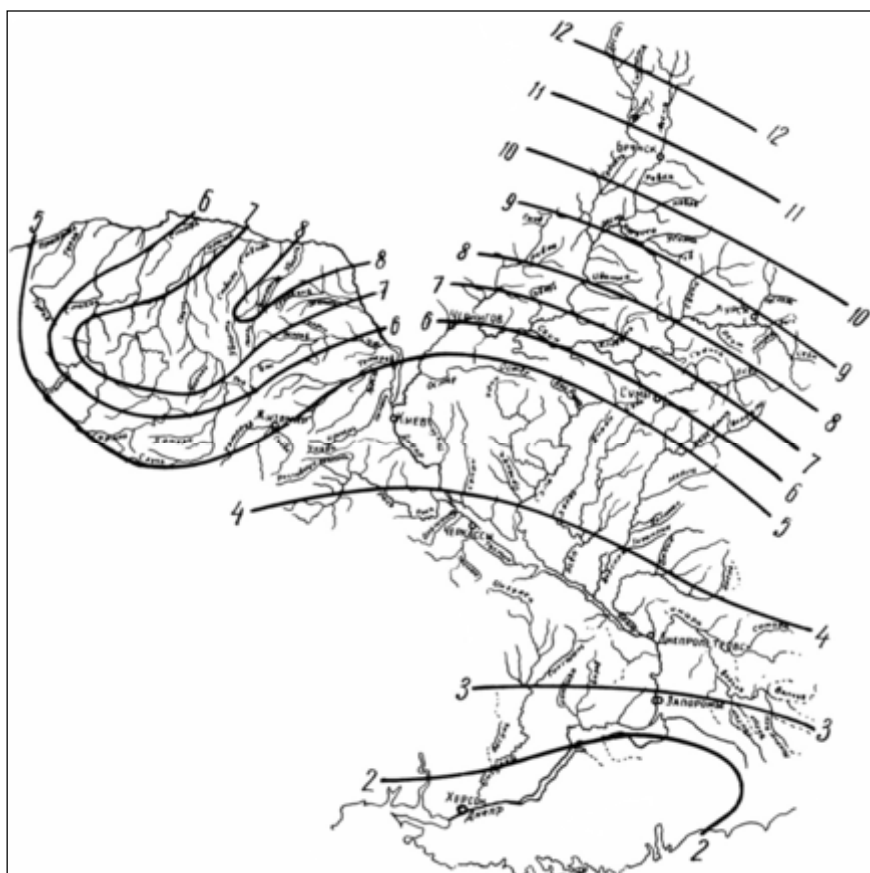


Рисунок 1.3 - Ізолінії тривалості водовіддачі від талого стоку (діб) [26]

Коефіцієнт m_0 , який враховує підвищену тривалість водовіддачі t_c за рахунок впливу залісенності та заболоченості, знаходиться за формулою

$$m_0 = 1 + \alpha \frac{f_L}{F} + \frac{f_{\bar{b}}}{F}, \quad (1.100)$$

де f_L – площа басейну, яка покрита лісом, км²;

$f_{\bar{b}}$ – площа під болотами, км²;

α – коефіцієнт, який враховує склад лісних насаджень: для листяних лісів $\alpha = 0,7$; для змішаних $\alpha = 1,0$;

е) Тривалість неодноразовості віддачі стоку від сніготанення знаходиться за співвідношенням

$$t_H = T_B - T_c, \quad (1.101)$$

де T_B – умовний час початку віддачі стоку біля витоку річки;

T_c – той же час у низового (розрахункового) створу.

Дані про T_B та T_c встановлюються за картограмою, наведеною на рис. 1.4, де ізолінії руху фронту сніготанення показані в добах (без прив'язки до календарю) для року з умовами формування високих максимальних витрат води;

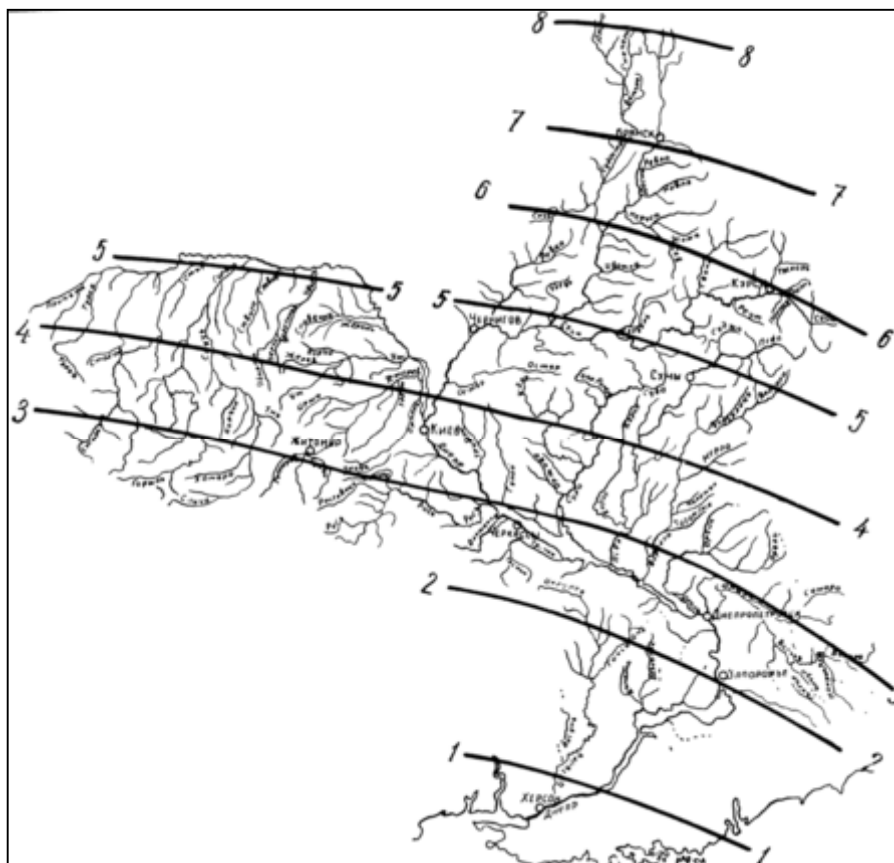


Рисунок 1.4 - Ізолії руху фронту сніготнення (діб) [26]

є) коефіцієнт врахування зарегулювання (зниження) максимальної витрати водосховищем в басейні визначається за формулою

$$r = 1 - \frac{W_1}{S_1} \left[1 - \left(1 - \frac{f_1}{F} \right)^n \right], \quad (1.102)$$

де W_1 – регулюючий об’єм водосховища, створ греблі якої замикає водозбірну площу f_1 ;

S_1 – стік з водозбірної площі f_1 ;

n – показник степені, який для весняного водопілля приймають рівним 0,75;

ж) коефіцієнти ймовірності перевищення максимальних витрат води λ приймаються за таблицею, в якій наведені осереднені значення перехідних коефіцієнтів у межах виділених районах.

Таким чином, за допомогою формули (1.94) можна розрахувати максимальну витрату 1%-ої ймовірності перевищення ($P=1\%$) при $\lambda=1,0$, а потім й інших ймовірностей перевищення (P) за допомогою перехідних коефіцієнтів.

Аналіз структури формули (1.94), приведений в [18] на прикладі басейну Прип'яті, дозволяє авторам дійти висновку, що формула В.І. Мокляка немає фізичних обмежень зверху, також визиває подив факт того що рівняння (1.97), на відміну від двох попередніх – (1.95)-(1.96) – є розмірним.

На модель руслових ізохрон опирається також формула Й.А. Железняка [27]-[28]. Переконавшись в тому, що реалізація моделі руслових ізохрон вимагає наявності не тільки кривих ізохрон і гідрографів водовіддачі, але й трансформаційної функції, пов'язаної з русло-заплавним регулюванням, Й.А. Железняк [28] вводить в розрахункову схему поняття функції впливу, яка є, по суті, комбінацією двох функцій трансформації - ізохрон і руслового регулювання, і тоді

$$Q_i = q'_i P_1 + q'_{i-1} P_2 + \dots + q'_{i-t_p+1} P_{t_p}. \quad (1.103)$$

Максимальна середньодобова витрата води при цьому дорівнює

$$\tilde{Q}_m = 0,0116 k_{м.г.м} Y_m F, \quad (1.104)$$

де $k_{м.г.м}$ - так званий метеоролого-гидравліко-морфометричний параметр.

Щоб зрозуміти сутність параметра $k_{м.г.м}$, який, за Й.А. Железняком, є відношенням

$$k_{м.г.м} = \left(\sum_{i=1}^{t_p} q'_i P_i \right)_m \bigg/ \sum_{i=1}^{T_0} q'_i, \quad (1.105)$$

домножимо і поділимо праву частину (1.104) на $k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$.

Тоді

$$\tilde{q}_m = k_{м.г.м.} \tilde{q}'_m \frac{n}{n+1} \cdot T_0 . \quad (1.106)$$

Звідки

$$k_{м.г.м.} = \tilde{q}_m / \tilde{q}'_m \cdot \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} . \quad (1.107)$$

З (1.107) видно, що ніяким «метеоролого-гідравліко-морфометричним» змістом $k_{м.г.м.}$ не підпорядковується, а є всього лише коефіцієнтом загальної редукції, помноженої на коефіцієнт схилової трансформації.

Якщо на основі (1.107) побудувати безрозмірний комплекс, то він буде мати вигляд

$$q_m / q'_m = \frac{n}{n+1} k_{м.г.м.} \cdot T_0 . \quad (1.108)$$

Через фізичну невизначеність $k_{м.г.м.}$ досить складно здійснити перевірку (1.108) стосовно відповідності її граничним вимогам [29].

1.3 Методика, що пропонується для нормування розрахункових характеристик максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро за відсутності матеріалів безпосередніх спостережень

До цього часу за відсутності матеріалів спостережень за гідрологічним режимом річок України розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля на них визначаються за емпіричними формулою [9]

$$q_{P\%} = \frac{k_0 Y_{P\%}}{(F + b)^{n_1}} \delta \mu \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1.109)$$

де k_0 - параметр, який характеризує дружність весняного водопілля;

$q_{P\%}$ - максимальний модуль весняного водопілля забезпеченістю;

$Y_{P\%}$ - розрахунковий шар стоку весняного водопілля забезпеченістю $P\%$;

μ - коефіцієнт, який ураховує нерівність статистичних параметрів шарів стоку і витрат води;

δ - коефіцієнт для урахування регулювання водопіль водоймами проточного типу (озер, водосховищ, ставків);

b - коефіцієнт зменшення редуції в області невеликих водозборів;

δ_1 - коефіцієнт залісеності;

δ_2 - коефіцієнт заболоченості;

δ_3 - коефіцієнт для урахування редуції, пов'язаної з агротехнічними заходами на басейні (при $F < 200 \text{ км}^2$).

Коефіцієнт дружності водопілля k_0 визначається оберненим шляхом з формули (1.64), як аналога для розрахункового водозбору.

Інші параметри формули (1.64) встановлюються за допомогою нормативних рекомендацій. Деякі з них картовані або представлені у табличному вигляді.

Слід зауважити, що така методика є чинником похибок, величину яких важко оцінити.

Виходячи з наявності значної кількості параметрів, розрахункова методика потребує спрощення. Автори пропонують скористатись теоретичною базою, що обмежена зменшеною кількістю розрахункових параметрів.

Зокрема, вихідний гідрограф стоку приймається у редуційній одноmodalній структурі [4]

$$q_t = q_m \left[1 - \left(\frac{t}{T_n} \right)^m \right], \quad (1.110)$$

де q_m - максимальний модуль весняного водопілля;

T_n - тривалість водопілля.

Після інтегрування (1.110) отримаємо вираз для шару стока водопілля

$$Y_m = q_m T_n \frac{m}{m+1}. \quad (1.111)$$

Звідки

$$q_m = \frac{m+1}{m} \frac{Y_m}{T_n}, \quad (1.112)$$

де $\frac{m+1}{m} = \frac{q_m T_n}{Y_m}$ - коефіцієнт часової нерівномірності руслового стоку .

Домножимо чисельник і знаменник (1.112) на k_0 , тоді

$$q_m = \frac{m+1}{m} \frac{k_0 Y_m}{T_n k_0} = \left(\frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) q'_m \frac{T_0}{T_n}, \quad (1.113)$$

де $k_0 Y_m = q'_m$ - максимальний модуль схилового припливу;

$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}$ - коефіцієнт схилової трансформації водопіль;

$(n+1)/n$ - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;

$\frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} = k_m$ - коефіцієнт трансформації стоку водопілля;

$T_0 / T_n = k_n$ - коефіцієнт русло-заплавної трансформації водопіль.

Після підстановки k_m, k_n в (1.113) отримаємо

$$q_m = q'_m k_m k_n, \quad (1.114)$$

де

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m = k_0 Y_m. \quad (1.115)$$

Якщо в (1.114) підставити (1.115), то

$$q_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} k_m k_n Y_m. \quad (1.116)$$

Відома емпірична формула редукційного типу має вигляд

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (1.117)$$

а $k_m \cdot k_n = 1/(F+1)^{n_1}$.

Після логарифмування (1.117) отримаємо вираз

$$\lg q_m = \lg q'_m - n_1 \lg(F+1). \quad (1.118)$$

З (1.118) шляхом побудови залежності $\lg q_m = f \lg(F+1)$ встановлюється степеневий показник n_1 (як тангенс кута лінії нахилу до осі абсцис).

За відомим показником степені n_1 та допомогою (1.117) для всіх річкових басейнів встановлюються індивідуальні модулі схилового припливу q'_m

$$q'_m = q_m (F+1)^{n_1}. \quad (1.119)$$

За даними q'_m і n_1 та (1.115) визначається T_0 , оскільки

$$T_0 = (q_m / q'_m)(F + 1)^{n_1}. \quad (1.120)$$

У подальшому T_0 узагальнюється по території.

1.4 Огляд математичних моделей для гідрологічного прогнозування максимального стоку весняного водопілля річок

На сучасному етапі розвитку гідрологічних прогнозів удосконалення традиційних методів гідрологічних прогнозів пов'язане зі створенням моделюючих прогностичних комплексів, які дозволяють при використанні комп'ютерної техніки математично описувати випадкові зміни метеорологічних впливів на водозбір, а далі стокові процеси у динаміці їх розвитку у часі, а також створення просторових моделей прогнозування і представлення прогнозової інформації у картографічному вигляді [1], [30]-[33].

При створенні математичної моделі необхідно використовувати дві умови, протилежні за характером [1]:

- 1) модель повинна найбільш повно відображати всі фізичні особливості процесу, що підлягають математичному моделюванню;
- 2) вона повинна бути простою і зручною у використанні для надійного визначення параметрів моделі при переході від одного басейну до іншого.

Вибір математичної моделі для її використання в оперативній гідрологічній діяльності (для моделювання гідрографу стоку, прогнозу характеристик паводків, якості води, управління водними ресурсами) здійснюється з урахуванням конкретних кліматичних і фізико-географічних умов водозборів, наявності вихідної інформації, робочих характеристик для розробки і використання моделей, підбору параметрів моделей і можливість їх перенесення для різних за розмірами басейнів (з малих на більші за площею басейни), можливістю

модернізації моделей на основі врахування поточних гідрометеорологічних умов і кліматичних коливань.

Визначення параметрів моделі відбувається при використанні наявної інформації за методами оптимізації з фізичним аналізом отриманих результатів для конкретних водозборів і забезпечує точність розрахунку за моделлю. Можливість використання гідрологічних моделей в оперативних прогнозах, пов'язана з автоматизацією процесів отримання та обробки великої кількості вихідних даних, а також впровадження автоматизованих систем випуску прогнозів на базі математичних моделей.

1.4.1 Основні етапи розвитку математичного моделювання у гідрологічних прогнозах

Теоретичні й експериментальні дослідження з питань формування стоку річок (дощового і тало-дощового) та його факторів протягом тривалого часу послужили методичною основою для створення різних математичних моделей по розрахунках і прогнозах стоку. Ці моделі в основному відносяться до детерміністичних (передбачають однозначний зв'язок між вхідними і вихідними даними) із зосередженими параметрами (класу концептуальних). Вони використовуються в основному для короткострокових прогнозів гідрографів весняного водопілля і дощових паводків – моделі Гідрометцентру СРСР, В.І. Кореня і В.А. Бельчикова, Ю.М. Денисова та ін. [30]-[33]. Однак, відома низка моделей, які дозволяють розраховувати і прогнозувати об'єм весняного водопілля на річках [34], [35].

Одною з ранніх математичних моделей для проектування гідрографів весняного водопілля рівнинних річок є модель, побудована в Гідрометцентрі СРСР та узагальнює дослідження В.Д. Комарова, Є.Г. Попова, Г.П. Калініна та інших авторів [31]-[32], [36]. В моделі на основі вихідних гідрометеорологічних

даних мережі спостережень (для польової і лісової частин басейну) здійснюється послідовний математичний розрахунок процесів сніготанення, водовіддачі снігового покриву і припливу води до руслової мережі (окремо для польової і лісової частин басейнів), а далі за допомогою лінійної трансформаційної функції формування гідрографу стоку у замикальному створі річки.

Для річок лісової зони розроблена модель талого, дощового і тало-дощового стоку, авторами якої є В.І. Корень і В.А. Бельчиков [37]-[39]. Модель дає можливість безперервного на протязі року розрахунку і прогнозу гідрографів стоку в замикаючому створі на основі врахування теплофізичних процесів, які відбуваються в зоні аерації і на поверхні ґрунтів, тобто вести розрахунок промерзання і відтанення ґрунту, перерозподіл вологи в ґрунтах, надходження, інфільтрації і стоку води. При цьому розглядаються різні варіанти моделі, що враховують процеси формування стоку води окремо для польових і лісових частин басейну. Крім того, при розрахунках поверхневого стоку в полі враховується можливе утворення на частині площі водонепроникного шару, який зменшує втрати води на інфільтрацію. Розрахунок гідрографів у замикаючих створах відбувається шляхом врахування сумарного – поверхневого і ґрунтового стоку за допомогою лінійної моделі трансформації паводків.

В подальшому модель була реалізована й для річок лісостепової зони (на прикладі р. Десна та її приток) в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті (УкрНДГМІ) (зараз Український гідрометеорологічний інститут - УкрГМІ) В.П. Водоласковим [40].

Для прогнозу гідрографів весняно-літнього водопілля гірських річок були створені математичні моделі, авторами яких є Ю.М. Денисов (1965, 1972 рр.), В.М. Мухін (1977 р.), В.М. Мухін, О.Я. Полунін (1982 р.), Л.М. Боровікова (1977, 1979 рр.) [31]-[32], [41]. В основу вирішення прогностичної задачі цими авторами покладено модель динаміки накопичення та витрачання запасів води у сніговому покриві; розрахунок надходження води на поверхню басейну в результаті танення снігу і льодовиків в горах та дощових опадів на висотних зонах; визначення втрат тало-дощових вод та трансформації водовіддачі у гідрограф стоку.

При застосуванні моделі кращі результати одержуються для річок з невеликою кількістю рідких опадів, що випадають на вільну від снігу поверхню басейну. Точність розрахунків за моделлю знижується через рідку мережу існуючих станцій спостережень в горах. При цьому доцільно залучати дані вимірів за сумарними опадомірами на тих висотах, де звичайні станції і пости відсутні. В останні роки відбувається уточнення моделей за рахунок більш надійних методів визначення снігозапасів у гірських басейнах.

На теперішній час у сучасній оперативній практиці гідрологічного прогнозування в Українському Гідрометцентрі (УкрГМЦ) використовуються науково-методичні розробки УкрГМІ, які об'єднані в єдину систему у вигляді прогнозно-моделюючих комплексів (за видами прогнозів і групами річкових басейнів): «Тиса», «Дністер», «Прут», комплекс «ДОЩ-3», «СЛОЙ-3», з програмним забезпеченням, реалізованим на персональному комп'ютері (автори М.М. Сусідко, О.І. Лук'янець) [42]. Моделі дозволяють математично описувати процеси снігонакопичення, зміни стану поверхні водозборів, сніготанення та стокоутворення в періоди весняних водопіль, а також процеси розвитку дощових паводків на основі моделювання процесів нерівномірного просторового розподілу опадів, стокоутворення, випаровування, фільтрації.

Оскільки ці процеси відбуваються на території гірських водозборів з різною інтенсивністю внаслідок складних орографічних умов, вони розглядаються по висотних зонах з урахуванням ступеня їх залісеності. Оцінювання шару весняного стоку з виділених висотних зон часткових площ басейну здійснюється шляхом воднобалансового вирішення [42].

В останні роки в УкрГМІ розроблено і впроваджено (з 2015 р.) у виробничу діяльність Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії (ДГМО, м. Ізмаїл) аналітично-експертну систему прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «Істер» (автор Христюк Б.Ф.). Програмний прогностичний комплекс дає змогу автоматизувати процес випуску оперативних прогнозів рівнів води р. Дунай, а саме щоденних, декадних і місячних. Результатом роботи програми є текстові

файли з відповідними прогностичними величинами рівнів води для пунктів, розташованих на судохідній частині р. Дунай [43]-[44].

Для розрахунку і прогнозу об'єму весняного водопілля рівнинних річок розроблені і можуть використовуватись в практиці моделі Ю.Б. Виноградова [34] і М.М. Сусідка – прогностичний комплекс «СЛОЙ» [35], модель для прогнозу талого та дощового стоку річок Л.С. Кучмента [45]-[46]. В останні роки розроблений і використовується в практиці гідрологічних прогнозів ансамблевий метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного стоку, що базується на моделі руслових ізохрон [18], [47].

Математична модель, автором якої є Ю.Б. Виноградов [34], заснована на послідовному щодобовому розрахунку (починаючи з осіннього періоду) різних характеристик гідрологічних процесів у сніговому покриві і шарі ґрунтів для розглядуваної території. Визначення втрат води здійснюється за моделлю Є.Г. Попова [48]. Сумарний поверхневий приплив разом з ґрунтовим надходженням вод чисельно дорівнює шару стоку весняного водопілля.

Особливості формування весняного водопілля (у тому числі й в районах з відлигами – на прикладі Українського Полісся) відображені в математичній моделі «СЛОЙ», розробленій в Українському гідрометеорологічному інституті (УкрГМІ) М.М. Сусідком, Є.І. Кочелабою і В.П. Окорським [35].

Прогноз об'єму весняного водопілля здійснюється шляхом воднобалансового вирішення при визначенні сумарних втрат тало-дощових вод через такі показники як коефіцієнт стоку і шар поверхневого затримання вологи з врахуванням залісеності водозборів. Модель дозволяє досліджувати процеси промерзання і відтанення ґрунту, зміни зволоженості водозборів, динаміки накопичення і сходу снігового покриву безупинно протягом зимово-весняного сезону. Це особливо важливо в районах, які характеризуються зимовими відлигами.

Модель широко використовується в оперативній практиці Українського гідрометцентру та дає можливість довгострокового просторового прогнозування шарів стоку весняного водопілля як для окремих водозборів, так і для річок всієї

території України в цілому. При цьому прогнозні шари весняного стоку представляються у картографічному вигляді, а також у ймовірнісній формі за різними сценаріями розвитку весняних процесів. Універсальність моделі СЛОЙ-2 полягає в можливості її використання в різних фізико-географічних умовах.

Найбільш фундаментальною з сучасних робіт щодо математичного моделювання для прогнозу талого та дощового стоку річок є робота Л.С. Кучмента [45]-[46]. Автором в рамках моделювання річкового стоку достатньо детально розглядаються питання механізму руху води по поверхні водозбору і в руслах на основі розв'язання рівнянь Сен-Венана, гідротермічних процесів (тепло- і вологопереносу), що відбуваються у сніговому покриві та мерзлому ґрунті, русі води у ґрунтах (інфільтрація) і евапотранспірації (сумарне випаровування води, яка накопичується у ґрунті). Л.С. Кучментом показана можливість побудови ансамблевих (складених за різними методиками в одну і ту ж дату прогнозу) довгострокових прогнозів об'єму та максимальної витрати води весняного стоку за допомогою фізико-математичного і динаміко-стохастичного моделювання з врахуванням антропогенного впливу на формування річкового стоку.

Використання Л.С. Кучментом детальних фізико-математичних моделей в сполученні з метеорологічними величинами, які задані у вигляді їх фізично можливих меж (при стохастичному моделюванні параметрів погоди), дозволяють перейти від детерміністичних прогнозів до ймовірнісного представлення очікуваних величин стоку. Це повною мірою дає можливість оцінити збитки від максимально можливих екстремальних паводків в конкретних фізико-географічних і кліматичних умовах річкових водозборів. Такий метод детерміністичного прогнозування широко використовується в США, Японії та інших країнах при проектуванні гідротехнічних споруд, їх експлуатації в можливих екстремальних умовах формування паводків.

Апробацію моделі автором [45] виконано на прикладі басейнів річок Сейм до м. Курськ і В'ятка до м. В'ятські Поляни. Розповсюдження прогностичних моделей для інших водозборів пов'язано з проблемами визначення емпіричних параметрів моделей, що спричиняє додаткові труднощі.

В Одеському державному екологічному університеті (автори Є.Д. Гопченко і Ж.Р. Шакірзанова) [18], [47] обґрунтований та доведений до практичного застосування науковий метод територіального довгострокового прогнозування максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок, строків проходження водопіль. Метод прогнозу ґрунтується на попередньому встановленні типу або діагнозі водності майбутньої весни, визначенні за регіональними залежностями прогнозних величин модульних коефіцієнтів шарів стоку або максимальних витрат води, їх представлення у картографічному вигляді, а також дає можливість оцінити ймовірність настання прогнозних величин у багаторічному розрізі, незалежно від гідрологічної вивченості території. Фоновий прогноз строків початку та проходження максимальних рівнів води водопіль використовує прогностичну інформацію по середньодекадних температурах повітря при просторовому узагальненні параметрів прогнозної схеми [18], [47].

Не менш важливим питанням в умовах сучасних змін клімату є оцінка та прогнозування стану водних ресурсів України в цілому на майбутні десятиріччя. Водні ресурси країни формуються за рахунок поверхневих і підземних вод, які є придатними до використання – це води річок, озер, штучних водойм, водотоків [49]. В умовах змін глобального і регіонального клімату, пов'язаних з підвищенням температур повітря і, як наслідок, зростання посушливості клімату, підвищення випаровування з водної поверхні, збільшення заборів води на зрошування, погіршення якості природних вод при підвищенні температури водної маси та ін. постають питання щодо раціонального використання, охорони і захисту водних ресурсів країни.

Прикладом математичної моделі, яка враховує зв'язки між кліматичними характеристиками і водним режимом річок є модель «клімат-стік», автором якої є Н.С. Лобода і Є.Д. Гопченко [49]. Модель базується на розв'язанні рівняння водно-теплового балансу територій при врахуванні метеорологічних величин як спостережених, так й визначених в різних сценаріях розвитку клімату у майбутньому.

Модель складається з двох частин: перша – дозволяє на основі розв’язання рівняння водно-теплогового балансу визначити норму природного (не порушеного господарською діяльністю) річкового стоку за даними метеорологічного режиму («норма кліматичного стоку») для різних часових періодів і фаз водного режиму річок, розташованих у відповідних фізико-географічних умовах формування стоку; друга – дає змогу оцінити побутовий (перетворений господарською діяльністю) річний стік з урахуванням антропогенного навантаження на водні ресурси шляхом введення у стохастичну модель коефіцієнтів водогосподарського впливу до норм природного стоку річок [49].

Прогнозування стану водних ресурсів країни в математичній моделі «клімат-стік» здійснюється при використанні метеорологічних даних сценаріїв змін глобального клімату, що адаптовані в Україні. Це такі кліматичні сценарії глобального потепління клімату, найбільш відомі з сценаріїв ВМО і ті, що передбачають «залпове» подвоєння концентрації вуглекислого газу CO_2 , як сценарії GISS (інститут Годдара), GFDL (лабораторія гідрофізичної гідродинаміки США), CCCM (Канадський кліматичний центр), UKMO (метеорологічне бюро Об’єднаного королівства) або ті, що розглядають поступове збільшення CO_2 (такі як, наприклад, нестационарна модель GFDL (США) та MPI (інститут Макса Планка, Німеччина) [49]-[50].

Результати чисельних експериментів за моделлю «клімат-стік» показали, що за різними кліматичними сценаріями, найбільший негативний вплив глобального потепління клімату на водні ресурси у десятиріччя 2030-2040 рр. відіб’ється в степовій географічній зоні України – при зниженні водних запасів до 40% (нестационарна модель GFDL) або, навіть, до 50% (сценарій CCCM), що відповідає стану руйнації водогосподарської системи. До 2030-2040 рр. на 40% скоротяться й водні ресурси зони мішаних лісів, а зона недостатнього зволоження змиститься (розшириться) до сучасних північних меж Дністровсько-Донецької провінції лісостепової зони України.

Таким чином, одним з важливих аспектів практичного використання математичної моделі «клімат-стік» є понаддострокова оцінка стану водних

ресурсів України, від яких залежатиме загальний соціально-економічний і екологічний розвиток країни.

В останні 30 років як у нашій країні, так і за кордоном велися дослідження, спрямовані на розробку моделей стоку, які можна було б безперервно використовувати в оперативній практиці прогнозування. Математичні моделі з зосередженими параметрами для прогнозування водного режиму річок (гідрографів стоку у замикаючому створі річок з різною деталізацією процесів стокоутворення) розроблені і використовуються за кордоном, у тому числі, в практиці ВМО [1], наприклад, Стенфордська (автори Н.Г. Крауфорд і Р.К. Лінслей), Д. Доуді і О'Доннела, Шеньси, Д.Є. Неша та ін. [33], Сакраменто (США) [51], резервуарна (танк-модель) модель (Токіо, Японія) [52].

Модель Сакраменто була розроблена в Національному центрі служби річкових прогнозів в Сакраменто, США [51]. Ця модель включає складний алгоритм розрахунку вологості ґрунту, призначений для отримання значень об'ємів декількох компонентів річкового стоку, перетворень цих вхідних даних в гідрограф стоку.

Резервуарна модель (танк-модель) розроблена в Національному дослідницькому центрі по запобіганню стихійних лих в Токіо (Японія) [52]. Як впливає з назви моделі, ґрунтова товща представляється у вигляді системи резервуарів, розташованих один над іншим.

Передбачається, що усі дощові опади і талі води потрапляють в самий верхній резервуар. Кожен резервуар має один випускний отвір в дні і один або два бічні отвори, розташованих на деякій відстані від дна. Вода, що витікає через донний отвір будь-якого з резервуарів, потрапляє в наступний резервуар, що залягає нижче; виключення складає самий нижній резервуар, так як вода, що потрапила в нього, є втратою для системи. Вода, що витікає з будь-якого резервуару через бічний отвір (бічний стік), розглядається як вхідний імпульс по відношенню до руслової системи. Кількість і розмір резервуарів, а також розташування вихідних отворів є параметрами моделі [52].

Гідродинамічні моделі (моделі вищого рівня) є моделями з розподіленими параметрами, якими враховується фізична суть всього гідрологічного циклу явища у межах річкових водозборів [1], [33]. Це моделі з розподіленими параметрами, які засновані на рівняннях математичної фізики і гідродинаміки, враховують в явному вигляді просторову нерівномірність стокоформуєчих чинників і тому потребують для ефективного використання достатньо різноманітної інформації, яка поки-що часто відсутня. Параметри гідродинамічних моделей представляють собою характеристики басейну, наприклад: шорсткість схилів і річкового русла, фільтраційну здатність ґрунту і пористість ґрунту. В принципі, всі ці параметри визначаються за даними польових вимірювань, а не за допомогою оптимізації.

Прикладом гідродинамічних моделей є моделі руху води в річках, моделі нагріву та охолодження водойм. Серед розподілених моделей найбільш відомими є Європейська гідрологічна система (SHE) [53], DHSWM (Distributed Hydrology Soils and Vegetation Model, розробка американських вчених університету в Сієтлі – основні автори Вігмоста і Леттенмайєр) [54], а також модель Датського гідравлічного інституту «Майк-11», в яку входить модель опади-стік NAM, гідродинамічна модель MIKE11 DHI та ін. [55].

Сучасна розподілена гідрологічна модель ТОПКАПІ-ІПММС з використанням ГІС технологій обробки просторових даних (Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, автори М.Й. Желєзняк, О.В. Бойко) базується на використанні рівняння «кінематичної хвилі» для опису динаміки процесів стоку [56].

Головною вхідною ГІС-інформацією моделі є цифрова карта висот території (DEM, Digital Elevation Model), на основі якої водозбір представляється сукупністю квадратних елементів – розрахунковою сіткою моделі, кожен елемент якої представляє собою розрахунковий вузол моделі, що має певний набір фізичних характеристик (беруться з цифрових карт висот, типів ґрунтів, карти рослинного покриву). Основні етапи створення моделі полягають у розробці

технології ідентифікації контуру водозбору, побудови річкової мережі та визначення параметрів моделі.

Параметри моделі визначаються для кожного елемента сітки водозбору з світових цифрових карт: - ґрунтів – значення коефіцієнта гідравлічної провідності, максимально можливий вміст води у шарі ґрунту та інші параметри модуля ґрунтового стоку; - рослинного покриву – значення коефіцієнта шорсткості поверхні для кожного елемента водозбору.

Таким чином, рівняння моделі розв’язуються для елементів сітки, а сукупний стік розраховується шляхом побудови так званого «дерева стоку», «корінь» якого знаходиться в замикальному створі водозбору.

Описана технологія була успішно застосована авторами для створення розподіленої гідрологічної моделі ТОПКАП-ІПММС формування паводкового стоку річок Закарпаття та приток басейну р. Прип’ять – р. Стир та р. Уж [56]-[57]. Вона дозволяє ідентифікувати значення параметрів розподілених гідрологічних моделей для водозборів, що істотно зменшує складність їх калібрування.

Стохастичне моделювання гідрологічних рядів включає Марковські моделі 1-го порядку [58], авторегресійні моделі з ковзаючим середнім (ARMA) [59], моделі дробового гауссівського шуму і нелінійних процесів [60].

1.4.2 Огляд існуючих математичних моделей просторових довгострокових прогнозів максимального тало-дощового стоку

Головним напрямком досліджень при накопиченні матеріалів спостережень за факторами весняного стоку в басейнах різних річок, а також застосування математичних методів до вирішення задач прогнозування стоку стало отримання більш надійних і фізично обґрунтованих методів прогнозів стоку як по окремих річках, так і загальних – для значних за площею територій. Наявність географічних закономірностей розподілу по території гідрологічних

характеристик весняного водопілля і можливості їх просторової інтерполяції встановили ще у 20-30-ті роки минулого сторіччя Д.І. Кочерин і Д.Л. Соколовський. Досліджуванням географічного розподілу весняного стоку присвячені також роботи А.В. Огієвського, І.Д. Антонова, П.С. Кузіна та ін.

Просторові узагальнення талого стоку для річок районів з однорідними фізико-географічними умовами, а також даних про запаси води у сніговому покриві, весняних опадах, глибинах промерзання ґрунтів, втратах талих вод, коефіцієнтах весняного стоку й інших елементах вперше виконані В.Д. Комаровим [61] у вигляді карт ізоліній норм цих величин на Європейській території СРСР. Автор також уперше підійшов до питання територіальних прогнозів шарів стоку водопілля у вигляді побудови узагальнених по низці річок балансових залежностей шарів стоку від факторів, які їх визначають, а також надав їх аналітичний опис у вигляді

$$Y = X - P_0 \operatorname{th} \frac{X}{P_0}, \quad (1.121)$$

де Y - шар тало-дощового стоку за період весняного водопілля, мм

X – сумарний запас вологи на басейні на початку весняного водопілля, мм.

В редакції В.Д. Комарова [61], параметр P_0 є поверхнева ємність і втрати води на інфільтрацію в мерзлий ґрунт.

Для річок степової і лісостепової зон ЄТС він встановив, що

$$P_0 = Ae^{-w(bl+a)}, \quad (1.122)$$

де w – запас вологи в шарі ґрунтів на початок весни, мм;

l – глибина промерзання ґрунтів, см;

A, a, b – емпіричні параметри.

Дослідження по створенню методів прогнозів стоку весняного водопілля по територіально загальних залежностях розглядалися у роботах В.Н. Паршина і

М.С. Салова [62] – для степової і лісостепової зон (у басейні р. Дону), С.І. Харченка [63] – для зони недостатнього зволоження, Є.Г. Попова [48] – для деяких північних річок, В.А. Романенка [64] – для невеликих річок басейну Дніпра (в межах України), В.В. Салазанова [65] – для річок Верхнього Дніпра. До більш пізнього періоду відносяться розробки О.С. Змійової [66] для річок басейну Волги, А.І. Суботіна [67] – для річок Нечорноземної зони ЄТС та ін.

Узагальнення залежностей для прогнозів максимальних витрат води водопіль $Q_m = f(Y)$ для декількох річок не можливе у зв'язку із залежністю максимальних витрат води, а також їх модулів від площ водозборів, пов'язаних з трансформацією паводкових хвиль гідрологічною мережею. Тому навіть при наявності територіальних методик прогнозу шарів стоку, при переході до максимальних витрат води весняного водопілля завжди використовують індивідуальні залежності $Q_m = f(Y)$ для окремих річкових басейнів. Хоча ще в 50-ті роки минулого сторіччя Г.П. Калініним і Т.Т. Макаровою (1958 р.) була здійснена спроба побудови узагальнених для низки річок залежностей максимальних витрат води від розрахункового талого стоку, виражених у модульних коефіцієнтах, проте, такого вигляду зв'язки не знайшли свого застосування в практиці.

Прикладом побудови територіальної методики для довгострокового прогнозу максимального весняного стоку є розробка О.С. Змійової [68]. В методиці застосована модель одномодального гідрографа у вигляді редуційної формули. Реалізація прогнозної моделі полягає в одержанні середніх для річок однорідного району параметрів розрахункової формули і побудови просторової залежності між весняним максимумом і шаром стоку за повінь, де як третя змінна виступає площа водозбору. Прогноз максимуму весняного припливу здійснюється на основі розрахунку шару стоку за повінь, як середнього значення для річок однорідного району, відповідно до ландшафтно-гідрологічного районування території [69].

Метод довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля по узагальнених залежностях середніх для низки річок максимальних модульних коефіцієнтів від факторів водопілля – максимальних снігозапасів разом з опадами та показником попереднього зволоження ґрунту на басейні запропоновано

в «Руководство по гидрологическим прогнозам» [70]. Використання методу для територіальних прогнозів Q_m можливе лише для басейнів, по яких є ряди спостережень і які дозволяють надійно обчислювати норму Q_0 .

Сучасна модель для довгострокових гідрологічних прогнозів шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок «СЛОЙ-2» (автор М.М. Сусідко) призначена для дослідження динаміки зимово-весняних процесів на річковому водозборі та дозволяє виконувати довгострокове прогнозування характеристик весняного стоку [35].

Модель формування весняного стоку СЛОЙ-2 дозволяє використовувати її в різних ландшафтних умовах як для аналізу процесів снігонакопичення та сніготанення, зміни стану підстильної поверхні водозбору – динаміки глибини промерзання і відтаювання ґрунтів [71], їх зволоженості, так і прогнозування шарів (об'ємів) стоку водопілля. Оцінка динаміки цих природних процесів здійснюється для відкритих і заліснених частин річкових басейнів, у тому числі й в районах з зимовими відлигами, що порушують хід процесів снігонакопичення і сніготанення та можуть суттєво впливати на стан підстильної поверхні [35].

Опис процесів формування стоку в моделі схематизовано для можливості виконання розрахунків та прогнозів в оперативному режимі надходження вихідної інформації по даних спостережень стандартної гідрометеорологічної мережі – запасах води в сніговому покриві, зволоженості водозбору, глибинах промерзання ґрунтів до строку складання прогнозу, ходу температури повітря і опадів за зимовий період (при врахуванні зимових відлиг).

Для прогнозу шарів стоку за водопілля з річкового водозбору в моделі СЛОЙ-2 використаний воднобалансовий підхід. Він заснований на залежності шарів стоку від запасу води в сніговому покриві, опадів за період водопілля та показників попереднього стану поверхні водозбору (вологість та промерзання ґрунтів), які характеризують його водопоглинаючу здатність.

Втрати талої води виражаються в моделі двома показниками за допомогою коефіцієнту стоку та через шар поверхневого утримання. Таким чином, втрати води залежать від зволоженості водозбору, товщини шару промерзлого ґрунту інтенсивності сніготанення, характеру поверхні водозбору та рівня

водогосподарської діяльності. Враховуючи недостатню репрезентативність снігомірних зйомок [72]-[74], в моделі в якості прихідної складової прийняті опади.

Принципова схема методу, включеного в модель СЛОЙ-2, розроблена І.Г.Рубцовим [75], котрий використав його при прогнозуванні стоку в лісостепових та степових районах України [72]. Для розрахунку водовіддачі під час зимових відлиг в моделі використаний методичний підхід з використанням коефіцієнтів танення та показників водоутримуючої спроможності снігу [48].

В моделі «СЛОЙ-2» обґрунтована й можливість просторових довгострокових гідрологічних прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок на основі встановлення графічних залежностей між шарами стоку і максимальними витратами води, а також відхилень максимальних витрат води від середньої лінії цих зв'язків, побудованих для основних створів річок басейнів, що розглядаються в моделі. На основі статистичних узагальнень авторами моделі одержані характеристики та коефіцієнти, які дозволяють для будь-якого значення шару стоку прогнозувати максимальні витрати води та надавати їх у вигляді інтервальних оцінок (для встановлених забезпеченостей $P\%$ – 10, 20, 25, 75, 80 і 90 %) для основних створів річок.

При використанні зазначених коефіцієнтів моделі «СЛОЙ-2» відпадає необхідність застосовувати допустимі похибки прогнозів, поскільки у межах довірчих інтервалів одночасно враховуються ймовірні відхилення витрат води.

Для визначення максимальних весняних витрат води з малих водозборів, при відсутності гідрометричних спостережень, необхідно мати шар стоку та відомості про площу і похил місцевості водозборів. Однак, використання цього методу для прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля потребує наявності шарів весняного стоку, які не відомі на дату випуску прогнозу і підлягають їх завчасному прогнозуванню.

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В РІЧКОВОМУ БАСЕЙНІ ДНІПРА

2.1 Характеристика району річкового басейну Дніпра згідно вимог Водної Рамкової Директиви ЄС

2.1.1 Загальні вимоги

Всебічне використання водних ресурсів, а також підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом та його державами-членами відкриває нові можливості та створює нові стандарти у різних сферах діяльності, у тому числі й у сфері охорони довкілля. При цьому більшість країн-членів ЄС впроваджує інтегрований підхід до управління водними ресурсами на басейновому принципі згідно положень Водної Рамкової Директиви (Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики (надалі ВРД), а Україна взяла на себе зобов'язання слідувати принципам, викладеним у ВРД (Закон «Про державну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» від 18.03.2004 р.).

Для досягнення цілей ВРД управління кожним виділеним річковим басейном здійснюється на основі Плану управління річковим басейном, який складається з аналізу характеристик району річкового басейну і стану водних об'єктів, а також має програму заходів для досягнення у встановленні терміни цілей, визначених для даного річкового басейну (*стаття 13 ВРД*).

Водна Рамкова Директива ЄС, враховуючи міжнародний досвід щодо вибору районів річкових басейнів, визнає річковий басейн в якості головної природної одиниці водного середовища. Басейн річки являє собою обмежену вододілами систему водотоків різних порядків, що впадають до одного водоприймача. З різних термінів, що використовують різні країни («басейн», «водозбір», «водозбірна площа»), в більшості випадків зустрічається термін «басейн» [1].

2.1.2 Методика гідрографічного районування згідно вимог ВРД ЄС

З метою покращення управління водними ресурсами держави та з урахуванням досвіду інших країн з впровадженням положень ВРД ЄС та при створенні Плану управління річковим басейном в роботі [2] здійснене нове гідрографічне районування території України за басейновим принципом.

Дотримуючись вимог ВРД, райони річкових басейнів закріплюються не до адміністративних чи політичних кордонів (територія річкового басейну може розташовуватися в межах декількох країн), а згідно з географічними межами річкового басейну. Директива вимагає визначення районів річкового басейну, які можуть бути басейном однієї великої річки або, включати кілька басейнів малих річок, нанесення на карту меж басейнів та суббасейнів, що відносяться до даного району річкового басейну [3].

Відповідно до документу ВРД [1] у методиці гідрографічного районування території України авторами [2] використовуються такі основні терміни та їх визначення:

Гідрографічна одиниця – район річкового басейну, річковий басейн, суббасейн;

Район річкового басейну – головна одиниця управління у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, що складається з річкового басейну (сусідніх річкових басейнів) та пов'язаних з ними підземних водних об'єктів та лиманів у межах території України;

Річковий басейн – частина земної поверхні, стік води з якої послідовно через пов'язані водойми здійснюється в море або озеро;

Суббасейн – частина річкового басейну, стік води з якої через пов'язані водойми і водотоки здійснюється до головної річки басейну або водогосподарської ділянки нижче за течією.

Методика гідрографічного районування території України в [2], яке здійснюється для розробки планів управління річковими басейнами передбачає

поділ території України на гідрографічні одиниці – райони річкових басейнів (басейновий рівень) та суббасейни (суббасейновий рівень) [1] та ґрунтується на гідрографо-географічному підході до районування територій. При цьому межі гідрографічних одиниць (району річкового басейну) проходять по вододілах річкових басейнів і суббасейнів як географічній межі між суміжними водозборами і не можуть перетинати водосховища чи озера, якщо вони повністю розташовані в межах території України.

Головним критерієм при встановленні гідрографічних одиниць басейнового рівня (району річкового басейну) є площа водозбірної території, мінімальна величина якої не повинна бути меншою від площі басейну головної великої річки, а максимальна величина не встановлюється, якщо він включає басейн однієї великої річки [1].

Басейни великих річок, які впадають у головну річку району річкового басейну (басейновий рівень), можуть виділятися в окремі гідрографічні одиниці - суббасейни (суббасейновий рівень). Басейни малих і середніх річок, які впадають у головну річку району річкового басейну можуть включатися до складу суббасейну великої притоки головної річки (з загальною площею не більше 50 000 км²) [1].

Встановлення гідрографічних одиниць та визначення їх меж здійснюється на основі державних топографічних карт та цифрових моделей рельєфу з використанням геоінформаційних технологій [2].

Опис меж кожної гідрографічної одиниці включає в себе низку етапів, у тому числі фізико-географічну характеристику проходження меж гідрографічних одиниць в прилеглий місцевості таких як рельєф, гідрографія, ґрунтовий і рослинний покриви, ландшафт, мережа ліній сполук, інші географічні компоненти. При цьому застосовуються географічні найменування об'єктів місцевості [1].

2.1.3 Схема гідрографічного районування району річкового басейну Дніпра

Схема гідрографічного районування території України показана на рис. 2.1 [2]. В межах території України виділено 9 районів річкових басейнів. Це райони річкових басейнів Вісли (Західного Бугу та Сану) – I, Дунаю – II, Дністра – III, Південного Бугу – IV, Дніпра – V та Дону – VI), а також басейнів річок Причорномор'я - VI, басейнів річок Приазов'я - VIII та басейнів річок Криму – IX.



Рисунок 2.1 – Гідрографічне районування території України [2]

Відповідно картосхеми гідрографічного районування території України V район басейну Дніпра включає 4 суббасейни: Прип'яті, Десни, Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра (рис. 2.2). Суббасейни басейнів річок Прип'яті та Десни – виділені за розмірами їх водозборів (великі річки) та транскордонним положенням; Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра – шляхом об'єднання в одну гідрографічну одиницю суббасейнового рівня басейнів малих і середніх річок, що впадають до головної річки відповідно на середній і нижній течії Дніпра.



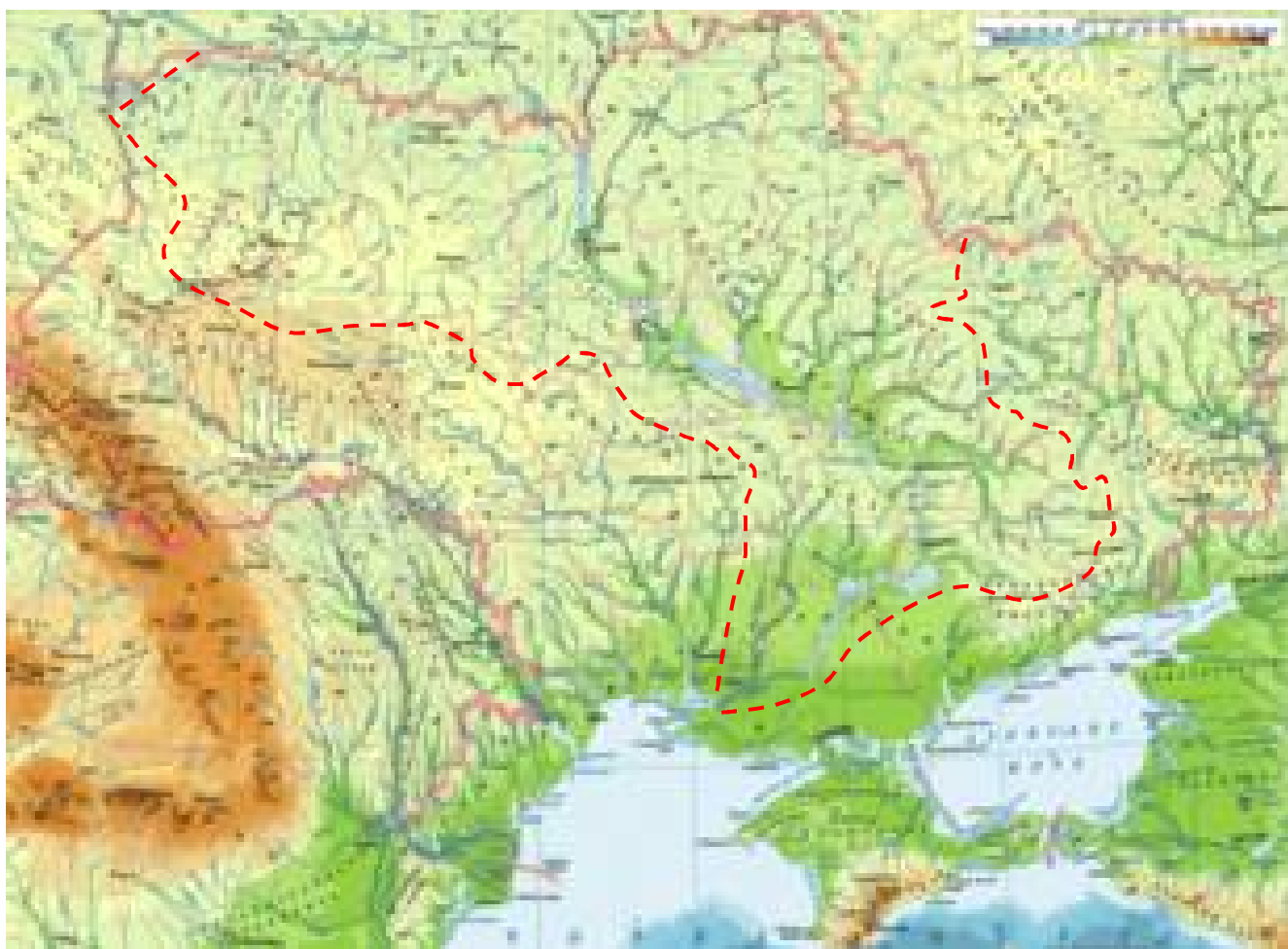
Рисунок 2.2 – Гідрографічне районування території басейну Дніпра [2]

Причому, як встановлено у [2], кордон між суббасейнами Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра проходить по створу Кременчуцької ГЕС і майже співпадає з межею між лісостеповою та степовою географічними зонами, що відрізняються умовами формування стоку та гідрографічними характеристиками. Крім того ця межа відокремлює менш економічно розвинуті території Середнього Дніпра від більш розвинутих в економічному відношенні адміністративних областей Нижнього Дніпра [2]. Межа Нижнього Дніпра тягнеться від греблі Кременчуцького водосховища до р. Саксагань.

2.2 Географічне положення річкового басейну р. Дніпро

Дніпро є найбільшою річкою України, що тече з півночі на південь через всю країну. Басейн Дніпра розташований в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини, в межах Росії, Білорусі й України, і займає площу 504 тис. км². Більша частина басейну (291,4 тис. км²) знаходиться на території України, що складає 48% її площі [4]. На півночі і північному сході українська частина басейну Дніпра обмежена Державним кордоном України (рис. 2.3). Тут, в межах Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської та Сумської областей розташовані басейни правих приток Прип'яті, Дніпра (Правобережжя) і Десни (Лівобережжя). На заході басейн межує з басейном Вісли, їх вододіл є частиною Головного європейського вододілу і проходить по території Волинської та Львівської областей і далі, через горбогірне пасмо Вороняки Подільської височини, повертаючи на південний схід, майже на межі Тернопільської області переходить у вододіл між басейнами Дніпра і Дністра, який проходить по Подільській височині і має висоти 392-359 м [5]. Східніше, на межі Тернопільської і Хмельницької областей, на Авратинському узгір'ї (окремий масив Подільської височини) розташований потрійний стик водозборів Дніпра, Дністра і Південного Бугу. На території Хмельницької області, басейн Дніпра вже

межує тільки с басейном Південного Бугу. Далі вододіл між цими басейнами проходить по вищих точках Придніпровської височини через Вінницьку, Черкаську і Кіровоградську області в напрямку південного сходу і на території Херсонської області повертає на південь, виходячи до Дніпровсько-Бузького лиману Чорного моря.



Умовні позначення:

--- - границя басейну р. Дніпро

Рисунок 2.3 – Фізико-географічне положення басейну Дніпра

Лівобережна частина басейну Дніпра, нижче впадіння Десни, розташована на території Полтавської, Харківської, Дніпропетровської, Донецької, Запорізької та Херсонської областей. На сході вона межує з річковим басейном Сіверського Дінця, а на південному сході – з басейном Азовського моря. Точка сходження

трьох басейнів знаходиться на західному схилі Донецької височини на північних околицях м. Донецьк, на висоті приблизно 260 м [5]. Далі межа басейну Дніпра проходить на південний захід по Причорноморській низовині до Дніпровського лиману Чорного моря.

Крайніми точками басейну Дніпра в межах України є:

- на півночі – с. Грем'яч Новгород-Сіверського району Чернігівської області (52°20' півн.ш. 33°17' сх.д.);
- на заході – с. Забужжя Любомльського району Волинської області (51°21' півн.ш. 23°41' сх.д.);
- на сході – точка сходження басейнів Дніпра, Сіверського Дінця і річок, що впадають в Азовське море (48°06' півн.ш. 37°48' сх.д.);
- на півдні – гирло Дніпра (46°30' півн.ш. 32°16' сх.д.) [5].

Таким чином, річковий басейн Дніпра розташований на території від 52°20' півн.ш. до 46°30' півн.ш. і від 23°41' сх.д. до 37°48' сх.д. і знаходиться у трьох географічних зонах: мішаних лісів, лісостеповій і степовій, що зумовлює особливості формування гідрографічної сітки та гідрологічного режиму річок.

На території України Дніпро приймає свої найбільші притоки. На півночі території це р. Прип'ять (Правобережжя) і р. Десна (Лівобережжя), в середній частині – річки Тетерів, Ірпень, Рось, Тясмин, Трубіж, Сула, Псел, Ворскла. До Нижнього Дніпра впадають річки Базавлук, Інгулець, Оріль, Самара, Кінська.

Гідрографічна сітка на розглядуваній території найкраще розвинута на північному заході у зоні мішаних лісів, на Волинському Поліссі. Середня густота річкової сітки тут складає 0,4 км/км² [6]. Значення густоти зменшуються у лісостеповій зоні в південно-східному напрямку з 0,25 км/км² до 0,15 км/км² [6]. Найменш розвинута річкова сітка у степовій зоні, в низов'ях Дніпра, від Каховського водосховища до гирла, де її густота становить 0,05-0,1 км/км² [7].

2.3 Рельєф в межах району річкового басейну Дніпра

Басейн Дніпра охоплює декілька орографічних областей: Придніпровську височину, південно-західний схил Середньоруської височини, північну частину Подільської та північний схил Приазовської височини, а також Поліську, Придніпровську і Причорноморську низовини (рис. 2.4).

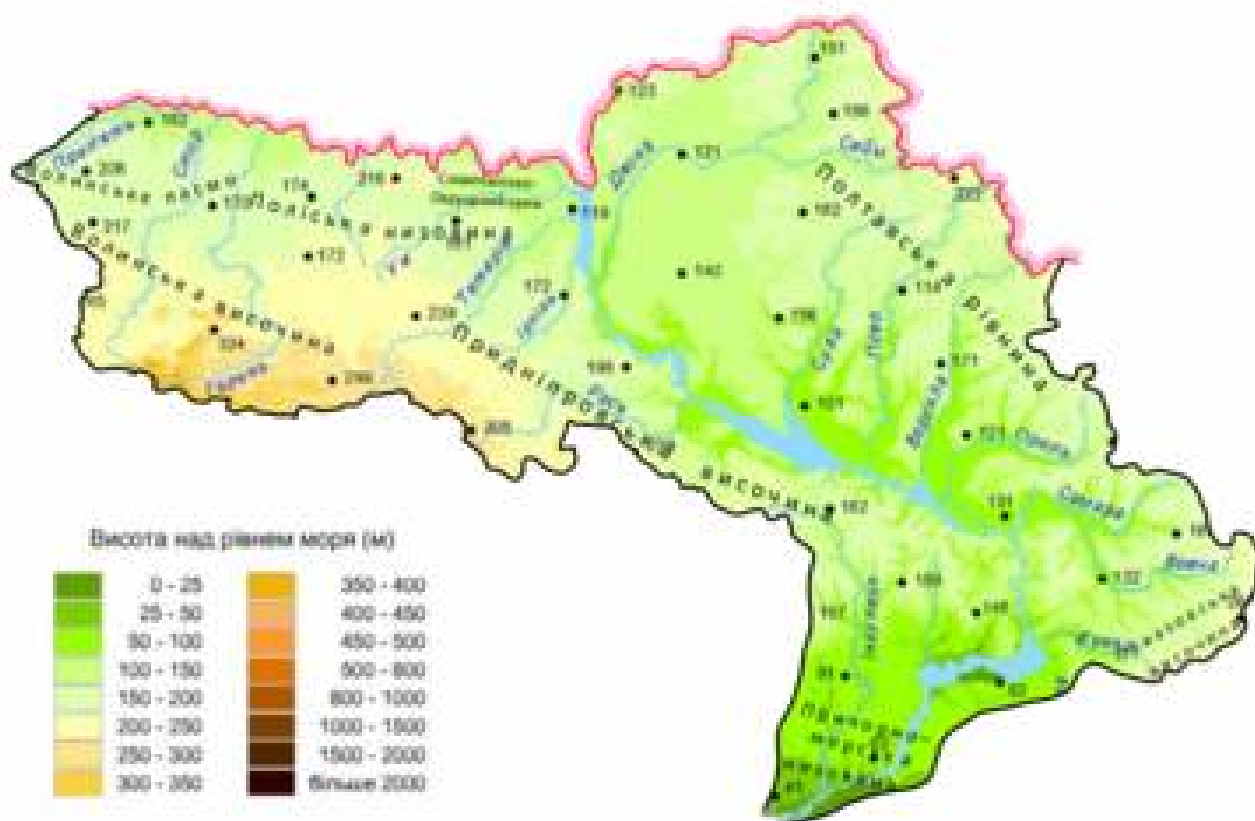


Рисунок 2.4 – Карта рельєфу басейну Дніпра [8]

На півночі правобережної України розташована Поліська низовина, яка має нахил до річок Прип'яті і Дніпра. Висоти її не перевищують 200 м, тільки Словечансько-Овруцький кряж, що є припіднятим блоком Українського щита, підіймається до 316 м БС. На території Поліської низовини густа річкова мережа. Ділянки між річками мають плоскохвилясту поверхню, на якій є горби та зниження.

Північ і північний схід Лівобережжя у сучасному рельєфі – це західні і південно-західні схили Середньоруської та Смоленської височин з абсолютними відмітками висот 200-220 м.

Між Дніпром і Середньоруською височиною з півночі на південь простягається Придніпровська низовина, утворена лівобережними терасами Дніпра та понизь його приток. Територія, що прилягає до Дніпра, має майже ідеально плоску поверхню з незначними коливаннями абсолютних і відносних висот і середніми висотами 50-110 м, але місцями є степові блюдця, відомі також останці та горби: Хоцький горб (154 м), г. Пивиха (168 м), г. Калитва (145 м) та інші. На схід низовина поступово піднімається, стає хвилястою, з високими вододілами і крутими схилами річкових долин, далі плавно переходить у Полтавську рівнину, яка має плоску і горбисту поверхню. Абсолютні висоти тут складають в середньому 120-170 м, але можуть досягати 200 м і більше. Для рельєфу Полтавської рівнини властиве чергування плоских вододілів з широкими (до 10-12 км) долинами лівих проток Дніпра: Сули, Псла, Ворскли та інших. Глибина врізу річкових долин сягає 60-80 м [8]. На схилах розвинута яружно-балкова мережа, на вододільних ділянках подекуди є ізольовані підняття.

На південному сході Полтавська рівнина межує із західною частиною Донецької височини, на якій беруть початок річки басейну Самари. Височина дуже порізана річковими долинами, ярами і балками, трапляються різні карстові форми. Абсолютні висоти Донецької височини в межах Дніпровського річкового басейну змінюються від 160 м до 230 м [5]. На південний захід від Донецької височини розташована Приазовська височина, що витягнута у широтному напрямку і обмежує басейн Дніпра з півдня, відокремлюючи його від річок Приазов'я. Відповідно до залягання кристалічного фундаменту, Приазовська височина поступово знижується з півночі на південь від 200-230 м до 50-100 м [9]. Рельєф Приазовської височини слабохвилястий, з наявністю ізольованих підвищень (могил), розчленований річковими долинами, балками та ярами. Найвищими точками височини є вершини на вододілі басейнів Азовського моря і Дніпра – г. Могила-Гончариха (277 м) і г. Могила-Бельмак (324 м).

На півдні річкового басейну Дніпра Придніпровська низовина переходить у Причорноморську низовину, яка на сході межує з Приазовською височиною і дугоподібною смугою завширшки 120-150 км прилягає до Чорного та Азовського морів. Поверхня Причорноморської низовини поступово знижується з півночі на південь від 100-120 м майже до рівня моря (статичний рівень моря мінус 0,38 м БС). Пересічні висоти становлять 50-100 м. Низька рівнина перетнута широкою (із серією терас) долиною Дніпра. Вододіли плоскі, для них характерні блюдцеподібні зниження й поди діаметром до кількох кілометрів і глибиною до 10-20 м.

У центральній частині України, уздовж правого берега Дніпра (на південному заході розглядуваної території) розташована найбільша з височин – Придніпровська. Вона знаходиться в межиріччі Дніпра і Південного Бугу і має слабкогорбисту поверхню з висотами від 150-170 м на півдні до 220-240 м – на півночі [5]. В її східній частині виділяється своєрідний район – Канівські гори з максимальною висотою 253 м [6]. Найвищі точки Придніпровської височини знаходяться на вододілі річкових басейнів Південного Бугу і Дніпра, і мають позначки 321-322 м. Глибоко розчленованою є лише східна окраїна височини, що прилягає до Дніпра. Вздовж річкових долин на Придніпровській височині часто відбуваються зсуви, місцями виходять на поверхню давні кристалічні породи. На лівому березі Дніпра Придніпровська височина переходить у піднесену Запорізьку або Гуляйпільську рівнину. Максимальні відмітки тут дещо перевищують 200 м, глибини розчленування у придолинних частинах досягають 120 м.

У західному напрямку Придніпровська височина переходить у Подільську височину, північно-східна частина якої дренується правими притоками Прип'яті. На височині виділяються окремі масиви-гори, кряжі, пасма горбів, найвищими з яких в межах басейну Дніпра – є Кременецькі гори (408 м). Рельєф Поділля досить розчленований численними річковими долинами, ярами, балками, глибина яких сягає інколи 150 м.

На північ від Подільської розташована Волинська височина, витягнута в

широтному напрямку і відокремлена від Подільської рівниною Малого Полісся. Поверхня Волинської височини дуже розчленована. Середні висоти на ній становлять 220-250 м і піднімаються над рівниною Малого Полісся в середньому на 30-50 м. Максимальна висота – 342 м (Мізоцький кряж) [6].

2.4 Характеристика ґрунтового покриву річкового басейну Дніпра

Згідно з фізико-географічним районуванням України [7]-[8], басейн р. Дніпро розташований у всіх географічних зонах України: зоні мішаних лісів, лісостеповій і степовій зонах, що обумовлює відповідну географію ґрунтів і структуру ґрунтового покриву. Гідрологічне значення ґрунтового покриву зумовлене водопроникністю (інфільтраційною здатністю) і водозатримуючою здатністю ґрунтів, від яких залежать розміри поверхневого стоку, випаровування і живлення підземних вод, а також, певною мірою, характер рослинності.

У розповсюдженні ґрунтів на розглядуваній території добре виражена широтна зональність, проте, в залежності від поєднання місцевих умов ґрунтоутворення, особливостей клімату, рельєфу, літології порід, на яких утворюються ґрунти, останні набувають типових рис, притаманних конкретним територіям. Характерна риса ґрунтового покриву зони - значна їх строкатість (рис. 2.5). Неоднорідність ґрунтового покриву ускладнюється внаслідок різноманітності місцевих природних особливостей, різних умов ґрунтоутворення, складу ґрунтоутворюючих порід, рослинності та сучасних змін ґрунтів під впливом антропогенних факторів.

Зона мішаних лісів в межах України представлена Поліською провінцією, яка включає області Волинського, Житомирського, Київського, Чернігівського Новгород-Сіверського та Малого Полісся. Ґрунти Полісся сформувалися на породах, що мають переважно легкий механічний склад і представлені водно-льодовиковими, льодовиковими і глинистими річковими, без карбонатними

піщаними та супіщаними відкладами.



* Продовження в додатку А.1

Рисунок 2.5 – Ґрунтовий покрив території [8]

Зональними типами ґрунтів зони мішаних лісів є різні дерново-підзолисті і болотні. Вони разом займають близько 95 % території зони [10]. Домінують тут дерново-підзолисті ґрунти, з різним ступенем підзолистості: слабо- і середньопідзолисті. Дерново-слабопідзолисті ґрунти поширені на піщаних річкових терасах і зандрових рівнинах. Тому вони мають високу водопроникність. Дерново-середньопідзолисті ґрунти займають переважно вододільні простори, складені супіщаними водно-льодовиковими та льодовиковими відкладами. Ці ґрунти мають кращі водно-фізичні властивості й більш родючі, ніж слабопідзолисті. Іноді серед дерново-середньопідзолистих ґрунтів плямами зустрічаються сильнопідзолисті.

Характерним елементом природи Полісся є болота. Середня заболоченість Українського Полісся становить 8 % з перезволоженими землями. У Волинському

і Житомирському Поліссі (басейни верхніх приток Прип'яті) значні площі, переважно в долинах річок, займають торфово-болотні ґрунти та торфовища. Торф'яні болота розташовані також по заплавах річок суббасейну Десни. В заплавах окремих річок (Стохід, Снов, Сейм) зустрічаються лучно-болотні та болотні ґрунти.

Серед підзолистих і болотних ґрунтів окремими ділянками зустрічаються родючі сірі лісові, перегнійно-карбонатні, лучно-чорноземні, зрідка опідзолені чорноземи, а в низинних районах – і засолені ґрунти. На лесових легко- і середньосуглинистих відкладеннях утворилися в минулому під широколистими лісами світло-сірі, сірі і темно-сірі лісові ґрунти (в основному в басейні Сейму і низов'ях Десни). На слабо дренованих вододільних і терасованих пониженнях лесових «островів» зустрічаються лучні і солончакові ґрунти в комплексі з болотними [7].

Умови ґрунтоутворення в зоні Лісостепу відрізняються від умов Полісся. Клімат тут характеризується меншою кількістю опадів і більш високою середньорічною температурою повітря. Територія Лісостепу – підведена рівнина з добре розвиненим давнім водно-ерозійним рельєфом. Головні ґрунтоутворюючі породи – леси і лесовидні суглинки, вони мають більш багатий мінеральний і хімічний склад, містять до 15 % CaCO_3 , пористі і тому здатні накопичувати вологу. Ґрунтовий покрив лісостепової зони представлений двома найпоширенішими типами: чорноземами (типовими, опідзоленими, вилуженими, реградованими), які сформувались під трав'янистою рослинністю, і сірими опідзоленими (ясно-сірими, сірими і темно-сірими), які утворились під лісовою рослинністю. Лівобережна частина зони має більшу строкатість ґрунтового покриву ніж правобережна. Чорноземи покривають основну площу терасової низинної рівнини Лівобережжя. Виключенням являються відроги Середньоруської височини. Серед типових чорноземів переважають малогумусні надпотужні різновиди. В межах стародавніх терас Дніпра, на лівобережній рівнині широко розповсюджені процеси засолення. На загальному фоні типових малогумусних чорноземів по широких пониженнях виділяються лучно-

чорноземні ґрунти. В північних районах вони засолені содою, в більш південних – содою і сульфатами [7]. Чорноземи підзолисті і вилужені мають меншу потенційну родючість, але містять досить багато гумусу (3-5 %) і елементів живлення. Чорноземи реградовані поширені на межі чорноземів опідзолених і типових. Ці ґрунти розглядаються як результат окультурення чорноземів опідзолених, вилужених і темно-сірих опідзолених ґрунтів у процесі змінення лісової рослинної формації на трав'яну, тривалого сільськогосподарського використання і т.п. При цьому змінюється гідрологічний режим ґрунтів, посилюються висхідні потоки вологи, які сприяють підтяганню карбонатів до поверхні. На терасах річок зони (Сули, Псла і Ворскли) сформувались чорноземно-лучні солонцюваті ґрунти.

Тип сіро- підзолистих ґрунтів включає три підтипи: ясно-сірі, сірі і темно-сірі. Ясно-сірі і сірі підзолисті ґрунти за своїми властивостями близькі до дерново-підзолистих. Темно-сірі ґрунти формуються в дібровах, де під пологом лісової рослинності є багата трав'яна рослинність і тому дерновий процес ґрунтоутворення значно впливає на формування ґрунту. Темно-сірі підзолисті ґрунти за своїми ознаками і властивостями наближаються до чорноземів опідзолених. Ознаки опідзолення відносно слабо помітні, а процеси акумуляції гумусу – інтенсивні. Механічний склад цих ґрунтів середньо- і важкосуглинний, тому вони мають кращу структуру, ніж сірі опідзолені ґрунти, але слабку водостійкість.

На правому березі Дніпра в межах лісостепової зони переважають чорноземи опідзолені і типові (на лесових породах). Південну частину території займають чорноземи звичайні глибокі мало- й середньогумусні, а також реградовані ґрунти: темно-сірі, сірі й чорноземи. На загальному фоні доволі широкою смугою виділяються ясно-сірі і сірі лісові опідзолені ґрунти, розташовані в басейнах річок Тясмин і Вільшанка. Невеликі площі на Правобережжі займають дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти (на вододілі басейнів Південного Бугу і Дніпра, на півночі зони і вздовж Кременчуцького водосховища) [8]. Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, на

відміну від Лівобережжя, зустрічаються тут у невеликій кількості.

Болотні ґрунти в Лісостепу розповсюджені мало. Вони зустрічаються в долинах малих річок і крупних балок. В річкових долинах разом з болотними ґрунтами розповсюджені дернові, глеюваті або глеєві ґрунти. У притерасних частинах заплав, якщо вони не заболочені, а також у пониженнях центральної частини розповсюджені лучні, глеюваті, частіше глеєві різновиди з високим вмістом гумусу (до 6-7 %) і добре вираженою структурою. На окремих ділянках розповсюджені торф'яні, дерново-глеєві та лучні ґрунти. Широкі давні і сучасні долини річок зайняті низинними торф'яниками. Борові тераси долин річок Псла і Сули, а також борова тераса Дніпра покриті дерново-слабопідзолистими піщаними ґрунтами, яким властива висока водопроникність, низька вологоємність, подібно до дерново-підзолистих ґрунтів поліської частини території. В низов'ях річок Сула і Псел, в давньодолинних пониженнях зустрічаються солонці і солончаки. Басейни з супіщаними і піщаними ґрунтами відрізняються від басейнів з суглинистими ґрунтами також і за формою гідрографів стоку. Гідрографи стоку річок, в басейнах яких переважають піщані ґрунти, більш згладжені, максимальні витрати води відповідно нижчі, порівняно з басейнами, ґрунтовий покрив яких представлений глинистими чи суглинистими формами.

Від гирла Ворскли і до впадіння в Чорне море р. Дніпро протікає в степовій зоні. Ґрунтовий покрив тут представлений чорноземами звичайними і чорноземами південними на лесових породах, темно-каштановими залишково-солонцюватими ґрунтами переважно на лесових породах в комплексі з солонцями і солодями, які послідовно змінюються з півночі на південь.

Чорноземи звичайні тягнуться з півночі на південь приблизно до м. Кривого Рогу і представлені чорноземами середньо- і малогумусними. Південніше, у смузі переходу від Придніпровської височини до Причорноморської низовини, розташовуються чорноземи звичайні малопотужні малогумусні. Зменшення потужності гумусованого шару пов'язане із збільшенням посушливості клімату.

В межах Причорноморської низовини чорноземи звичайні змінюються чорноземами південними. Вони простягаються широкою смугою вздовж Дніпра

приблизно від м. Нікополь до м. Каховка. Південний край цієї смуги займають чорноземи південні залишково-солонцюваті на лесових породах. Далі на південь чорноземи змінюються темно-каштановими, каштановими солонцюватими і лучно-каштановими солонцюватими ґрунтами переважно на лесових породах. В цій зоні, нижче Каховського водосховища, на лівому березі Дніпра і Дніпровського лиману велику площу займають також дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти в комплексі зі слабогумусованими пісками й чорноземними піщаними ґрунтами [4]. В межах зони розташування південних чорноземів і темно-каштанових ґрунтів у вигляді великих і малих плям широко розповсюджені оглеєні солонцюваті та осолоділі ґрунти подів і западин: лучно-чорноземні глейові карбонатні ґрунти та дернові солонцювато-осолоділі глейові ґрунти та солоді. На узбережжі Чорного моря в невеликій кількості розвинені солонці і солончаки та лучно-каштанові солонцюваті ґрунти в комплексі з солонцями.

Різноманітність ґрунтового покриву степової зони збільшується за рахунок чорноземів і чорноземів солонцюватих на щільних глинах (переважно в басейнах річок Самари, Кінської, Інгульця), чорноземів щебенюватих карбонатних на елювії щільних карбонатних порід, чорноземних глинисто-піщаних та супіщаних ґрунтів [8]. У невеликій кількості, на відміну від Лісостепу, в заплавах деяких річок степової зони (в басейнах рр. Орелі, Самари, Інгульця) сформувалися лучні та лучно-чорноземні солонцюваті ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах. На невеликих ділянках заплави Нижнього Дніпра, в її пригирловій частині, розташовані лучні і лучно-болотні ґрунти, і зовсім малі площі тут займають торфово-болотні ґрунти та торфовища низинні [8].

Сільськогосподарське використання ґрунтів зумовило сильний розвиток ерозійних процесів і появу еродованих ґрунтів. В даний час найменша еродованість ґрунтів в зоні мішаних лісів – до 1%, і лише невеликі площі тут займають ґрунти з більшим ступенем еродованості (в басейні р. Уж – 21-30 % , нижніх Десни і Сейму – 31-40 %). В лісостеповій і степовій зонах еродованість ґрунтів змінюється в широких межах, в середньому складаючи 20-60 %. Найбільш еродовані ґрунти, до 70-80 % розташовані в басейнах річок Тясмин, Інгулець і

Вовча [8]. Ускладнює ґрунти і масове зрошування, яке приводить до появи вторинно гідроморфних, осолоділих, засолених, поверхнево-оглеєних та інших ґрунтів.

2.5 Рослинність річкового басейну Дніпра

Характер і стан рослинного покриву мають доволі важливе значення для попередження розвитку процесів ерозії. Рослинність басейну Дніпра характеризується своєрідним рисом, що залежить, головним чином, від фізико-географічних особливостей території. Як було вказано в п. 2.4, з півночі на південь басейн розміщується послідовно в мішано-лісовій, лісостеповій і степовій зонах. Зона мішаних лісів в Україні займає південну частину Поліської низовини і частково північ Придніпровської низовини. Провідну роль відіграють ліси, які представлені переважно сосновими (бори – понад 60 % всього лісового фонду зони), а також сосново-дубовими, сосново-дубово-грабовими, дубово-грабовими та вільховими. У південно-західній частині зони є ялинові ліси. Вторинне походження мають березові ліси в басейні Прип'яті. Вони в основному сформувалися замість вирубаних соснових і сосново-дубових лісів [6]. На Лівобережжі, в басейні Десни, на місці букових, дубово-букових і грабово-букових лісів досить великі площі займають сільськогосподарські землі (рис. 2.6).

Біля 10 % території зони знаходиться під луками. Вони поширені переважно у заплавах річок, суходільні - на місцях вирублених лісів. Низинні луки займають знижені, добре зволожені ділянки. Тут основними угрупованнями є щучникові, молінієві, дрібноосокові з переважанням осоки. Низинні луки характеризуються більшою врожайністю та дещо вищою кормовою цінністю. Заплавні луки займають великі площі в заплавах приток Дніпра та Прип'яті. На цих луках переважають різнотравно-злакові, різнотравно-дрібноосоково-злакові та бобово-різнотравно-злакові угруповання.



* Продовження в додатку А.2

Рисунок 2.6 – Рослинний покрив території [8]

У заплавах малих річок переважають болота. Найбільш різноманітний і багатий рослинний покрив мають низинні болота, які перебувають в умовах доброго водно-мінерального живлення. Тут мають місце безлісі осокові, осоково-сфагнові та підсушені злаково-осокові угруповання. Рідко трапляються лісові вільхові, березові та чагарникові лозові болота. Поширення верхових і перехідних боліт та наявність межирічних боліт різного типу різко відрізняють Полісся від Лісостепу. Верхові болота розташовані звичайно серед пісків в улоговинах на межиріччях або на піщаних терасах, зрідка - в притерасних частинах долинних боліт, в умовах поганого мінерального живлення, у зв'язку з чим їх рослинний

покрив дуже бідний та одноманітний. Для них характерний суцільний сфагновий покрив, низькорослі пригнічені соснові деревостани. З трав'янистих рослин та чагарників тут ростуть лише кілька видів - пухівка, багно, будяки, кремена, журавлина, росичка, на дуже зволжених місцях - шейхцерія, очеретянка. Перехідні болота мають суцільний сфагновий покрив, на них переважають лісові сосново-березово-сфагнові угруповання. Значно рідше трапляються безлісі угруповання - осоково-сфагнові, пухівково-осоково-сфагнові, шейхцерієво-осоково-сфагнові, зрідка очеретяно-сфагнові [7].

Лісостепова зона в басейні Дніпра займає на Правобережжі значну частину Придніпровської височини, а на Лівобережжі – середню частину Придніпровської низовини й Полтавську рівнину. Для лісостепової зони характерним є чередування ділянок, зайнятих широколистими лісами та луговими степами. Ліси складаються з дуба, граба, ясеня, клена, липи. Дубові ліси або діброви складають 55 % всіх лісів території і приурочені до вододільних плато, схилів балок і річкових долин. Соснові ліси займають 10% площі всіх лісів і розташовані переважно в північній частині Лівобережжя лісостепової зони, а також в долинах річок Псел і Ворскла.

Луки зосереджені головним чином в заплавах річок. Ділянки лугових степів фактично усі розорані та зайняті полями пшениці, кукурудзи, соняшника та інших сільськогосподарських культур.

Болотисті луки займають переважно пониження рельєфу, схили озер і стариць. Характерними представниками цих луків є осокові і різнотравно-осокові угруповання. Досить поширені тут також різнотравно-очеретяні і крупнорізнотравні угруповання [11].

Лісостепу властиві лучні степи – різнотравно-ковилові, типчаково-ковилові, типчаково-тонконогові. Лучна рослинність в плакорних умовах трапляється на пониженнях терас річок.

Степова зона в басейні Дніпра займає південно-східні частини Придніпровської височини і Придніпровської низовини, а також східну частину Причорноморської низовини.

Характерною рисою цієї території є майже повна відсутність у плакорних умовах лісів і панування трав'янистої більш або менш ксерофітного характеру рослинності. Ліси із-за сухості клімату майже зовсім відсутні. Вони тут спустилися в долини річок і глибокі балки. Байрачні ліси представлені формацією дуба чернічатого, клена, липи, ясена, сосняку лишайникового і сосняку березового. Більша частина території степів розорана і зайнята під сільськогосподарські угіддя, де вирощують пшеницю, кукурудзу, соняшники та інші культури. Степова рослинність збереглася лише на схилах балок і річкових терас. Відноситься вона до типу справжніх степів, в травостой яких переважають ксерофітні узколисті дерновинні злаки.

Луки в басейні степового Дніпра представлені заплавленими і низинними. На заплавлених луках поширені зарості лози, трав із вівсяниці, мітлиці, келерії, а також конюшина, жовтець, щавель, деревій тощо. На суходільних луках ростуть мітлиця, пахучий колосок, костриця, кульбаба, волошки. Низинні луки приурочені до знижень на вододілах, терасах, долинах, тому вони тривалий час обводнені. В їх трав'яному покриві переважають вівсяниця червона, тимофіївка лучна, осока звичайна, конюшина лучна і біла [12]. На узбережжі Чорного моря зустрічаються пустельні полиново-типчаково-ковиліві степи в комплексі з солонцями.

В степовій частині Дніпровського басейну присутня також рослинність пісків, яка представлена угрупованнями первинної або вторинної рослинності. На слабкозакріплених пісках переважають злаково-різнотравні фракції. Піднесені ділянки природно зайняті асоціаціями полині польової та вівсяниці.

В заплаві Нижнього Дніпра зустрічаються болота. Вони відносяться в основному до типу мінеральних евтрофних боліт, рослинний покрив яких представлений чагарниками очерету і очерету озерного. Також тут є високотравні болота, тривало заплавні луки і деревно-чагарникова рослинність низин Дніпра [8].

Рослинність басейну Дніпра в значній мірі змінена внаслідок діяльності людини. Це має місце фактично на всій території України та особливо в степовій та лісостеповій зонах.

2.6 Кліматична характеристика річкового басейну Дніпра

Важлива роль у формуванні стоку річок, як результату складного комплексу взаємодіючих фізико-географічних факторів, належить клімату.

Основні риси клімату описуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматичних факторів. Головним з них є приплив тепла від сонця, який в основному залежить від географічної широти місця, збільшуючись з півночі на південь. Дуже важливим фактором є також атмосферна циркуляція.

Дана територія розташована поблизу основних шляхів переміщення циклонів і антициклонів над Європейською територією Російської Федерації і північною частиною України. Вона знаходиться під впливом повітряних мас, що прийшли з Атлантики, Арктичного басейну або сформувалися над великими континентальними територіями Євразії.

Характер та інтенсивність основних кліматоутворюючих факторів суттєво відрізняється по сезонах року. В цілому клімат помірно континентальний з прохолодною зимою (з короткочасними відлигами) і теплим (інколи спекотним) літом. Зміна хвиль теплового і холодного повітря (особливо помітна в травні) створює нестійку погоду, викликає грозові дощі влітку [13].

2.6.1 Загальна характеристика

Зимовий сезон характеризується переважною дією циркуляційного чинника, роль якого зменшується внаслідок відносно малої висоти сонця над горизонтом, невеликою тривалістю дня, значною хмарністю. Взимку дуже розвинена циклонічна діяльність; більшість циклонів переміщується на дану територію саме в цей період року.

Початок холодного періоду пов'язаний з вторгненням арктичного повітря,

що обумовлює рідкі і значні похолодання, перші морози і сніг. Інтенсивність і частота цих явищ поступово збільшується (з максимумом взимку). Характер зими, а саме температурний режим (сума накопичених від'ємних температур повітря, наявність чи відсутність відлиг, їх глибина та інтенсивність), кількість опадів (як твердої, так і рідкої фаз), особливості розподілу та числові параметри снігового покриву, по-перше, впливають на стан підстильної поверхні і визначають коефіцієнти стоку, а по-друге, формують основний чинник величини весняного стоку - снігозапаси. Виходи південних та південно-західних циклонів зі Середземномор'я взимку обумовлюють надходження теплих повітряних мас і формування відлиг. Західні та північно-західні циклони та їх фронтальні зони обумовлюють над даною територією короточасні потепління, інтенсивні снігопади і хуртовини.

Весняний сезон характеризується підвищенням ролі радіаційного чинника і посиленням впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції слабшають у міру температурних контрастів між морем і сушею. За умовами циркуляції початок весни пов'язаний з посиленням західних повітряних мас. Від характеру погодних умов весною залежать строки початку весняного водопілля, інтенсивність сніготанення. Упродовж весняного періоду, внаслідок вторгнень мас арктичного походження, можуть спостерігатися повернення холодів. Такі повернення збільшують період водопілля, обумовлюють малоінтенсивний розвиток фази підйому, можуть бути причиною формування декількох максимумів.

З початком літнього сезону вторгнення арктичного повітря майже повністю припиняється - посилюється азорський антициклон. Його відроги і окремі ядра, що відокремилися від азорського антициклону, поширюються на схід, роблячи вплив на досліджувану територію. Влітку над територією переважає антициклональна погода з великою кількістю ясних і сонячних днів. В цілому погодні умови літнього періоду відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогріву земної поверхні, більшою повторюваністю ясних днів, рідкими туманами, збільшенням кількості опадів та активної грозової діяльності.

Протягом осіннього сезону руйнується азорський (характерний для літнього

сезону) і розвивається сибірський антициклон. У його систему входять антициклони, що переміщаються із заходу, а іноді зі сходу. У зв'язку з тим збільшується повторюваність адвективних туманів, ожеледиці, часто спостерігається похмура погода з опадами. В другу ж половину осені, внаслідок збільшення контрастів температури між сушею і морем, посилюється циклонічна діяльність. Характер погоди осіннього періоду характеризує стан поверхні водозбору - вологість ґрунту, інтенсивність його промерзання, початок стабільного снігонакопичення чи його нестійкий характер, передзимова водність річок (стік води у літньо-осінній та зимовий періоди) і відповідно ґрунтова складова майбутнього весняного стоку.

Температура повітря. Температурний режим даної території визначається особливостями атмосферної циркуляції, радіаційними факторами і характером підстильної поверхні.

У зимовий час істотний вплив на формування температурного режиму має атмосферна циркуляція. Західні і північно-західні райони басейну знаходяться під впливом теплих повітряних мас з Атлантики. З просуванням на схід цей вплив поступово слабшає і посилюється вплив внутрішньоматерикових повітряних мас. Східні і північно-східні райони знаходяться під впливом східного антициклону. Часті також вторгнення арктичні маси повітря, з якими пов'язані найбільш низькі мінімальні температури. Відмінною особливістю зими являються часті відлиги, пов'язані з переміщенням циклонів з північного заходу, заходу, південного заходу і півдня. Відлиги на півдні і заході бувають настільки тривалими і інтенсивними, що приводять до повного сходу снігового покриву.

За рекомендацією Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), для характеристики особливостей клімату регіону до сьогодні використовуються стандартні кліматичні норми – осереднені метеорологічні характеристики за період 1961-1990 рр. [14]-[16]. При цьому відмінності в середньобаторічних значеннях, отриманих за період 1961-1990 рр. і весь період спостережень, незначні і складають для температур повітря – 0,1-0,5 °С, а для опадів – 1-5 мм [14]. Однак, як відмічено в [15], період часового осереднення

кліматологічних величин в межах стандартної кліматичної норми часто не відповідає всьому періоду стокових спостережень на річках.

Одним із основних показників температурного режиму є середня місячна температура повітря, що характеризує загальний температурний фон території.

Для опису температурного режиму розглядуваної території, використані метеорологічні дані по 23 метеостанціях, що рівномірно розташовані по басейнах р. Десна та запозичені з «Кліматичного кадастру» [17], як кліматична норма 1961-1990 рр.

Характерною рисою температурного режиму річного ходу є незначні середньомісячні зміни в літні й зимові сезони, а також різкі зміни у весняний і осінній час. У річному ході температур спостерігається майже пряма кореляція із сумами сонячної радіації, що надходять на земну поверхню. Однак "зональний" розподіл температур порушується сезонними змінами атмосферної циркуляції та адвекцією повітря. Взимку на територію України надходять теплі повітряні маси з Атлантики, Середземномор'я, Чорного моря і поширюються на південно-західні райони. Тому січневі ізотерми тут і в північній частині території прямують з північного заходу на південний схід і тільки на півдні мають близький до широтного напрямку. Найнижчі середні січневі температури повітря характерні для східних, північно-східних районів рівнинної частини території. Як видно з даних [17], у січні температура коливається від $-3,0^{\circ}\text{C}$ до $-7,7^{\circ}\text{C}$ морозу.

На початку березня-квітня температура повітря зростає і в травні встановлюється літня погода. Підвищення температури повітря влітку зумовлюється надходженням сонячної радіації. Найвищі середні температури спостерігаються в липні-серпні – середня місячна температура повітря зростає по території від $17,0^{\circ}\text{C}$ до $22,4^{\circ}\text{C}$.

Екстремальними характеристиками термічного режиму є максимальні й мінімальні температури повітря [17].

Найхолоднішим місяцем року є січень, хоча абсолютні мінімуми температури (від $-28,4^{\circ}\text{C}$ до $-39,0^{\circ}\text{C}$) спостерігаються як у січні, так і в лютому; найтеплішим - є липень. Абсолютний максимум температури по станціях

спостерігається в серпні і коливається в межах $+36,6^{\circ}\text{C}$ - $+39,9^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум зі станцій, які наведені, складає $-39,0^{\circ}\text{C}$.

Стійкий перехід температури повітря через 0°C восени на півночі і північному сході спостерігається в другій-третьій декадах листопада, на півдні, в першій декаді грудня, весною, в першій-другій декадах березня [17].

Атмосферні опади. Атмосферні опади відносяться до важливої характеристики зволоження і є головною частиною надходження води на водозбір при формуванні стоку весняного водопілля річок. При цьому враховуються опади холодного сезону, у вигляді максимальних запасів води в сніговому покриві, які накопичилися на кінець зими, і весняні опади періоду сніготанення та на спаді весняного водопілля.

Основною закономірністю розподілу опадів в басейні Дніпра є зменшення їх річної кількості з півночі і північного заходу на південь і південний схід. Найбільша кількість опадів випадає в липні і в середньому за багаторіччя становить 77-88 мм, досягаючи в багатоводні роки 180-250 мм [14]. Найменша їх сума спостерігається у лютому і дорівнює в середньому 30-37 мм. У маловодні роки місячна кількість упродовж року змінюється від 1 мм до 10 мм. Частина рідких опадів від сумарних становить 70-85 %, твердих - 5-12 % і змішаних - 10-13 %. Місячні та річні суми опадів за багаторіччя приведені в дод. Б, табл. Б.4. Кількість опадів влітку та восени визначає характер межені і відповідно зволоженість водозборів та водність річок перед початком зими.

Середня багаторічна сума опадів від дати формування максимальних снігозапасів (в середньому 10 березня) до кінця водопілля (кінець травня) становить 92-135 мм. За квітень випадає 28-49 мм, за травень - 38-63 мм.

Залежно від виду атмосферних опадів рік прийнято розділяти на два періоди: холодний (листопад-березень), коли поряд з твердими опадами можуть випадати й рідкі; теплий (квітень-жовтень) – з переважанням рідких опадів. У холодний період випадає 20-25 %, у теплий – 75-80 % річної кількості опадів [14].

Формування весняного стоку річок рівнинної території України починається вже з осінніх місяців. Кількість опадів в цей період менша у вересні і жовтні і

більша на початку холодного періоду (у листопаді і грудні). Опади холодного періоду року визначають розміри снігонакопичення. У холодний період року, коли відбувається накопичення снігових запасів, кількість опадів на досліджуваній території становить майже третину від річної суми опадів – 200-260 мм, у багатоводні роки – 300-400 мм, а у маловодні - лише 80-100 мм. За період календарних зим у середньобаторічному розрізі кількість опадів змінюється в межах 198-224 мм.

Загальна тривалість снігового покриву в середньому становить 114-146 діб, найбільша - 150-190 діб, найменша - 58-116 діб. Максимальні запаси води перед весняним сніготаненням змінюються від 40 мм на півдні до 210-230 мм – на півночі. В північних і північно-східних частинах басейну зим з відлигами спостерігається 5 %, в центральних – 15 % і південних – 90 %.

Сніговий покрив істотно впливає на формування клімату в зимовий сезон, має високу відбивну та випромінювальну здатність, різко зменшує радіаційний баланс, сприяє охолодженню нижніх, прилеглих до нього шарів повітря.

На досліджуваній території сніговий покрив розподіляється нерівномірно. Найбільша тривалість періоду зі сніговим покривом і найбільша висота його відмічається на півночі і північному сході. Середні дати утворення снігового покриву відстають на 2-5 днів від середньої дати переходу температури через 0 °C і на досліджуваній території відносяться до другої декади листопада.

Середнє число днів зі сніжним покривом становить 80-100 діб. Його руйнування відбувається в середньому у третій декаді березня, а повний схід – на початку квітня.

Висота снігу на досліджуваній території упродовж зими в багаторічному розрізі зростає від 5-10 см (грудень) до 20-40 см (перед водопіллям). Зими з частими відлигами характеризуються меншою висотою снігу, хоча в теплі зими опадів випадає, як правило, більше. В холодні зими з тривалими морозами висота снігу досягає 50-70 см.

Щільність снігового покриву постійно змінюється в часі і в просторі і багато в чому залежить від режиму погоди. До моменту сніготанення середня

щільність становить 0,20-0,26.

Максимальні запаси води в сніговому покриві на останній день декади, як це ілюструють дані дод. Б, табл. Б.5, коливаються в таких межах: у південній частині басейну Дніпра вони складають 63 мм (м/с Херсон), що пояснюється через нестійкість снігового покриву, малою його потужністю і частих відлиг до 165 мм на м/с Лубни.

Аналіз матеріалів снігозйомок на досліджуваній території засвідчує, що в роки з теплими зимами, частими відлигами та температурними контрастами у добовому розрізі, сніговий покрив залягає нерівномірно, його висота не перевищує 10-15 см, а в південній частині території іноді він може бути відсутній. В такі зими максимуми снігозапасів формуються наприкінці грудня – у січні. В останні десятиліття спостерігається загальна тенденція до зменшення тривалості періоду сталого снігонакопичення, а також норми максимальних снігозапасів.

Дати утворення та сходу снігового покриву залежать від погодних умов і з року в рік можуть значно варіювати, суттєво відрізняючись від середніх багаторічних строків [17].

Вітровий режим. Вітровий режим на досліджуваній території визначається змінами атмосферного тиску, трансформацією повітряних мас, циркуляційними процесами, орографією, розташуванням господарських угідь, населених пунктів, великих міст. Напрямок і швидкість вітру протягом року постійно змінюються залежно від впливу названих чинників. Аналіз річних роз вітрів свідчить про те, що найбільшу повторюваність мають вітри упродовж листопада - лютого південних, південно-східних та східних вітрів. Восени, внаслідок збереження впливу азорського максимуму, частими також є вітри західної чверті.

На досліджуваній території середні швидкості вітру змінюються від 2 м/с до 5,5 м/с, що визначається як характером циклонічної діяльності, так і розчленованістю рельєфу і наявністю лісових масивів. Повторюваність таких вітрів становить 40-65 %, помірних (зі швидкістю 6-10 м/с) - 20-30 %. У холодний період вітри зі швидкістю 10 м/с та вище з ймовірністю перевищення 50 % фіксуються в середньому 7-9 днів, зі швидкістю 15 м/с та вище – 1-3 дні на місяць.

Найбільші середньомісячні швидкості вітру припадають на січень, частіше лютий і можуть досягати на півдні території 5,5 м/с [17].

Максимальна швидкість, зафіксована вимірювальними приладами (флюгер, анеморумбометр), переважно сягає 18-40 м/с, а за даними окремих станцій – більше 40 м/с [17].

Вологість повітря є важливим чинником режиму зволоження. Вона залежить від циркуляційних процесів та особливостей підстильної поверхні і характеризується абсолютною та відносною вологістю та дефіцитом насичення (дефіцитом вологості).

Відносна вологість повітря (%) характеризує ступінь насичення повітря водяною парою. На протязі доби найбільше значення відносної вологості спостерігається під час сходу Сонця, коли температура мінімальна. Найменше значення відносної вологості спостерігається у післяполудневі години, тому зазвичай розглядають відносну вологість о 13 годині.

У річному ході відносна вологість о 13 годині досягає максимуму взимку (грудень-січень). Для даної території характерний одноманітний її розподіл в цей період (від 82% до 89%). Починаючи з лютого, відбувається загальне пониження відносної вологості на 2-5 % за місяць, а в березні – на 10-15 % [17]. У квітні з'являються вже деякі риси літнього розподілу відносної вологості: вона зменшується від 65-70 %.

Найбільш низька відносна вологість для даної території коливається у межах від 44 % до 83 %. Найбільш висока - від 70 % до 97 %.

Промерзання ґрунту. У холодну частину року, з пониженням температури нижче 0 °С, починається перехід ґрунтової вологи з рідкого стану в лід. Відбувається різка зміна в стані ґрунту - вона набуває властивостей твердого монолітного тіла (цементується), замерзає.

Глибина і швидкість промерзання визначається, з одного боку, коефіцієнтом температуропровідності ґрунту, що залежить від її складу і вологості, з іншого - величиною і швидкістю зниження температури повітря, а також потужністю снігового покриву.

Другим фактором, що має значний вплив на глибину промерзання, є сніговий покрив, щільність його залягання.

Співвідношення між температурою повітря і потужністю снігового покриву визначає глибину промерзання ґрунту і тривалість сезонної мерзлоти на великих територіях.

Істотно впливають на глибину промерзання також і особливості місцевості: висота, рельєф і т.д.

Середні глибини промерзання ґрунту коливаються у межах 15-41 см. У районі Сумської області середня глибина промерзання складає 9-62 см [17]. Як видно по даним спостережень, рухаючись на південь відмічається зменшення середньої глибини промерзання.

Найбільші глибини промерзання в залежності від місцевих особливостей коливаються для Чернігівської області у межах 8-150 см. Найменша глибина промерзання із максимальних значень становила 2 см (Херсонська обл.).

Зміна глибини промерзання від місяця до місяця (або сезонний хід) в середньому доволі проста. Починаючи з другої половини періоду (листопад - січень), промерзання ґрунту поступово збільшується і вже у лютому-першій декаді березня сягає свого максимуму, після чого починає зменшуватися. Найбільш рання дата стійкого промерзання ґрунту спостерігається у третій декаді жовтня, за винятком південних районів, де вона спостерігається у другій декаді листопада.

Тривалість днів зі стійким промерзанням зменшується у південному напрямку і в середньому становить: на території Полісся, лісостеповій і сході степової зон – 100-125 днів. У більш теплі зими число днів зі стійким промерзанням ґрунтів скорочується до 100-40 днів. В цілому по території країни середня глибина промерзання ґрунтів становить 50-70 см, при збільшенні у холодні роки – до 80-120 см і зменшенні в теплі зими – до 15-30 см [17].

Повне відтанення ґрунту в середньому по території відбувається в третій декаді березня - першій декаді квітня.

2.6.2 Сучасні кліматичні зміни та їх тенденції

В роботі досліджені сучасні зміни часових рядів спостережень за гідрометеорологічними характеристиками зимово-весняного періоду формування весняного стоку на річках у зв'язку із загальними направленими тенденціями до підвищення температур повітря у сучасний період [14], [16]. З цією метою були залучені багаторічні дані по метеорологічних станціях розглядуваної території та характеристики водного режиму річок весняного водопілля. Тривалість багаторічних рядів прийнята станом до 2015 р.

Побудовані авторами роботи хронологічні графіки (трирічні ковзні) середньомісячних температур повітря за лютий та березень за період 1951-2015 рр. (на прикладі даних метеорологічних спостережень по станціях Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград), свідчать про циклічність в їх ході, але має місце й багаторічна тенденція до підвищення температур повітря в ці місяці (рис. 2.7-2.8).

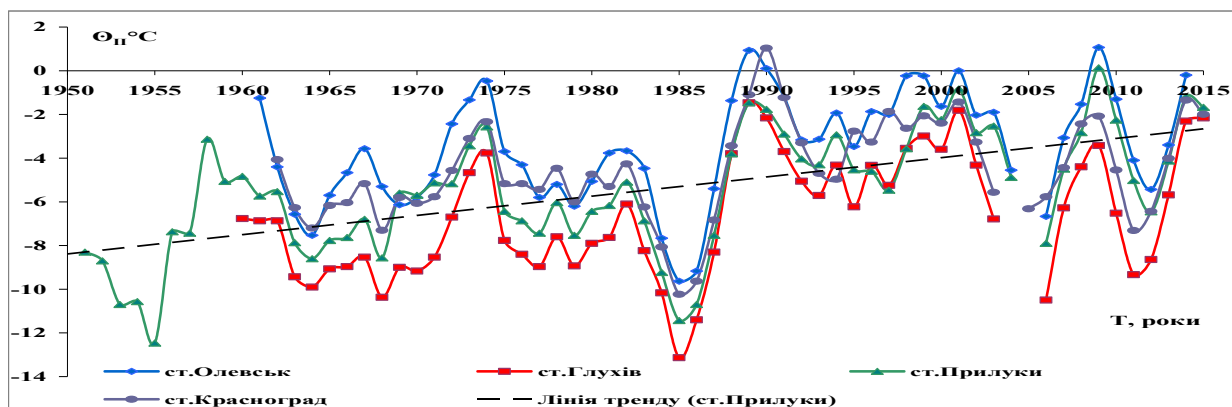
Характер та умови формування майбутнього весняного водопілля визначають як кількість і строки максимального снігонакопичення на водозборах, так і стан поверхні водозбору (вологість ґрунту, його промерзання), який визначає втрати тало-дощових вод.

Хронологічні графіки за багаторічний період спостережень (1960-2015 рр.) максимальних за зиму глибин промерзання ґрунтів (у вигляді трирічних ковзних і різницевих інтегральних кривих – рис. 2.8-2.9), показують, що їх величини коливалися у бік збільшення в період з 60-х до середини 80-х років минулого сторіччя, далі незначно змінювалися протягом майже 20 років (до кінця 90-х), а на теперішній час поступово зменшуються (рис. 2.9), у зв'язку з сучасним підвищенням температур повітря зимових місяців у регіоні.

Аналіз часових рядів спостережень за снігозапасами свідчить, що протягом тривалого часу величини максимальних запасів води в сніговому покриві не залишалися без змін (рис. 2.10-2.11) – в період з 1950 року по 1965 рік вони зменшувалися, потім після різкого збільшення залишалися сталими при високих значеннях (до 90-х років минулого століття), а у сучасний період спостерігається

направлена тенденція до їх зменшення.

а)



б)

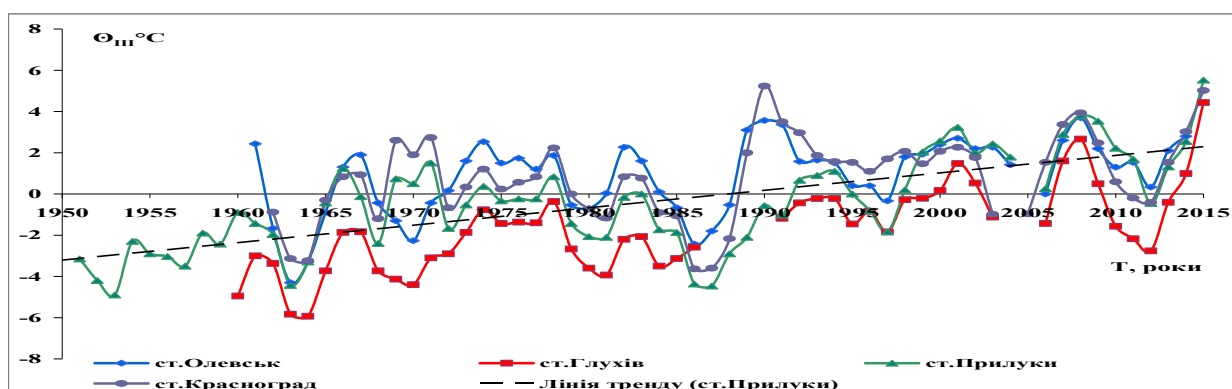


Рисунок 2.7 – Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) середньомісячних температур повітря по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград:

а) за лютий; б) за березень

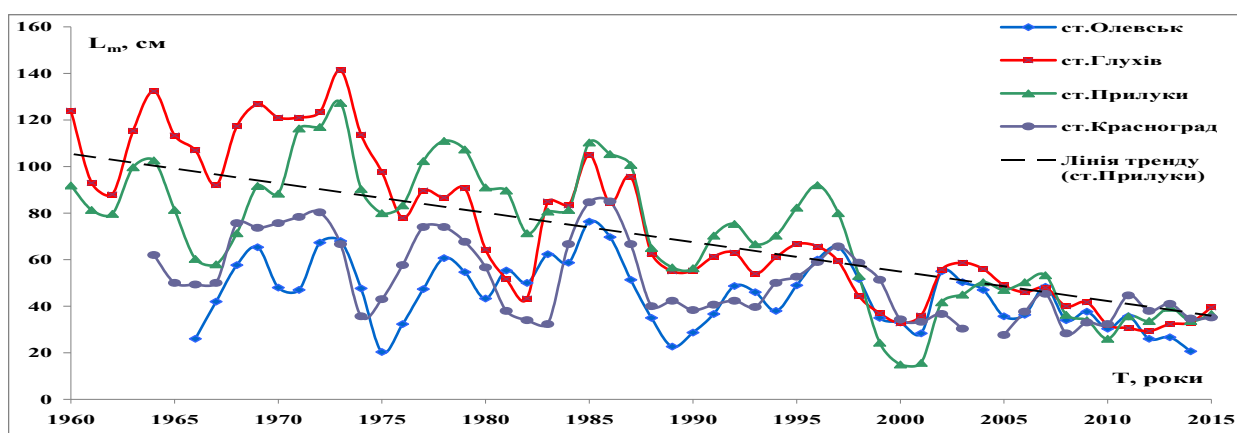


Рисунок 2.8 – Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) максимальних глибин промерзання ґрунтів по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград

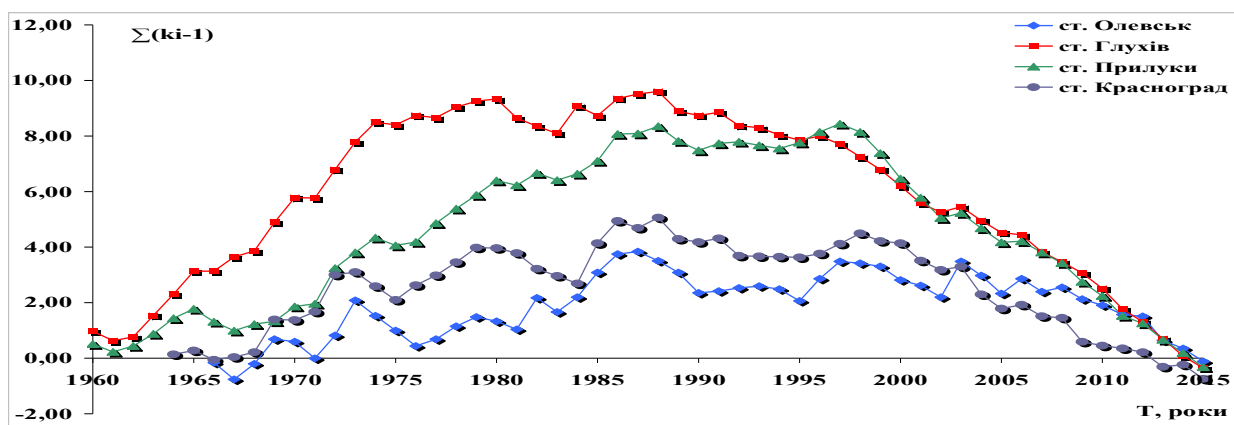


Рисунок 2.9 – Різницеви інтегральні криві максимальних глибин промерзання ґрунтів по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград

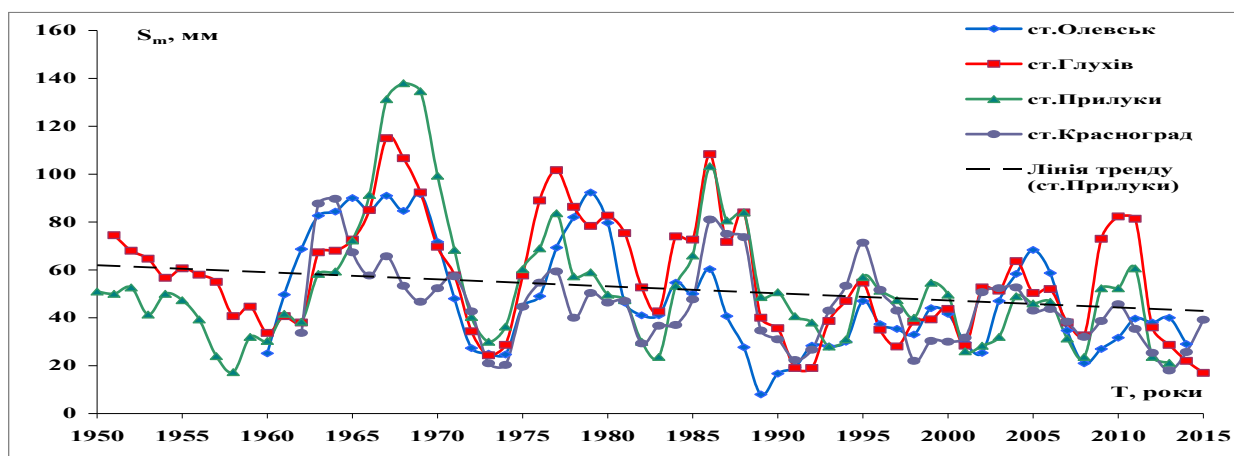


Рисунок 2.10 – Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) максимальних запасів води в сніговому покриві по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград

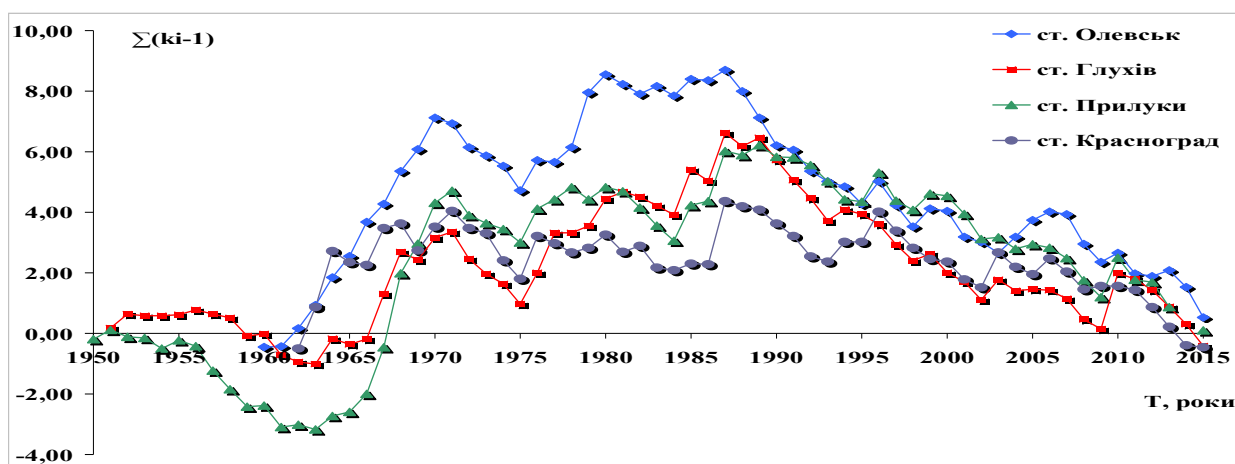


Рисунок 2.11 – Різницеви інтегральні криві максимальних запасів води в сніговому покриві по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки, Красноград

Зазначені зміни запасів води в сніговому покриві протягом останнього двадцятиріччя є головною причиною зниження стоку весняного водопілля.

На рис. 2.12 показаний багаторічний хід дат максимальних запасів води у сніговому покриві для обраних метеостанцій (Олевськ, Глухів, Прилуки), які розташовані в басейні Дніпра.

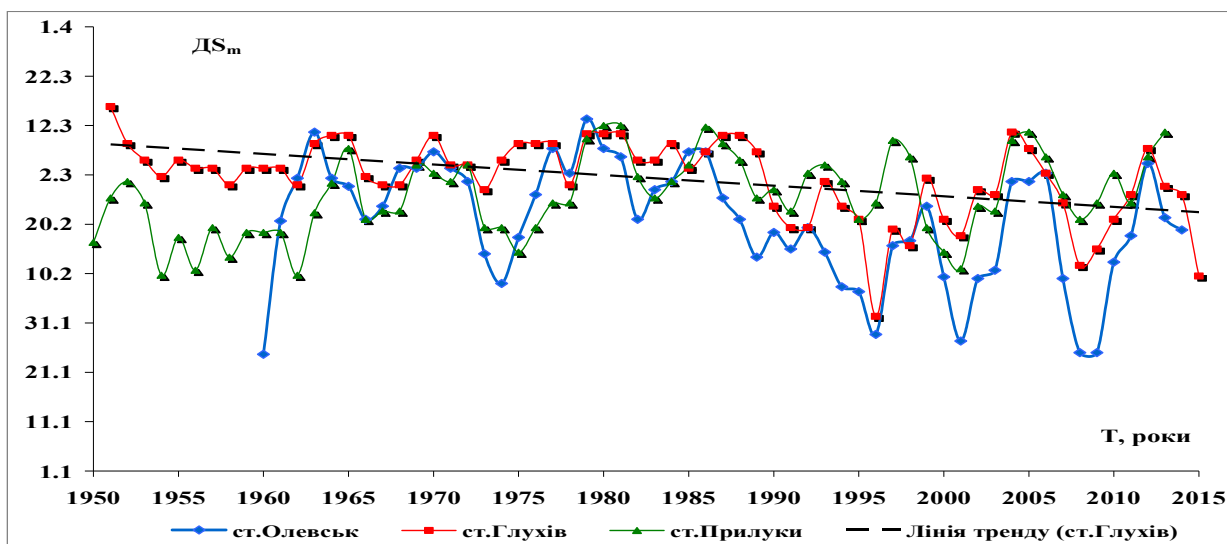


Рисунок 2.12 – Багаторічний хід (у вигляді трирічних ковзних) дат максимальних запасів води в сніговому покриві по м/с Олевськ, Глухів, Прилуки

Проаналізувавши хід дат максимальних запасів води у сніговому покриві для обраних метеостанцій, слід відмітити невелике зсунення до більш ранніх дат настання максимальних снігозапасів (1980-2015 pp.).

Аналізуючи багаторічний хід представлених гідрометеорологічних характеристик, слід відмітити, що у більшості випадків коефіцієнти кореляції є значущими (табл. 2.1).

Коефіцієнт кореляції r вважається значущим, якщо виконується умова $r > 2\sigma_r$ (де $\sigma_r = (1 - r^2) / \sqrt{n - 1}$ – середня квадратична похибка розрахунку коефіцієнта кореляції, r^2 – величина достовірності апроксимації, n – число років спостережень) [18].

Таблиця 2.1 – Оцінка значущості трендів гідрометеорологічних характеристик в басейні Дніпра

Станція			Висновок
Θ _{II} °C			
Олевськ	r =0,39	2σ _r =0,23	значущий
Глухів	r =0,46	2σ _r =0,22	значущий
Прилуки	r =0,60	2σ _r =0,16	значущий
Красноград	r =0,35	2σ _r =0,24	значущий
Θ _{III} °C			
Олевськ	r =0,48	2σ _r =0,21	значущий
Глухів	r =0,72	2σ _r =0,14	значущий
Прилуки	r =0,69	2σ _r =0,13	значущий
Красноград	r =0,40	2σ _r =0,23	значущий
L _m , см			
Олевськ	r =0,39	2σ _r =0,24	значущий
Глухів	r =0,87	2σ _r =0,06	значущий
Прилуки	r =0,73	2σ _r =0,13	значущий
Красноград	r =0,59	2σ _r =0,18	значущий
S _m , мм			
Олевськ	r =0,51	2σ _r =0,20	значущий
Глухів	r =0,32	2σ _r =0,23	значущий
Прилуки	r =0,20	2σ _r =0,24	не значущий
Красноград	r =0,42	2σ _r =0,22	значущий
D _{Sm} , мм			
Олевськ	r =0,39	2σ _r =0,23	значущий
Глухів	r =0,50	2σ _r =0,19	значущий
Прилуки	r =0,39	2σ _r =0,21	значущий

2.7 Водний режим весняного водопілля річкового басейну Дніпра

2.7.1 Загальна характеристика

Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні ресурси становлять понад 60 % усіх водних ресурсів країни. Протікаючи з півночі на південь, Дніпро ділить Україну на Правобережну і Лівобережну. Із 17 основних приток 14 впадає у річку в межах України. Найбільшими серед них є річки Прип'ять і Десна, що несуть до Дніпра основну масу води.

Водами Дніпра живляться 80 % площ земель України через зрошувальні і обводнювальні системи (Інгулецька, Краснознаменська, Каховська та ін.).

Дніпро є головним стрижнем водних шляхів країни. До спорудження водосховищ довжина Дніпра становила 2285 км, після випрямлення судноплавного фарватеру вона скоротилася на 84 км і зараз становить 2201 км, з яких 954 км припадає на територію України. Довжина судноплавної ділянки становить 1018 км.

Водний режим визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями територій і характеризуються достатньо вираженим весняним водопіллям та літньо-осінньо-зимовою меженню, яку порушують дощові паводки та відлиги [13].

Характер водного режиму річок в більшій ступені визначається особливостями водопілля, його тривалості та дольової участі талих вод у річному об'ємі, що у свою чергу обумовлюється типом живлення.

Річки району мають змішане живлення, причому у північній частині території роль талого стоку в формуванні річного стоку значно більша, ніж у південній. Частка дощових вод у річному стоці у південній частині території у порівнянні з північною помітно збільшується.

Співвідношення між сніговим та дощовим живленням змінюється у різні по водності роки. Стік весняного водопілля у багатоводні роки становить 70-80 % річного стоку, в середні по водності роки – 60-70 %, а у маловодні – 50-60 % [13].

Найбільш характерною фазою гідрологічного режиму на річках України є весняне водопілля. Умови його формування, з урахуванням значних відмінностей по території кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, рослинних та інших факторів, неоднакові на рівнинних та гірських водозборах. Всі фактори, які впливають на формування весняного стоку, можна поділити на дві основні групи:

- фактори метеорологічні, що визначають погодні умови конкретної весни: інтенсивність сніготанення та утворення талих вод, опади, втрати на випаровування й інфільтрацію;

- фактори підстильної поверхні та клімат, що визначають величину акумуляції талих вод на поверхні басейну та інфільтраційні спроможності ґрунтів,

характер розподілу снігу на поверхні басейну та стікання талих вод по схилах і руслах річок, загальні умови вологості території та ін.

Форма гідрографа водопілля залежить від характеру весни та низки азональних факторів, серед яких суттєву роль відіграють болота (багатопікове, розтягнуте водопілля) і карст (повільний підйом і спад, пік слабо виражений).

Стік Дніпра формується переважно у верхній його частині (до м. Київ), де кліматичні умови найбільш сприятливі. Дніпро протікає по різних природніх умовах, де на величину весняного стоку впливає значна кількість факторів. Домінуючими факторами є осінньо-зимова зволоженість ґрунту, величина снігозапасів в басейні, характер сніготанення. Крім того, величина максимуму залежить від співпадіння або зміщення у часі піків на основних притоках (рр. Сожі, Прип'яті, Десні та Верхньому Дніпрі) [19].

Кліматичні фактори обумовлюють розподіл стоку на великих і середніх річках, а фактори підстильної поверхні й антропогенний вплив – формують гідрологічний режим малих річок. Елементи водного балансу відповідно до загальної закономірності розподілу зменшуються з півночі на південь. Так наприклад, поверхневий стік на півночі становить 70-80 мм на рік, а на півдні лише 3-10 мм/рік.

В районі басейну Дніпра [2] у зв'язку з деякими різницями у режимах річок на досліджуваній території виділені 4 суббасейни, згідно вимог ВРД ЄС, зазначених у п. 2.1: Прип'яті, Десни, Середнього і Нижнього Дніпра (рис. 2.13).

За характером водного режиму річки басейну Дніпра відносяться до рівнинного типу, переважно снігового живлення. Найбільші середньомісячні витрати води спостерігаються у березні-квітні, найменші – наприкінці літа або на початку осені. Для режиму внутрішньорічного розподілу стоку суббасейна Прип'яті характерно ярко виражене весняне водопілля і низька межінь, яка порушується короткочасними літніми та зимовими паводками від опадів та відлиг. Початок водопілля на малих і середніх річках відноситься до першої декади березня, іноді до другої і третьої декад лютого; закінчується – у другій половині квітня, іноді у першій декаді травня. Тривалість водопілля 1,5-2 місяці. У цей сезон по річках проходить 45-60% їх річного стоку. Пік зазвичай спостерігається наприкінці травня – початку квітня [13], [19].



Рисунок 2.13 – Схема гідрографічного районування річкового басейну Дніпра [2]

Частина річок не має стійкого підземного живлення, тому у червні може спостерігатися пересихання або зменшення витрат води до десятих м³/с. Літній стік (до 15 % від річного) є сезоном низьких витрат води, який триває з червня по серпень. З вересня по листопад триває осінній період (15 % річного стоку), під час якого поступово зростає стік річок за рахунок значних осінніх опадів. В свою чергу у зимовий період (20-25 % річного стоку) також спостерігається підвищення стоку за рахунок талих вод під час відлиг.

Такий внутрішньорічний розподіл стоку спостерігається й для деяких річок суббасейну Середнього Дніпра (праві притоки Дніпра нижче При'яті) – річок Тетеріва і Росі.

Режим річок басейнів лівих приток Дніпра від Десни до Орелі (суббасейн Середнього Дніпра) і самого суббасейну Десни характерний високим весняним водопіллям, яке має два-три піки, що обумовлені нерівномірним таненням снігу або дощами. Найвищий рівень під час водопілля спостерігається на початку квітня

(на малих річках) та середині квітня (на річках суббасейну Десни). Весняне водопілля починається на початку-середині березня, а закінчується на малих і середніх річках в середині-кінці квітня, на великих – у середині-кінці травня. Тривалість водопілля в роки з інтенсивним сніготаненням становить у середньому 40-45 днів, а при слабкому розвитку весняних процесів – до 80-100 днів. Весняне водопілля на річках формує 65-70% річного стоку, літня і осіння межені – від 8 % до 10-12 % річного стоку кожна, суттєво знизилась частка зимового періоду (10-15 %), оскільки відлиги тут рідше спостерігаються, ніж на Правобережжі Дніпра [19].

Внутрішньорічний розподіл стоку суббасейну Нижнього Дніпра та р. Тясмин (суббасейн Середнього Дніпра) характеризується досить високим весняним водопіллям, яке настає зазвичай у лютому-квітні (майже 70 % річного стоку), і низькою літньою межею (травень-серпень), що порушується незначними дощовими паводками. Для малих річок стік характерний лише під час весняної та дощових повеней. Весняне водопілля спостерігається не щорічно і зазвичай проходить у лютому-березні. Сезоном, на який припадає найменша частка річного стоку є осінь (5-10 %) [19].

На більшості річок території рівневий режим втрачає достовірність за рахунок наявності ГЕС, насосних споруд та млинів, забором води на зрошення й інші господарські потреби.

У верхній частині суббасейну Середнього Дніпра [2], [19] розташоване Київське водосховище, яке було створено у 1964–1965 рр. Площа водного дзеркала звичайного підпірного горизонту становить 922 км^2 , повний об'єм – $3,73 \text{ км}^3$, протяжність річкою – 110 км. Найбільша ширина сягає 12 км, найбільша глибина – 14 м, а середня – 4 м. Гарантовані габарити водного шляху: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 160 м; коливання рівня не перевищує 1,5 м; водообмін здійснюється 12–13 разів на рік; притоки – Прип'ять, Тетерів.

Уздовж лівого берега Київського водосховища для захисту від затоплення земель на вододілі Дніпра і Десни наміто земляну дамбу завдовжки 70 км, за дамою і паралельно їй проходить дренажний канал, довжина якого 60 км. Канал оберігає дамбу від підтоплення фільтраційними водами. Нижче гирла Прип'яті Київське водосховище широкіє і глибоке.

Нижче за течією розташоване Канівське водосховище, яке створено у 1972–1975 рр. Довжина його становить 123 км, площа водного дзеркала – 675 км^2 , об'єм – $2,62 \text{ км}^3$, середня глибина – 3,7 м, а найбільша – 21 м. Ширина цієї ділянки Дніпра – від 5 км до 10 км. Гарантовані габарити шляху такі: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 80 м. Коливання рівня тут не перевищує 0,5 м. Здійснюється тижневе регулювання стоку води.

Ще нижче за течією створено Кременчуцьке водосховище (у 1959–1961 рр.). Воно має довжину 149 км, площу водного дзеркала – 2250 км^2 , об'єм – $13,5 \text{ км}^3$. Найбільша глибина досягає 21 м, середня ширина становить 15 км, а найбільша – 28 км. Гарантовані габарити шляху: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – від 80 м до 200 м. За гідрологічними і морфологічними умовами водосховище ділиться на три частини: верхню (від Канева до Черкас), середню (від Черкас до Адамівки) і нижню (від Адамівки до дамби КремГЕС). У верхню частину водосховища впадають річки Рось, Вільшанка, Супой, у нижню – Сула і Тясмин, які утворюють Сульську і Тясминську затоки.

В суббасейні Нижнього Дніпра розташовані Дніпродзержинське, Дніпровське і Каховське водосховища.

Дніпродзержинське водосховище було створено у 1963–1965 рр. Довжина водної поверхні вниз від Кременчука – 114 км, ширина – від 2 км до 16 км, площа водного дзеркала – 567 км^2 , повний об'єм – $2,45 \text{ км}^3$, середня глибина – 4,3 м, а найбільша – 16 м. Гарантовані габарити шляху водосховища: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 150 м. Коливання рівня не перевищують 0,5 м. Третина водосховища – мілководдя. Водообмін здійснюється 18–20 разів на рік.

Дніпровське (Запорізьке) водосховище є першим водосховищем, спорудженим на місці дніпровських порогів у 1932 р. Довжина порожистої ділянки – 65 км, а ширина – від 380 м до 960 м. Усього було дев'ять порогів. У результаті будівництва Дніпрогесу пороги було затоплені і утворено озеро. Водосховище досягло проектного рівня у 1934 р. Підірвану під час війни греблю Дніпрогесу було відновлено у 1948 році. Довжина водосховища – 129 км, найбільша ширина – 3,5 км, площа – 410 км^2 , об'єм – $3,30 \text{ км}^3$, середня глибина – 8 м, найбільша – 53 м.

Гарантовані габарити шляху: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 80 м. Коливання рівня води не перевищують 2,9 м. Мілководдя займає 36% всієї площі водосховища. Регулювання стоку води здійснюється щотижня.

Ділянка Дніпра (від Запоріжжя до Нової Каховки) зарегульована Каховським водосховищем, спорудженим у 1955–1958 рр. Водосховище тягнеться з північного заходу на південний схід на 220 км. Площа його становить 2155 км^2 , об'єм – $18,2 \text{ км}^3$; середня глибина тут 5 м, максимальна – 24 м. Ширина водосховища – від 3,5 км до 25 км. Зона мілководдя невелика і займає менше десятої частини всієї площі. Гарантовані габарити шляху: глибина – 3,65 м, ширина суднового ходу – 80–200 м. Коливання рівня води не перевищують 4 м, водообмін здійснюється 2–3 рази на рік.

Дніпро у Причорноморській низовині ділиться на дві ділянки: пригирлову (від дамби Каховської ГЕС до вершини дельти) завдовжки 100 км і гирлову, або дельтову (від вершини дельти до Дніпровського лиману). У пригирлову частину Дніпра впадає остання права його притока Інгулець. Русло Інгульця від гирла до с. Снігурівка використовують для забору води з Дніпра у магістральний канал Інгулецької зрошувально-обводнювальної системи.

Антропогенний вплив на режим річкового стоку постійно зростає. Його, традиційно, відносять до факторів підстильної поверхні, який впливає або докорінно змінює вплив інших факторів підстильної поверхні. Будівництво водосховищ і ставків, осушення боліт і заболочення територій, агролісотехнічні заходи на водозборах річок змінюють такі фактори формування та розподілу стоку як озерність, заболоченість й лісистість басейнів, похил русла, густота річкової мережі. Крім цього, на режим стоку впливають господарські заходи, що проводяться безпосередньо у руслах річок (промислові, побутово-комунальні потреби та ін.). Вплив кожного з цих видів людської діяльності по різному відображається на характеристиках та режимі стоку річок.

2.7.2 Аналіз впливу кліматичних змін на формування максимального стоку весняного водопілля

Однією з найважливіших проблем науки другої половини XX - початку XXI століття є дослідження змін кліматичних умов в глобальному та регіональному масштабах та розробка прогнозу майбутнього сценарію поведінки клімату у зв'язку з його важливістю як для функціонування природного середовища, так і для життя людства, а також внаслідок виняткової складності цієї проблеми [14].

Кліматичні зміни, що відбуваються впродовж останніх десятиліть, істотно вплинули на характеристики весняного водопілля річок України. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря, прояв якої відчувається з 80-х років XX століття, призводять до суттєвих змін термічного режиму. На території України впродовж більшої частини року панує область підвищеного атмосферного тиску субтропічного походження, яка проявляється у зростанні температури повітря взимку і як наслідок маємо часті відлиги, зменшення величин снігозапасів та глибини промерзання ґрунту.

Передусім ці зміни впливають на терміни проходження водопілля в цілому та величини його максимумів, зокрема. Значне зростання середньомісячної температури повітря впродовж січня-березня практично по всій території України сприяло зміщенню початку весняного водопілля на більш ранні строки впродовж двох останніх десятиліть (1989-2008 р.). За дослідженнями В.В. Гребня [20], величина зміщення становить близько двох тижнів.

Окрім термінів проходження, зміни відбулися й у самих величинах максимальних витрат води весняного водопілля. За даними досліджень [20]-[21], величина весняних максимумів в басейні Дніпра зменшилась від 48 % (суббасейн Прип'яті) до 64-69 % (суббасейн Нижнього Дніпра) по відношенню до 1989 р. Частка весняного водопілля у річному об'ємі стоку зменшилась з 42-53 % до 35-37 %, а також відмічені зменшення амплітуд коливань основних характеристик весняного водопілля на 20-25 % [22].

У роботах Н.С. Лободи [23]-[24] використано модель «клімат-стік» та дані загальних моделей циркуляції атмосфери та океану «МЗЦАО» (CCCM, GISS, GFDL, UKMO) для помірного сценарію A1B. У цілому за отриманими проєкціями буде спостерігатися зменшення водного стоку річок. Так, для басейну р. Дніпро (лісова зона) на період 2030-2040 рр. зниження стоку може досягнути 29 %, р. Дністер – 37 %. Для степових районів України для періоду 2030-2040 рр. стік зменшиться до 40 % і до 2070-2080 рр. відбудеться повна його руйнація.

Невтішні результати отримано і в роботі С.І. Сніжко та ін. [24]-[25], які досліджували можливі зміни стоку річок України за даними глобальної кліматичної моделі REMO для сценарію A1B та адаптованої водно-балансової моделі L. Turc до річок України. Автори роблять висновок, що впродовж XXI століття водний стік переважної частини річок України суттєво зменшиться, окрім річок Карпатського регіону та гірських річок Криму. Деякі річки, взагалі, перестануть існувати (річки Самара, Сула).

У своїй роботі Л.О. Горбачова [26] застосувала комплексний підхід (одночасне застосування декількох методів, ретельна адаптація, верифікація моделей, ансамблевий підхід) для отримання більш достовірних перспективних оцінок водного стоку річок України. Проєкції середньорічного стоку води річок України на середину XXI століття відносно базового періоду 1991-2010 рр., які отримано за даними 4 РКМ (REMO, RCA3-E, RCA3-B, RRCM) для сценарію розвитку суспільства A1B показують, що найвірогідніше очікувані зміни середньорічного стоку будуть знаходитися в межах природних коливань водності.

Отже, виходячи з вищенаведеного, існуючих результатів досліджень можливих змін водних ресурсів в Україні впродовж XXI століття внаслідок потепління клімату за рахунок викидів парникових газів замало для отримання ґрунтовних висновків та визначення можливих тенденцій. Актуальною задачею залишається як розробка методичних підходів щодо оцінки можливих майбутніх змін водних ресурсів за даними МЗЦАО, так і удосконалення самих МЗЦАО.

Проте МЗЦАО мають багато невизначеностей і дають різні, іноді зовсім протилежні, результати, особливо по відношенню до перспективних оцінок

опадів, тобто вони нездатні реалістично відтворювати кліматичні характеристики за інтервали часу менше 20 років. Більш-менш задовільні результати можна отримати при осередненні даних моделювання за 20-30 років.

Результати деяких останніх досліджень С.І. Сніжко прогнозують для України впродовж ХХІ століття катастрофічне становище водних ресурсів – повну руйнацію стоку річок степової зони. Такого трагічного стану річки досягнуть лише за 40-70 років. Це здається неймовірним, особливо з погляду на те, що за попередні 100 років, коли суспільство розвивалось надто швидкими темпами в промисловості, водоспоживанні, за ростом кількості населення і т.п. таких суттєвих змін з водним стоком річок не відбулося [24].

Огляд літератури показує важливість і значимість для майбутнього вирішення задачі урахування змін клімату на формування максимального стоку весняного водопілля як в басейні Дніпра, так і в Україні в цілому.

2.8 Гідрометеорологічна вивченість у межах річкового басейну Дніпра

Розгляд історії гідрометеорологічних вимірювань на мережі спостережень, щільність та репрезентативність мережі стацій і постів в басейні Дніпра зумовлює якість і надійність наукових досліджень та є основою для розробки нових й удосконалення існуючих методів і методик гідрологічних розрахунків та прогнозів характеристик весняного водопілля річок.

Візуальні спостереження за погодою, режимом річок на території України розпочалось ще за часів Київської Русі [27]. Літописи Х-ХІІ століть містять відомості про екстремальні гідрологічні явища, в першу чергу, катастрофічні повені або надзвичайно низький стік річок, пов'язаний з посухами.

Систематичні водомірні спостереження на Дніпрі проводились уже в ХVІІ столітті (1697-1699 рр. - початок перших систематичних гідрологічних спостережень за станом Дніпра та його притоків), що було викликано

необхідністю проходження суден через дніпровські пороги. Перші інструментальні метеорологічні спостереження на теренах України розпочалися в Києві у 1771 році військовим лікарем Лерхе. На початку XIX століття на Україні з'являються аматорські метеорологічні станції – в Києві (1804 р.), Бердичеві (1814 р.), Одесі (1821 р.), Полтаві (1824 р.). Гідрографічний департамент організовує станції в морських портах Миколаєва (1824 р.) і Херсона (1825 р.) [27].

Перші гідрологічні спостереження розпочалися на Дніпрі, біля Лоцманської Кам'янки. Початок функціонування цього річкового поста умовно можна віднести до 1656 року. Дані по цьому посту вдалось виявити в 1778 році. Це найбільш давні спостереження за гідрологічним режимом Дніпра. В 1656 році на замовлення Запорізького Коша була складена інструкція для регулювання судноплавства через Дніпровські пороги, в якій визначалось заглиблення суден і плотів у залежності від глибини біля Ненаситецького порогу. Цією інструкцією користувались аж до кінця XVIII століття.

У XIX столітті гідрологічні спостереження та дослідження значно розширюються. У 1804 році в Києві було організовано перший гідрологічний водомірний пост на Дніпрі. Зацікавленість до гідрологічних досліджень зросла після катастрофічної повені 1845 року. У цей час започатковано масові дослідження гідрологічного режиму багатьох річок України [27].

Дослідження басейну р. Дніпро (нижче впадіння р. Прип'ять, включаючи її праві притоки, які протікають у межах України) з боку гідрологічних спостережень розпочато з 1875-1900 рр., на річках басейну Прип'яті – у 1925-1926 рр., у басейні Десни – у 1895-1897 рр., на річках, що впадають у Дніпро нижче Києва, – у 1897-1916 рр. з метою покращення судноплавства у державі. А масові роботи по вивченню стоку річок Дніпра, Десни та інших, які впадають у р. Дніпро розпочато з 1930 р. [13].

За часів Радянського Союзу діяло 345 витратних гідрологічних постів, але, на жаль, з 1991 р. кількість стічних і водомірних постів у басейні Дніпра скоротилася на 30 % і на Дніпрі їх залишилося лише 112 [28].

Одним з основних сучасних завдань раціонального управління, використання та охорони водних ресурсів нашої держави, враховуючи вимоги європейських стандартів та Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС є дослідження річкової мережі та облік водних об'єктів, оснований на типології річок [1].

Відповідно Водного кодексу України (1995) [29], басейн Дніпра (площа басейну – 504 тис. км², з них в межах України – 291,4 тис. км²) класифікується за площею водозбору, як велика річка - понад 50 тис. км² [1]. Ця класифікація суттєво відрізняється від типології річок за розмірами згідно ВРД ЄС (враховуючи менші масштаби гідрографічної мережі територій європейських країн та й в Україні), згідно якої басейн Дніпра характеризується, як дуже велика річка - понад 10 тис. км² [30].

В роботі створений комплекс вихідних гідрометеорологічних даних, який містить нормативну (статистичні характеристики, норми, ймовірносні розподіли значень гідрологічних величин, їхніх комплексів і явищ, які є квазісталіми стандартами) і оперативну інформацію (щоденні результати спостережень за гідрометеорологічними характеристиками).

Насамперед використання багаторічних режимних і нормативних матеріалів забезпечує достовірність і надійність гідрологічних розрахунків, а регулярність та своєчасність надходження оперативної гідрометеорологічної інформації – проведення вчасного якісного аналізу поточної гідрометеорологічної ситуації та оперативного прогнозування стоку на річках даного басейну [31].

2.8.1 Гідрологічна мережа спостережень

Відповідно Державного Водного Кадастру (серія: Багаторічні дані) на річці Дніпро в межах України перелічено 11 гідрологічних постів, 6 з яких належать ПрАТ «Укргідроенерго», а 5 - ГМС України. Однак, спостереження за весняним стоком проводяться лише на 1 г/п (р. Дніпро - с. Неданчичі).

Для дослідження характеристик весняного водопілля річок можливо використовувати дані спостережень як діючих постів, так і закритих. Тому в басейні Дніпра для дослідження максимального стоку весняного водопілля обрана мережа гідрологічних постів, які розташовані по всій території басейну та мають достатній період спостережень (>15 років). На рис. 2.14 приведена схема мережі гідрологічних постів в басейні Дніпра. Розміщення пунктів спостережень, що висвітлені гідрологічними даними, по території досить рівномірне.

Для обґрунтування розрахункової та прогнозової методик характеристик весняного водопілля річок створено базу вихідних даних по максимальному стоку весняного водопілля річок в басейні Дніпра по 132 гідрологічних постах Державної служби України з надзвичайних ситуацій від початку спостережень по 2010 рік, включно, а також по 39 постах у верхів'ях Десни і Сейму, які розташовані на невеликій частині території Російської Федерації.

У дод. Б, табл. Б.1 наводиться перелік гідрологічних постів, матеріали яких використані при дослідженні. Розподіл гідрологічних пунктів спостережень здійснено за площею водозборів, згідно типології річок за площею водозбору відповідно Водної рамкової директиви ЄС (2000) [1], та тривалістю спостережень в суббасейнах Прип'яті, Десни, Середнього та Нижнього Дніпра (включаючи г/п на р. Дніпро) наведений у табл. 2.2.

Площа водозборів змінюється від $6,20 \text{ км}^2$ (лог Райчик - с. Польова Лукашівка) до 459000 км^2 (р. Дніпро - с. Лоцманська Кам'янка). Як видно з табл. 2.2, на малі річки (площа водозбору $10\text{-}100 \text{ км}^2$) припадає $4,1 \%$ досліджуваних басейнів (2 з 7 басейни мають площу водозбору менше 10 км^2), середніх (від 100 км^2 до 1000 км^2) – $36,3 \%$ (62 басейни), великих (від 1000 км^2 до 10000 км^2) – $46,8 \%$ (80 басейнів), а дуже великих (понад 10000 км^2) – $12,9 \%$ (22 водозбори). Недостатньо вивченими є малі водозбори з площею до 100 км^2 – їх частка становить лише $4,1 \%$ (7 г/п).

Важливим показником гідрологічної вивченості території є тривалість спостережень за стоком на річках. Тривалість спостережень змінюється від 16 років (р. Грезля - уроч. Брід) до 127 років (р. Десна - м. Чернігів).

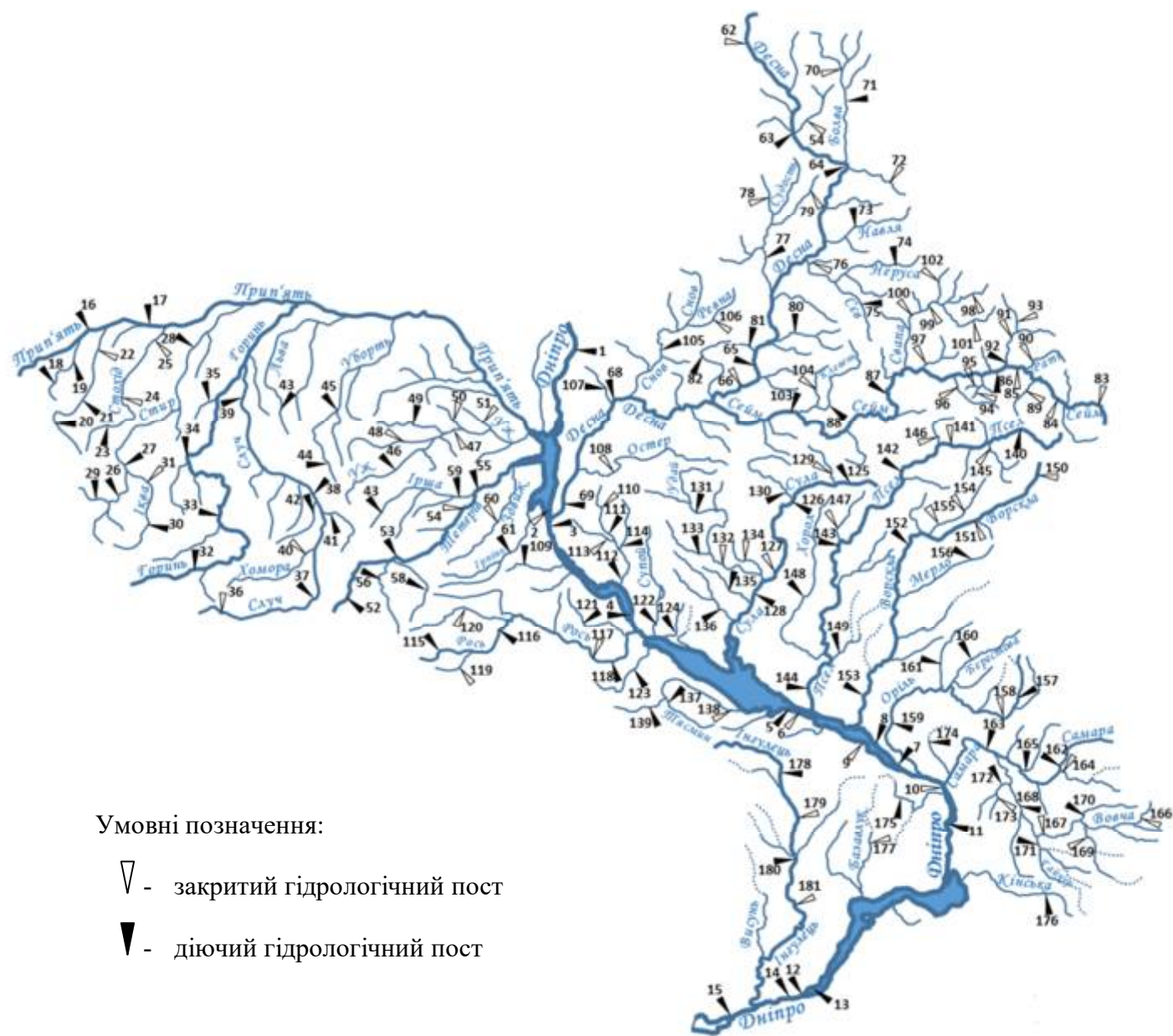


Рисунок 2.14 – Гідрологічна мережа спостережень в басейні р. Дніпро

Таблиця 2.2 – Розподіл водозборів за тривалістю спостережень і величиною їх площ (згідно типології річок ВРД ЄС [1]) в басейні р. Дніпро

Площа водозбору, км ²	Категорія річок за ВРД ЄС [1]	Кількість гідрологічних постів з періодом спостережень							
		≤ 20	21-40	41-60	61-80	81-100	≥ 101	Всього	%
10 – 100	Малі	-	6	-	1	-	-	7	4,1
>100 – 1 000	Середні	2	26	23	11	-	-	62	36,3
>1 000 – 10 000	Великі	4	22	29	18	7	-	80	46,8
>10 000	Дуже великі	-	4	6	7	4	1	22	12,9
Всього		6	58	58	37	11	1	171	100
%		3,5	33,9	33,9	21,7	6,4	0,6	100	X

Причому ряди спостережень тривалістю від 41 до 80 років мають більшість постів (55,6 %), більше 80 років – 12 постів (10 %), а на 58 постах (33,9 %) гідрологічні ряди достатньо тривалі і становлять 21-40 років. Ряди тривалістю менше 20 років є лише на 6 постах, що становить 3,5 % від загальної кількості. Середній період спостережень становить 50 років.

Таким чином, гідрологічна вивченість досліджуваної території загалом є задовільною.

2.8.2 Метеорологічна мережа спостережень

Метеорологічна мережа представлена 193 пунктами: 108 станціями й 85 постами. Дані пункти розташовані в басейні Дніпра на території України, а також прилеглих територіях Білорусі і Росії (в річкових суббасейнах Прип'яті та Десни). Список метеостанцій і постів, складений у відповідності з програмою ГІС АРМГ, розробленою Українським Гідрометеорологічним Центром [32], а також відомості про них і дані про періоди спостережень за основними метеорологічними елементами наведені в дод. Б (табл. Б.2 і табл. Б.3).

До метеорологічних даних, які у подальшому використовуються в роботі, відносяться матеріали спостережень за температурою повітря, атмосферними

опадками і сніговим покривом. За всіма переліченими характеристиками ведуться спостереження на 113 пунктах із 193. На 189 пунктах – за сніговим покривом і опадами. Спостереження за сніговим покривом здійснюються на всіх 193 пунктах (дод. Б, табл. Б.3).

Схема розташування мережі метеорологічних спостережень наведена на рис. 2.15. Як видно з рис. 2.15, розміщення метеостанцій і постів загалом досить щільне і рівномірне; лише в окремих районах досліджуваної території (наприклад, в деяких частинах річкових басейнів Случі, Льви, Ствиги, у верхів'ях і на вододілах річок Остер, Трубіж, Супій, Удай і Ромен, в середній течії річок Сули і Ворскли, а також в басейні Орелі) спостерігається деяка розрідженість пунктів.

Проте індекс щільності станцій на території басейну Дніпра в межах України становить 1,92 (1 пункт на 1,92 тис. км²), що задовольняє нормативам ВМО щодо розташування наземної метеорологічної мережі на рівнинній території (1 пункт на 2-10 тис. км² і 250-300 км між станціями) [33].

Аналіз, проведений відносно тривалості спостережень за основними метеорологічними величинами, показав, що вивченість території у цьому відношенні теж добра. В дод. Б (табл. Б.3) наведені дані про періоди спостережень (з початку вимірів по 2015 рік). Із 193 пунктів, які ведуть спостереження за сніговим покривом, 140 (72,6 % від загальної кількості) мають тривалість спостережень більше 60 років (табл. 2.3). Лише по 6 пунктах (3,1 %) ряди спостережень становлять менше 20 років. Найтриваліші ряди – 97 років і 101 рік – мають метеостанції Дніпро і Нікополь відповідно (дод. Б, табл. Б.3). Середня тривалість спостережень становить 62 роки. Дані про розподіл метеорологічних станцій і постів за періодами спостережень за сніговим покривом наведені в табл. 2.3.

Періоди спостережень за температурою повітря і опадами значно триваліші. Розподіл метеорологічних станцій і постів за періодами спостережень за цими елементами наведений в табл. 2.4.

Середня тривалість періоду спостережень за опадами – 79 років. Найтриваліший ряд становить 125 років (м/с Київ), а 156 постів (82,6 %) мають тривалість спостережень більше 60 років (табл. 2.4).

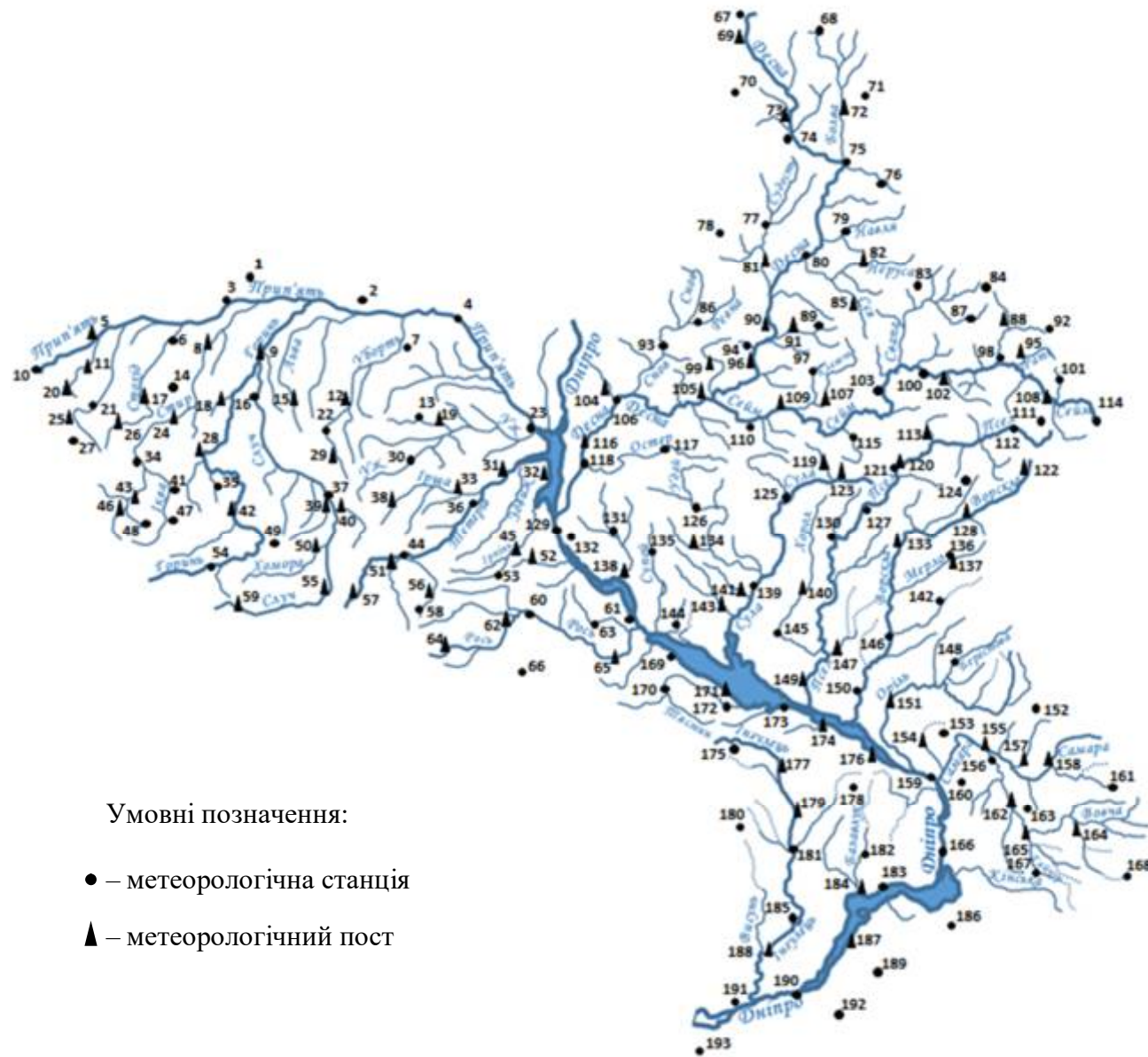


Рисунок 2.15 – Карта-схема розташування метеорологічних станцій і постів в басейні Дніпра

Таблиця 2.3 – Розподіл метеостанцій і постів за кількістю років спостережень за сніговим покривом

Періоди, роки	≤ 20	21-40	41-60	61-80	> 80	Усього пунктів	
						кількість	%
Кількість пунктів	6	10	35	140	2	193	-
%	3,1	5,2	18,1	72,6	1,0	-	100

Таблиця 2.4 – Розподіл метеостанцій і постів за кількістю років спостережень за температурою повітря і опадами

Періоди, роки	≤30	31-60	61-90	91-120	>120	Усього пунктів	
						кількість	%
за температурою повітря							
Кількість пунктів	2	13	63	27	8	113	-
%	1,8	11,5	55,7	23,9	7,1	-	100
за опадами							
Кількість пунктів	4	29	89	60	7	189	-
%	2,1	15,3	47,1	31,8	3,7	-	100

Середня тривалість періоду спостережень за температурою становить 84 роки. Найбільш тривалі ряди – 120 і більше років – мають 8 постів (7,1 %), від 90 до 120 років – 27 постів (27,9 %), а по більшості пунктів (55,7 %) тривалість спостережень становить 61-90 років. Ряди тривалістю 30 та менше років мають лише 2 пункти (табл. 2.4).

При розробці і реалізації методики довгострокового прогнозування характеристик весняних водопіль використані дані агрометеорологічних спостережень за глибиною промерзання ґрунтів. На розглядуваній території масові спостереження за глибиною промерзання ведуться з 1966 р. по теперішній час, тобто тривалість рядів спостережень тут не перевищує 50 років. Станом на 2015 рік, спостереження за глибиною промерзання ґрунту велись на 93 метеорологічних станціях, які рівномірно розташовані на території басейну Дніпра.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що досліджувана територія у метеорологічному відношенні вивчена досить добре.

2.9 Оцінка територій можливого підтоплення в районі річкового басейну Дніпра

2.9.1 Водна паводкова Директива ЄС про проведення попередньої оцінки ризиків затоплення для річкових басейнів, для яких існує такий ризик

Завчасна оцінка ризиків затоплення для річкових басейнів, для яких існує такий ризик, може бути більш ефективною при просторовому гідрологічному моніторингу в період найбільш багатоводної фази режиму рівнинних річок України (у т.ч. української території басейну р. Дніпро) – весняного водопілля. Під час проходження водопіль можуть спостерігатися катастрофічні підйоми рівнів води на річках, що тягне за собою людські жертви, переселення жителів та екологічні небезпеки. Від розмірів повеней багато в чому залежить безпека функціонування об'єктів господарювання, населених пунктів, шосейних і залізничних шляхів сполучення, гідротехнічних споруд тощо.

Дана робота виконується згідно положень Паводкової Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплень [34], яка спрямована на запобігання, захист і зменшення негативного впливу повеней на здоров'я людей, довкілля, культурну спадщину та господарську діяльність. Директива охоплює затоплення, які спричинені річками, гірськими потоками, морем у прибережних зонах та не поширюється на затоплення стічними водами.

Повінь є природним явищем і його неможливо запобігти, однак при моніторингу його розвитку є можливість в разі зменшити негативні наслідки на навколишнє середовище. За даними, представленими у Водній Паводковій Директиві тільки за період 2000-2010 рр., від повеней постраждало більше 2 млн. жителів Східної Європи. ЄЕК ООН оцінює щорічні збитки від стихійних явищ, серед яких лідирують повені, в середньому 1% від ВВП (в Україні сума може оцінюватися в більш ніж 550 млн. доларів США щорічно) [34].

Директива впроваджується в рамках статті 360 Угоди про асоціацію між

Україною та Європейським Союзом і його державами-членами [35], в якій «...передбачається, що посилення природоохоронної діяльності матиме позитивні наслідки для громадян і підприємств в Україні та ЄС, зокрема, через поліпшення системи охорони здоров'я, збереження природних ресурсів, підвищення економічної і природоохоронної ефективності, інтеграції екологічної політики в інші сфери політики держави, а також підвищення рівня виробництва завдяки сучасним технологіям...».

Згідно вимог Директиви, попередня оцінка ризиків затоплення повинна містити, таку основну інформацію:

1) карти зон гідрографічного басейну у відповідному масштабі з кордонами гідрографічних басейнів, басейнів приток та, за наявності, карти прибережних зон. Сюди ж відноситься інформація про топографію і використання земель;

2) комплексний опис затоплень, що відбулися в минулому, з відокремленням тих, що мали значний несприятливий вплив на здоров'я населення, навколишнє середовище, культурну спадщину і господарську діяльність. Важливою є інформація про вірогідність їх повторного виникнення, опис розповсюдження затоплень, шляхів евакуації вод та оцінку негативного впливу, який вони можуть спричинити;

3) особливо важливий опис спостережених значних затоплень, масштаб яких в майбутньому здатний спричинити значні негативні наслідки.

При оцінці потенційних негативних майбутніх наслідків затоплень Директива рекомендує у повному обсязі враховувати такі фактори, як топографія, розміщення водойм, загальні гідрологічні та геоморфологічні характеристики водойм, включаючи заплави, природні та штучні зони утримання вод, ефективність діючої інфраструктури захисту проти затоплення, зони розміщення населених пунктів, об'єктів господарської діяльності з врахуванням перспективи їх довготермінового розвитку, включаючи вплив кліматичних змін на виникнення затоплень [34]. Попередню оцінку ризиків повеней необхідно визначати, згідно ВПД ЄС, для областей для яких існують (або можуть виникнути) потенційно значні ризики повеней.

Результатом імплементації Директиви [36] повинні стати плани управління ризиками затоплення, які включатимуть всі аспекти управління ризиками затоплення, в першу чергу направлених на попередження, захист та підготовку до повеней, у тому числі прогнозування затоплень і систему раннього попередження.

Положення Директиви про затоплення містить план, згідно якого повинні бути виконані певні кроки по впровадженню нових стандартів [34]:

- 1) затвердження національного законодавства та призначення відповідних органів;
- 2) проведення попередньої оцінки затоплень;
- 3) складання карт загроз затоплень та карт ризиків затоплень:

- карти загроз (зон) затоплення для повеней з різними рівнями імовірності, наприклад, при паводках 1%, 5% чи 20% забезпеченості. На них потрібно позначити площу та глибину затоплення, швидкість течії;

- карти ризиків затоплення мають містити інформацію про об'єкти інфраструктури, культурної спадщини тощо, затоплення яких може мати негативні наслідки;

- 4) розробка планів управління ризиками, які мають включати в себе програму заходів законодавчого, адміністративного, освітнього, інженерно-будівельного, логістичного та ін. характеру.

Плани розробляються лише для конкретних територій у межах того чи іншого річкового басейну на основі попередньої оцінки ризиків затоплення. Оцінка виконується для територій, які зазнавали затоплень раніше або мають високий ризик затоплення у майбутньому за визначеними критеріями (наприклад, кількість людських жертв, масштаби забруднень, вартість матеріальних збитків).

2.9.2 Оцінка гідрологічних ризиків та характеристика зон можливого підтоплення

Зважаючи на обмеженість повноважень авторів, у рамках даної науково-дослідної роботи можливим є реалізація двох пунктів плану ВПД ЄС, а саме: проведення попередньої оцінки гідрологічних ризиків при щорічному прогнозуванні характеристик максимального стоку та строків проходження весняного водопілля, визначення забезпеченостей прогнозних величин та їх картографічна форма представлення за допомогою ГІС-систем.

Поняття «ризик» є доволі складним і містить у собі як категорії наслідків, так і ймовірність виникнення небажаних небезпечних подій. Ризик – це можливість виникнення несприятливих наслідків, що викликані антропогенними чи природними явищами [37]. Гідрологічний ризик в свою чергу може бути викликаний річковими повенями (паводками та водопіллями), які виникають під час тривалих злив і внаслідок танення снігу та при заторах, швидким затопленням узбережь, повільними, але масштабними коливаннями рівня озер, зміщенням русла річки, підвищенням рівня ґрунтових вод та ін.

Як відомо, наслідки під час весняного водопілля можуть бути катастрофічними: спостерігаються підйоми рівнів води в річках, вихід води на заплаву, затоплення сільськогосподарських угідь, господарських об'єктів, доріг, руйнування гідротехнічних споруд, що тягне за собою і екологічні небезпеки.

Важливість оцінки потенційних об'єктів затоплення розглядуваної території підсилюється високим рівнем промислового виробництва, річкового транспорту, водопостачання й іригації, господарської освоєності території та кількістю проживаючого населення в басейні р. Дніпро. У його басейні сконцентровані сотні промислових підприємств і водоемних галузей (теплова та атомна енергетика) [38].

Басейн Дніпра має високу економічну, соціальну, природничу, історичну і духовну цінність для України, адже українська його частина займає 48,6%

території держави. Дніпро – практично єдине джерело водопостачання великих промислових центрів Південної і Південно-Східної України. Відповідно, водними ресурсами річки забезпечується близько 60% потреб держави у прісній воді [38].

Важливим фактором, який містить гідрологічні ризики є наявність на басейні Дніпра гідрокасаду дніпровських водосховищ, які зайняли майже повністю річку в її середній і нижній течіях, та каналів для перекидання стоку, а також надмірної зарегульованості стоку малих і середніх річок. На річці знаходяться найбільш капітальні об'єкти ГЕС і АЕС в Україні, від безпечного функціонування яких залежить життя майже всієї країни.

Слід зазначити, що гідрологічні ризики виникають, як при безпосередньому проектуванні гідротехнічних споруд (враховуються витрати води рідкісної забезпеченості), так і при подальшій експлуатації цих та інших об'єктів, житлових територій та місць культурної спадщини, для яких вкрай важливим є щорічне прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля та оцінка ризиків виникнення небезпечного гідрологічного явища.

За даними УкрГМЦ ДСНС України на території України на протязі інструментального періоду спостережень в окремі роки було зафіксовано надзвичайні ситуації – визначні підйоми рівня води під час проходження весняного водопілля. Наприклад у 1931 році, було затоплено величезну територію від м. Могильова (Білорусь) на півночі до м. Запоріжжя (Україна) – на півдні та весняне водопілля 1970 року в басейні Дніпра та його основних притоках – рр. Десна та Прип'ять. В останні десятиріччя клімат розглянутої території хоч і характеризується недостатньою вологістю з м'якими зимами і нестійким сніговим покривом, проте в окремі роки (1998, 2003, 2006, 2010, 2017) зафіксовані проходження небезпечних весняних повеней на річках.

Для оцінки можливих гідрологічних ризиків необхідні дані про рівні води, при яких спостерігаються небезпечні явища (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ). Перелік таких явищ міститься у сучасному комп'ютерному комплексі АРМ-гідро (наприклад, табл. 2.5).

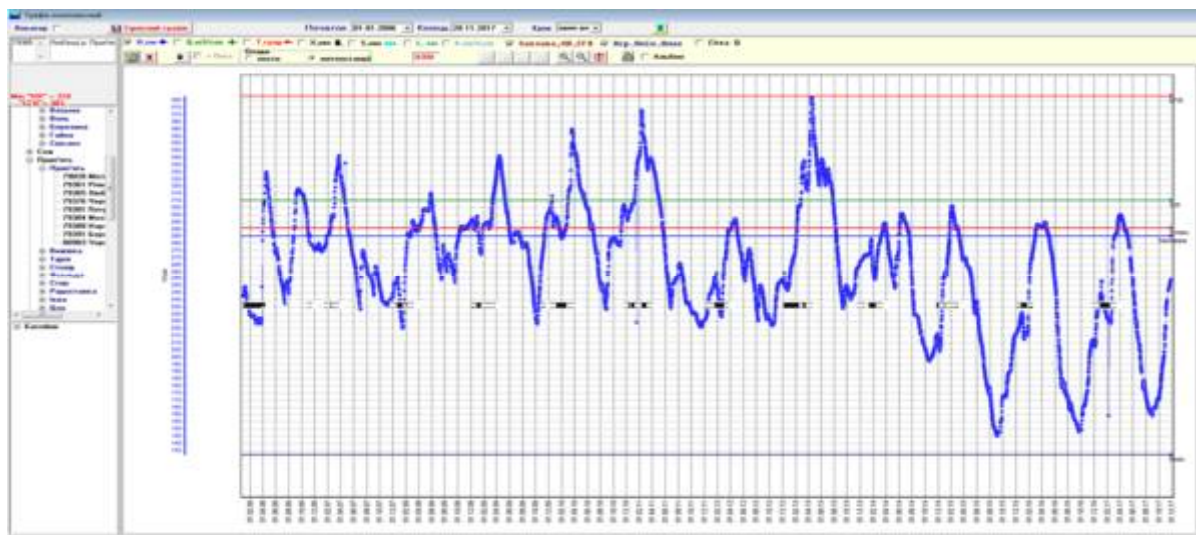
Таблиця 2.5 – Спостережені гідрологічні ризики – зони затоплення на р. Стир

Річка -поста	Стир - с. Колки	Стир - с. Млинок	Стир - с. Млинок
Індекс	79481	79485	79485
Рівень	290	350	360
Тип	НЯ	НЯ	СГЯ
Явище	затоплення господарських споруд	затоплення присадибних ділянок, господарських споруд	загроза прориву дамби, можливість підтоплення дорожнього полотна
Об'єкт	с. Розничі, с. Копилля, с. Годимичі, с. Комарове, с. Старосілля, с. Козничі	с. Млинок Зарічнянський р-н	дорога Млинок- Борове
Район, область	Волинська обл., Маневийський р-н	Рівненська обл.	Рівненська обл.
Рік фактичний	1956, 1974, 1979, 1980, 1981, 1982, 1985, 1999, 2010, 2011, 2013	1932, 1979, 1981, 1982, 1993, 1999, 2011, 2013	1932, 1979, 1981, 1982, 1993, 1996

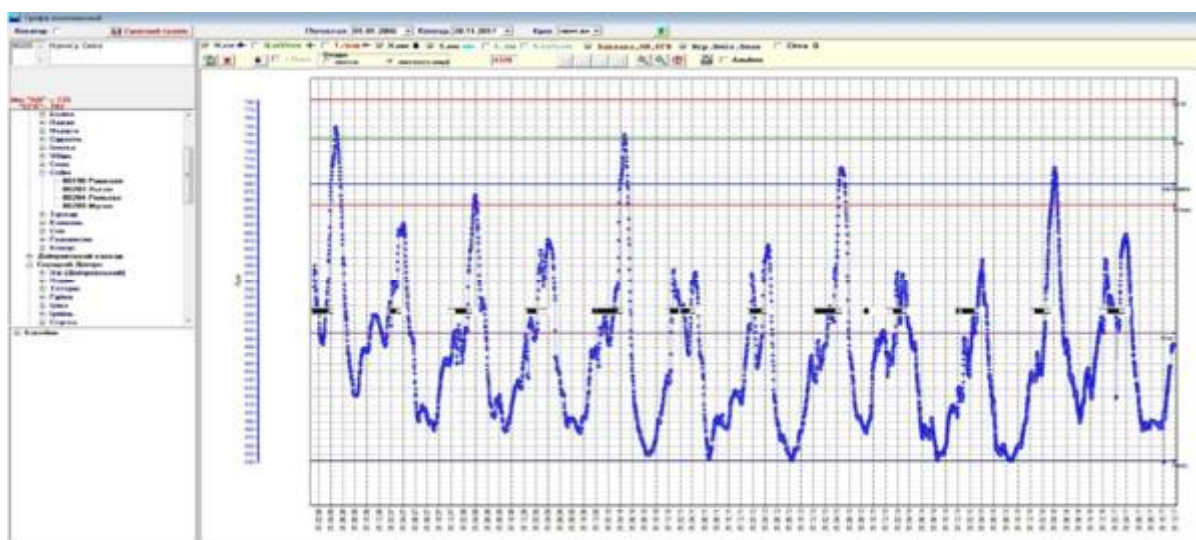
Графіки показують, що за 12 років на річках басейну Дніпра в окремі роки спостерігаються максимальні рівні весняних водопіль, при яких були досягнуті і, навіть, перевищені відмітки НЯ та СГЯ. Найчастіше (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 рр.) максимальні рівні при відмітки НЯ спостерігалися у більш зволжених регіонах басейну та в окремі роки (2013 р.) досягали відміток СГЯ (наприклад р. Прип'ять – с. Люб'язь., р. Сейм – с. Мути). У більш посушливих регіонах басейну - на р. Самара – с. Кочережки, максимальні рівні води водопіль дещо нижчі і лише у 2006 р. досягали відмітки НЯ.

Також за допомогою АРМ-гідро можна будувати комплексні графіки ходу рівнів і витрат води, метеорологічних величин. Для прикладу побудовано графіки ходу рівнів води річок в різних суббасейнах Дніпра – на р. Прип'ять – с. Люб'язь., р. Сейм – с. Мути та р. Самара – с. Кочережки за період 2006-2017 рр. рис. 2.16.

а) р. Прип'ять – с. Люб'язь



б) р.Сейм – с. Мутин



в) р. Самара – с. Кочережки

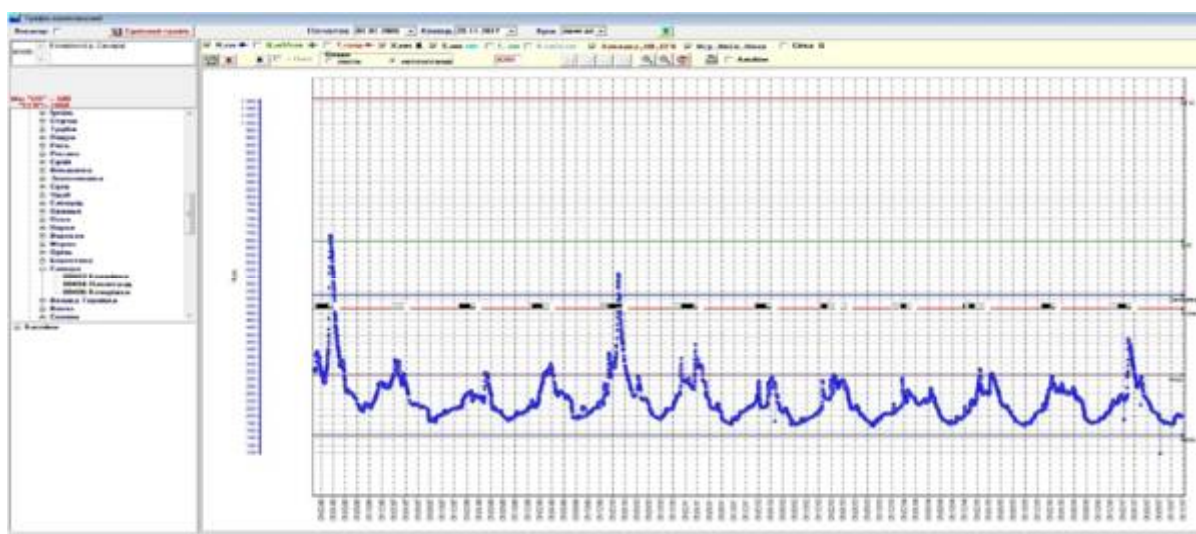


Рисунок 2.16 – Графіки ходу рівнів води за період 2006-2017 рр.

Весняні водопілля в басейні Дніпра у багатоводні роки періодично набувають масштабів екстремальних гідрологічних явищ (рис. 2.17) та завдають значної шкоди сільськогосподарським і житловим об'єктам, на ліквідацію яких необхідні величезні вкладення. На сьогодні повеневонебезпечні регіони недостатньо вивчені в гідрологічному відношенні (особливо невеликі річки), при цьому важливим питанням є створення каталогу НЯ і СГЯ. Доволі детальний каталог зон затоплень створений у програмному комплексі АРМ-гідро [32], де вказується тип явища, район, рік спостереження (див. табл. 2.5).



Рисунок 2.17 – Карта-схема максимального стоку річок України [39]

Прикладом каталогу водопіль та паводків в басейні р. Десна є робота [40], автори якої виконали аналіз визначних повеней, визначили кількісні гідрометеорологічні характеристики, які обумовлювали їх формування. У таких каталогах насамперед повинні бути розміщені дані про дати початку, закінчення, про тривалість повеней і тривалості їх підйому, про кількість атмосферних опадів,

температури повітря, запасах води в сніговому покриві і глибині промерзання ґрунту, шари і об'єм стоку, представлені у вигляді цифрових карт гідрометеорологічних характеристик.

Дана інформація вкрай важлива для підрозділів цивільного захисту України та направлена на найбільш повне і своєчасне забезпечення виробництва та інших господарських заходів гідрометеорологічною інформацією. На сьогодні для визначення зон можливого затоплення в Україні діє Відомчий нормативний документ [41], у якому прописані норми, що регламентують порядок і технологію виконання робіт із встановлення меж та зон можливого затоплення території при повенях або паводках різної забезпеченості (повторюваності) на річках України. Дані норми поширюються на роботи по встановленню зон можливого затоплення (ЗМЗ) для окремих ділянок малих і середніх річок або по всій їх довжині. Норми не поширюються на роботи по встановленню зон можливого затоплення для великих річок, а також в межах гирлових ділянок тих річок, які знаходяться в зоні впливу морських приливів і відливів, вітрових нагонів і згонів та ін.

Визначені в процесі виконання робіт по встановленню зон можливого затоплення розрахункові величини максимальних витрат і рівнів води повинні уточнюватися при їх використанні для обґрунтування проектів будівництва важливих споруд, тобто клас капітальності яких перевищує четвертий [41]. Норми обов'язкові для організацій системи Держводгоспу України, а також для всіх організацій, які виконують роботи по встановленню зон можливого затоплення в рамках «Комплексної програми протипаводкових заходів на 1994-2000 роки» [42].

3 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ВИХІДНОЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПО МАКСИМАЛЬНОМУ СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В РІЧКОВОМУ БАСЕЙНІ ДНІПРА ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Збір та аналіз вихідної гідрометеорологічної інформації за багаторічний період

Під час збору гідрометеорологічної інформації використовуються матеріали режимних видань за багаторічний період спостережень за гідрологічними характеристиками весняного водопілля «Ресурсы поверхностных вод СССР, Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и Нижнее Поднепровье», «Основные гидрологические характеристики», «Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші», Ч. 1. Річки, Вип. 2, «Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші», Ч. 1. Річки і канали, Т. II, Вип. 1 (Державний водний кадастр, Центральна геофізична обсерваторія) та у метеорологічних щомісячниках, Вип. 6, станом на 2015 рік.

Розробка математичних методів для розрахунку і прогнозу максимального стоку весняного водопілля на річках України ґрунтується, як правило, на багатofакторних залежностях, в яких використовуються щорічні дані по таких характеристиках, як максимальні миттєві витрати води, шари стоку і тривалості весняного водопілля, величини максимальних снігозапасів перед початком сніготанення, тверді і рідкі опади (від дат максимальних щорічних снігозапасів і до закінчення весняних водопіль), а також агрометеорологічних даних по глибині промерзання та вологості ґрунтів.

Для статистичної обробки часових рядів гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля були прийняті дані стокових спостережень по 171 гідрологічному посту Державної мережі (ДСНС України) в межах басейну Дніпра, а також басейнів Десни і Сейму, що охоплюють невелику частину території Росії. Для просторового узагальнення таких чинників весняного

водопілля, як максимальні снігозапаси, дані спостережень 75 метеорологічних станцій і постів.

Створено електронну базу в середовищі *MS Excel* вихідних даних за матеріалами багаторічних спостережень на гідрометеорологічних станціях і постах, яку покладено в основу розробки.

3.2 Методи статистичної обробки гідрометеорологічних рядів спостережень

Гідрологічні спостереження за елементами гідрологічного режиму можуть виконуватися без будь-яких вимірювань (пасивний експеримент) або супроводжуватися діями, пов'язаними із виконанням кількісних оцінок (вимірювань) характеристик гідрологічних явищ та процесів (активний експеримент). Кожна гідрологічна подія (весняне водопілля, дощовий паводок, межінь, льодові явища та інші) описується кількісними характеристиками елементів гідрологічного режиму, які визначаються в результаті вимірювань (характерні витрати та рівні води, швидкості течії, ухили водної поверхні та інше) [1].

В науках про Землю, особливо гідрометеорологічних, можливості проведення активного експерименту з природними об'єктами дуже обмежені. Таким чином, накопичення експериментальних даних та їх просторово-часове узагальнення стає головним джерелом для виявлення закономірностей в природі. З іншого боку, експериментальна база використовується для перевірки теоретичних узагальнень (моделей), які описують закономірності, характерні для досліджуваного гідрометеорологічного явища [2]-[3].

Задача математичної статистики полягає у тому, щоб на основі властивостей деякої підмножини (вибірки) зробити висновки про властивості усієї множини в цілому. Уся множина в цілому має назву генеральної сукупності.

У гідрологічних розрахунках часові ряди розглядаються як вибірки із

генеральних сукупностей. При цьому постає питання: чи можливо застосовувати методи математичної статистики до гідрологічних величин, серед яких провідну роль відіграють характеристики стоку? Поставлене запитання можна сформулювати й таким чином: чи допустимо розглядати величини стоку як випадкові?

Хід гідрологічних явищ та процесів у просторі й часі має ймовірнісний характер. Випадковість обумовлюється наявністю багатьох чинників появи та розвитку гідрологічних явищ, які неможливо врахувати, не звертаючись до теорії ймовірностей.

Теоретичним обґрунтуванням можливості застосування статистичних методів до розрахунків величин стоку є закон великих чисел та центральна гранична теорема, які також мають назву граничних теорем теорії ймовірностей [4]-[5].

Окрім зазначених існує ще низка особливостей рядів спостережень за стоком та характеристик їх ймовірнісного розподілу, які мають бути враховані при застосуванні методів математичної статистики у гідрологічних розрахунках. Ці особливості можна представити таким чином.

1. Першою особливістю застосування методів математичної статистики у гідрологічних розрахунках є обмежена за часом інформація. Ряди величин стоку для річок України короткі, їх середня тривалість визначається спостереженнями, які розпочалися у 50-ті роки минулого сторіччя, становить у середньому по Україні менше 60 років. У зв'язку з цим особлива увага у гідрологічних розрахунках приділяється вибору методів розрахунків статистичних параметрів за даними спостережень.

2. Другою особливістю застосування методів математичної статистики у гідрологічних розрахунках є статистична неоднорідність рядів стоку. Статистична неоднорідність часто виникає внаслідок антропогенного впливу, під яким слід розуміти насамперед водогосподарські перетворення та вплив змін глобального клімату. Проте, прояв статистичної неоднорідності може виникнути через недостатню тривалість рядів. Велике значення у гідрологічних розрахунках мають

методи прийняття чи відхилення гіпотез про статистичну однорідність рядів, наявність “викидів” у рядах тощо. Постійний вплив водогосподарських заходів або змін клімату на формування процесів стоку призводить до появи тенденцій (трендів) монотонної зміни осереднених характеристик стоку [6]-[7].

3. Третя особливість полягає у тому, що значення стоку завжди додатні. Область визначення величин стоку знаходиться у межах від 0 до безкінечності, у той час як випадкова величина, розподілена за нормальним законом розподілу ймовірностей, змінюється від $-\infty$ до $+\infty$. Окрім того, емпіричний величин стоку має додатну асиметрію, на відміну від нормально розподілених випадкових величин, для яких асиметрія дорівнює нулю.

Виражена відмінність розподілів величин стоку від нормального закону спонукала до пошуку інших теоретичних законів розподілу випадкових величин, які б задовільно описували емпіричні розподіли. Початок такого роду робіт належить О.В. Сарманову та Є.Г. Блохінову. Найчастіше у гідрологічних розрахунках, як теоретичні, використовуються закони розподілу Пірсона III і трипараметричний гама-розподіл С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля [8]-[9].

4. Наявність статистично значущих кореляційних зв'язків між суміжними членами рядів стоку (насамперед, річного) обумовлює наступну особливість застосування методів математичної статистики у гідрологічних розрахунках. Для описування рядів стоку із кореляційними зв'язками між його членами у гідрологічних розрахунках використовують теорію випадкових функцій. Наявність внутрішньорядних зв'язків порушує принцип випадковості, зменшує об'єм незалежної інформації, тому у гідрологічних розрахунках були розроблені методики урахування впливу кореляції між членами гідрологічних рядів на оцінки статистичних параметрів, отриманих відомими у математичній статистиці методами.

На основі вищесказаного у першій половині XX сторіччя було прийнято розглядати гідрологічні ряди як послідовності випадкових величин, між суміжними членами яких існує кореляційний зв'язок. Статистичні сукупності (ряди) гідрологічних величин вважалися випадковими вибірками обмеженого

об'єму із генеральної сукупності, і методи математичної статистики набули значного розвитку [10].

Слід зазначити, що задачі гідрологічних розрахунків по визначенню характеристик стоку є ретроспективно-описувальними та прогностичними. На початку досліджень необхідно на матеріалах минулих років виявити закономірності формування явища, побудувати математичну (теоретичну) модель і вже потім за створеною математичною моделлю розраховувати майбутній гідрологічний режим водних об'єктів. Для вирішення прогностичних задач у гідрологічних розрахунках найчастіше використовується статистична модель стоку, за якою визначаються сталі статистичні характеристики та величини стоку заданої ймовірності їх появи [1].

При виконанні гідрологічних розрахунків однією з основних задач є установлення ймовірнісних властивостей випадкової величини на основі законів розподілу. Кожен закон розподілу випадкової величини являє собою математичну функцію, яка повністю описує випадкову величину з ймовірнісної точки зору. На практиці не обов'язково розглядати закон розподілу як математичний вираз, достатньо указати окремі числові характеристики, що відображають його головні риси.

Для оцінок статистичних параметрів на основі вибірок розроблені спеціальні статистичні методи. Найбільш універсальним є *метод статистичних моментів*, якій не зв'язаний ні з яким теоретичним законом розподілу. У гідрологічних розрахунках застосовуються також методи визначення статистичних параметрів, які базуються на певних законах розподілу. До таких методів відноситься *метод найбільшої правдоподібності*, розрахункові формули якого отримані з трипараметричного гама-розподілу та *графо-аналітичний метод*, у якому використовуються теоретичні закони розподілу (найчастіше Пирсона III та логарифмічно-нормальний).

До теоретичних законів розподілу, які описують ймовірнісний розподіл величин стоку, висуваються певні вимоги.

Величини стоку завжди додатні, а верхня границя їх значень не обмежена,

отже, областю визначення теоретичного закону розподілу величин стоку повинна бути область від нуля до безкінечності.

Кількість статистичних параметрів, які використовуються в теоретичному законі розподілу, не повинна бути великою. Світовий досвід показує, що при розрахунках стоку найбільш оптимальними для практичного застосування є такі теоретичні закони розподілу, для описування яких достатньо двох або трьох статистичних параметрів – математичного сподівання, дисперсії та залежного від неї коефіцієнта варіації, характеристики асиметрії розподілу.

Коефіцієнт асиметрії законів розподілу має бути додатнім, що є особливістю емпіричних розподілів величин стоку.

У сучасній гідрології, як правило, використовуються три найбільш поширені методи визначення статистичних параметрів – моментів, найбільшої правдоподібності, графо-аналітичний. Розрахунки виконуються на основі гідрологічних рядів [1], [6]-[7].

3.3 Дослідження трендів та однорідності в часових рядах максимального стоку річок басейну Дніпра

3.3.1 Критерії однорідності часових рядів

У випадках, коли у розпорядженні дослідника є порівняно короткі ряди спостережень, для оцінки їх однорідності частіше за все використовується критерій Ст'юдента t . Але за його допомогою оцінюється однорідність рядів, котрі характеризуються досить близькими значеннями дисперсій. Сам же критерій записується у вигляді [11]-[13]

$$t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{n_x \sigma_x^2 + n_y \sigma_y^2}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}, \quad (3.1)$$

де $\bar{y}$ і $\bar{x}$ - середні значення двох рядів, що аналізуються на однорідність;

σ_x^2 ; σ_y^2 - дисперсії вихідних рядів;

n_x ; n_y - тривалість порівнювальних рядів.

Цей критерій підкоряється розподілу Ст'юдента з числом ступенів свободи $k = n_x + n_y - 2$. За нульову гіпотезу приймається умова, що $\bar{y} = \bar{x}$. Критична область статистики Ст'юдента при $q\%$ рівні значущості є областю великих абсолютних значень $|t| > t_{q,k}$.

Для перевірки гіпотези однорідності дисперсій частіше за все використовується критерій Фішера F [11]-[13]

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}, \quad (3.2)$$

де σ_x^2 і σ_y^2 - дисперсії досліджуваних рядів.

Зауважимо, що у чисельнику використовується більше значення дисперсії з двох досліджуваних рядів. Функція Фішера залежить від числа ступенів свободи $k_1 = n_x - 1$ і $k_2 = n_y - 1$, де n_x і n_y - тривалість досліджуваних рядів.

Необхідно звернути увагу ще й на те, що використання критеріїв однорідності при розрахунках максимального стоку стосується не двох часових рядів, а кожного з рядів окремо. Технічно це досягається за допомогою поділу кожної вибірки на дві частини тривалість n_x і n_y . Ось саме ці половинки і перевіряються на однорідність. Очевидно, що перевірки у такий спосіб підлягають доволі тривалі ряди (бажано не менше 40 членів).

Розглянуті вище статистичні критерії пов'язані з перевіркою параметричних гіпотез. При перевірці параметричних гіпотез пропонується відомий вид функції розподілу генеральної сукупності (як правило, приймається нормальний закон розподілу) і окремі параметри. Перевірка гіпотез відноситься до невідомого параметра.

В протилежність цьому при перевірці непараметричних гіпотез не вводяться ніякі припущення про конкретний вид розподілу. Таким чином, непараметричні гіпотези є більш загальними, ніж параметричні. Більшість непараметричних критеріїв вимагають меншого об'єму розрахунків, чим параметричні. Їх особливо зручно застосовувати для швидкого спростування нульової гіпотези.

У 1955 р. Вілкоксон запропонував непараметричний метод перевірки гіпотез, що дозволяє здійснювати перевірку залежних вибірок в тих випадках, коли дані вимірювань попарно взаємозв'язані. Надалі цей критерій був вдосконалений Манном і Уїтні і в даний час є одним з рекомендованих в нормативних документах для оцінки однорідності стокових рядів [12]-[14].

Перевагою критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні є те, що він не вимагає обов'язкової приналежності вибірок до нормальних сукупностей [12].

Схема побудови статистики Вілкоксона наступна: вихідний ряд розбивається на дві вибірки X і Y тривалістю m і n ($m \leq n$). Далі ці вибірки об'єднуються в один ряд і розташовуються в зростаючому порядку, так щоб $y_1 < y_2, y_2 < x_1, x_1 < x_2$ і так далі. Потім кожному значенню нового ряду привласнюється порядковий номер (ранг), після чого для кожної з вибірок підраховуються рангові суми ω_1 і ω_2 . Якщо розрахунок виконаний вірно, то повинна виконуватися рівність

$$\omega_1 + \omega_2 = N(N+1)/2, \quad (3.3)$$

де $N = m + n$.

В якості аналізованої статистики ω^* Вілкоксон розглядав рангову суму для меншої вибірки, тобто $\omega^* = \omega_1$. Тоді формулу для статистики можна записати у вигляді

$$\omega^* = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_m, \quad (3.4)$$

де r_i - ранг x_i .

Для статистики Вілкоксона розроблені таблиці, що дозволяють визначити довірчий інтервал ω (залежно від m , n і рівня значущості 2α). Проте в даний час більшого поширення набула статистика, запропонована Манному і Уїтні, так звана, U - статистика [5], [13].

Для визначення U обчислюються статистики U_1 і U_2 :

$$U_1 = mn + m(m+1)/2 - \omega_1; \quad (3.5)$$

$$U_2 = mn + m(m+1)/2 - \omega_2. \quad (3.6)$$

Як аналізовану статистику, можна використовувати будь-яке з набутих значень (U_1 або U_2). Зазвичай в якості U^* приймається менше значення. При правильному розрахунку повинна виконуватися рівність:

$$U_1 + U_2 = mn. \quad (3.7)$$

Відзначимо, що U_1 є так званим числом інверсій для першої вибірки; а U_2 - число інверсій для другої вибірки

3.3.2 Аналіз однорідності та стаціонарності вихідних даних по максимальному стоку весняного водопілля

Для дослідження однорідності максимального стоку річок в басейні р. Дніпро були використані найбільш тривалі ряди спостережень (від 50 років до 132 років) по 80 гідрологічних постах.

Першим етапом цього аналізу стала перевірка однорідності найбільш тривалих рядів максимальних витрат води і шарів стоку. Відповідно до науково-

методичних рекомендацій, наведених в п. 3.3.1, а також враховуючи рекомендації нормативних документів, які діють як на території України [15], так і за кордоном [14],[16], оцінка однорідності виконувалась з використанням двохпараметричних критеріїв - Фішера і Стюдента, та непараметричного - Вилкоксона. Аналізуючи отримані результати, можна відмітити, що вони, перш за все, не однакові по витратах води і шарах стоку весняного водопілля в басейні Дніпра. Так, з 80 рядів по максимальних витратах води на 5 % рівні значущості виявилися однорідними лише 5, а на 1 % - 10 рядів, або 6,25 %. Що стосується шарів стоку весняного водопілля, то тут спостерігається дещо інша ситуація - на 5 % рівні значущості є однорідними 32 рядів (із 80), а на 1 % - 48 рядів або 60 % (рис. 3.1).

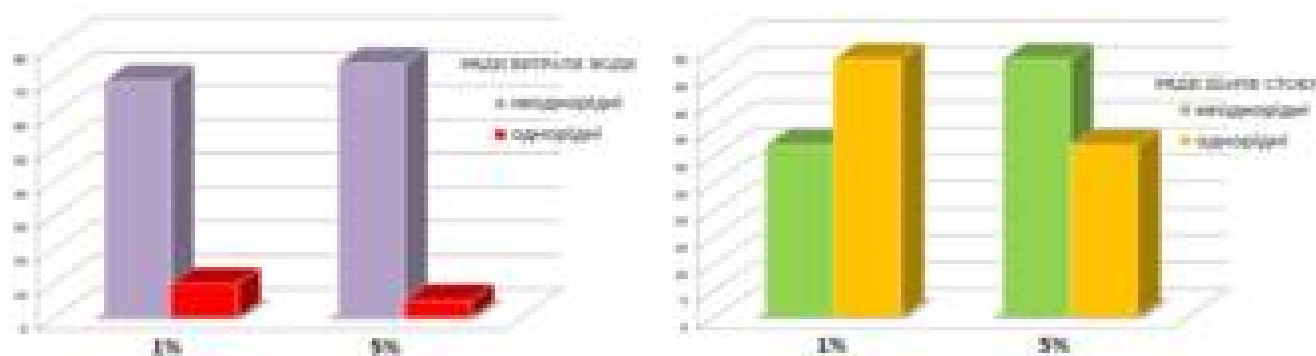


Рисунок 3.1 – Результати перевірки часових рядів максимальних витрат води (зліва) та шарів стоку (з права) весняного водопілля в басейні р. Дніпро

Тому виникає необхідність виявлення причин цієї неоднорідності. У своїй роботі [4] А.В. Рождественський наводить приклади можливих причин неоднорідності вихідної інформації по стоку. Що стосується басейну Дніпра, то тут можливе проявлення практично всіх причин, які відзначив у своїх дослідженнях А.В. Рождественський, але найбільш вірогідними з них є перерозподіл стоку за рахунок метеорологічних чинників, а також суттєвий вплив антропогенної діяльності, такої як, значна зарегульованість стоку.

Отже, щоб прийняти рішення про подальшу можливість використання статистичних методів необхідно проаналізувати хронологічний хід максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля та проаналізувати їх циклічність.

Для дослідження багаторічних коливань максимального стоку були використані найбільш тривалі ряди спостережень по 20 гідрологічних постах, які за критеріями однорідності визначені як не однорідні. Тривалість часових рядів максимальних витрат води, які використовувались для аналізу, становить від 62 років до 132 років (табл. 3.1). За вибраними даними були побудовані різницеві інтегральні криві у відносних величинах - модульних коефіцієнтах хронологічних рядів максимальних витрат води весняного водопілля.

Аналіз побудованих сумарних кривих відхилень нормованих величин максимальних витрат води весняного водопілля від їх середнього значення (одиниці) показує, що коливання водності річок басейну Дніпра в різних районах неоднакові як за часом зміни фаз, так і за інтенсивністю зростання або зменшення сумарних відхилень. І, звичайно, для більш об'єктивного і детального аналізу було б бажано мати більш тривалі, по можливості безперервні і надійні дані спостережень, приведені до одного календарного періоду. Однак, на жаль, матеріал, який використовується для дослідження, не може відповідати всім цим умовам. Із 20 відібраних часових рядів максимальних витрат води лише 9 (43 %) є безперервними. При цьому тільки 4 безперервних часових рядів мають тривалість більше 80 років (табл. 3.1). Але, ґрунтуючись на наявних даних, все ж можна виявити деякі закономірності в змінах водності річок в басейні Дніпра в період весняного водопілля.

Порівняння багаторічних коливань максимального стоку в різних пунктах показує, що для окремих річок (які у більшості випадків територіально близькі між собою, тобто відносяться до одного умовного району) має місце не тільки синфазність коливань, коли на річках одночасно спостерігаються однакові фази водності впродовж тривалого періоду, але й, у більшій чи меншій мірі, їх синхронність, коли в різних пунктах спостерігається однаковий хід водності окремих років і між змінами коливань стоку існують приблизно однакові співвідношення.

Як відомо, в басейні Дніпра згідно з основними положеннями Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС [17] та враховуючи певну різницю у режимах річок досліджуваній території, виділені 4 суббасейни [18]: Прип'яті, Десни, Середнього і Нижнього Дніпра. Отже аналіз циклічності проводився в межах

виділених суббасейнів (дод. В, рис. В.1-В.4).

Таблиця 3.1 – Визначення фаз багаторічних коливань максимальних витрат води за різницею інтегральними кривими

№ поста	Річка-пост	Період спостережень за максимальними витратами води	Кіл-сть років	Багатоводна фаза	Маловодна фаза
18	Вижівка-Руда	1946-2015	70	1946-1971	1972-2015
27	Стир-Луцьк	1923-1933, 1935-1941, 1944-2015	90	1923-1967	1968-2015
37	Случ-Громада	1926-1941, 1945-2015	87	1926-1981	1982-2015
39	Случ-Сарни	1924-1933, 1941, 1943, 1946-2015	82	1962-1981	1982-2015
45	Уборть-Перга	1954-2015	62	1962-1981	1982-2015
53	Тетерів-Житомир	1925-2015	91	1926-1971	1972-2015
61	Ірпінь-Мостище	1913-1916, 1918, 1919, 1924, 1926-1948, 1954-2015	90	1932- (1956)	(1957)- 2015
64	Десна-Брянськ	1895-1918, 1920-1940, 1944-1980, 1982-1986, 2000-2015	103	1895-1909, 1923-1970	1910-1922, 1971-2015
67	Десна-Чернігів	1884-2015	132	1895-1970	1971-2015
86	Сейм-Ришково	1928-1940, 1943-1980, 1982-1986, 2000-2015	72	1928-1971	1972-2015
88	Сейм-Мутин	1926-2015	90	1926-1971	1972-2015
118	Рось-Корсунь-Шевченківський	1929-2015	87	1929-1956	1957-2015
124	Золотоношка-Золотоноша	1945-2015	71	1945-1971	1972-2015
125	Сула-Зеленківка	1932-1941, 1944-2015	82	1932-1988	1989-2015
131	Удай-Прилуки	1936-1941, 1944-2015	78	1937-1971	1972-2015
142	Псел-Суми	1938-41, 1948-2015	72	1939-1971	1972-2015
144	Псел-Запсілля	1928-1941, 1950-2015	79	1928-1971	1972-2015
156	Мерло-Богодухів	1951-2015	65	1951-1971	1972-2015
168	Вовча-Васильківка	1930-1941, 1945-2015	83	1931-1964	1965-2015
180	Інгулець-Кривий Ріг	1936-2015	80	1939-1947	1948-2015

Як видно з дод. В (рис. В.1) на річках суббасейну Прип'ять починаючи з 1979-1982 рр. спостерігається маловодна тривала фаза водності, яка

характеризується зменшенням величин максимального стоку весняного водопілля. Що стосується посту р. Горинь – с. Деражне, то такий хід кривої пояснюється будівництвом та введенням в експлуатацію Хмельницької АЕС у 1980-х роках [19].

На річках суббасейну Десни (дод. В, рис. В.2) на деяких постах маловодна фаза спостерігається з 1989 року, проте для постів з тривалішими рядами спостереженнями – настання маловодного періоду відмічається з 1971 року.

Для більшості річок суббасейну Середнього Дніпра (дод. В, рис. В.3) маловодна фаза спостерігається з початку 1980-х років, а на річках суббасейну Нижнього Дніпра – кінця 1980-х років (дод. В, рис. В.4). Винятком є р. Трубіж – смт Барішівка (Середній Дніпро) та р. Самара – с. Кочережки (Нижній Дніпро) через значну зарегульованість водозборів.

Проаналізувавши хронологічний хід стокових величин весняного водопілля на території басейну Дніпра, в цілому можна відмітити, що, незважаючи на значну кількість неоднорідних рядів, практично всі вони мають повні цикли коливань водності. Ця обставина дозволяє застосовувати надалі статистичні методи для визначення розрахункових параметрів максимального стоку весняної повені.

З іншого боку слід відмітити, що починаючи з 1970-1989 років майже усі річки досліджуваної території перебувають у тривалій маловодній фазі. Тому представляє інтерес проаналізувати як змінилися основні статистичні параметри гідрометеорологічних характеристик в умовах нестійкого клімату.

Щодо висновків відносно наявних трендів в рядах максимального стоку весняного водопілля на річках басейну Дніпра не можуть бути остаточними і повинні уточнюватися по мірі накопичення нових даних спостережень, оскільки маловоддя, так же як і багатоводдя, можуть складати досить тривалі періоди, і в подальші роки тенденція може бути зворотною.

В оперативних прогнозних методиках багаторічні тенденції у часовій зміні тих чи інших гідрометеорологічних характеристик річок можливо, і навіть, необхідно враховувати. Стосовно врахування трендів, обумовлених наявністю циклічності у часових рядах річного, максимального і мінімального стоку, то це

практично реалізувати на даному етапі розвитку надтермінових прогнозів метеорологічних і гідрологічних величин неможливо, оскільки у розрахункових методиках йдеться про характеристики з ймовірністю перевищення один раз на 50-100 років або рідше.

Тому, приймаючи до уваги наявні матеріали спостережень (з періодом до 2015 року) за максимальним стоком весняного водопілля в басейнах р. Дніпро, і, враховуючи характер циклічних коливань максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля річок, пропонується статистичну обробку часових рядів здійснювати на сучасних матеріалах. На протязі наступних 20-30 років будуть накопичені нові дані спостережень за гідрологічним режимом річок, після чого необхідно буде повернутись до уточнення тих розрахункових характеристик, які отримані по часових стокових рядах до 2015 року.

3.4 Статистичний аналіз максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля

Вихідними матеріалами по характеристиках весняного водопілля прийняті багаторічні дані по 171 гідрологічних постах, які мають тривалі часові ряди стокових спостережень. Діапазон коливання площ досліджуваних водозборів змінюється від 6,20 км² (лог. Райчик - с. Польова Лукашівка) до 459000 км² (р. Дніпро - смт Лоцманська Кам'янка) і періодами спостережень від 16 (р. Грезля - уроч. Брід) років до 132 (р. Десна - м. Чернігів) років.

Як вже відзначалося у п. 3.2, для оцінок статистичних параметрів на основі вибірок гідрологічних характеристик використовуються спеціальні статистичні методи, тому статистична обробка виконувалась двома методами: моментів та найбільшої правдоподібності. Результати статистичної обробки часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля наведені у дод. Г (табл. Г.1).

Результатом стандартної статистичної обробки є середнє арифметичне

значення $\bar{Y}(\bar{Q})$, коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s та співвідношення C_s/C_v , які є основними характеристиками аналітичних кривих розподілу досліджуваних величин.

В табл. 3.2 наводяться дані про основні статистичні характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра по фізико-географічних зонах та суббасейнах.

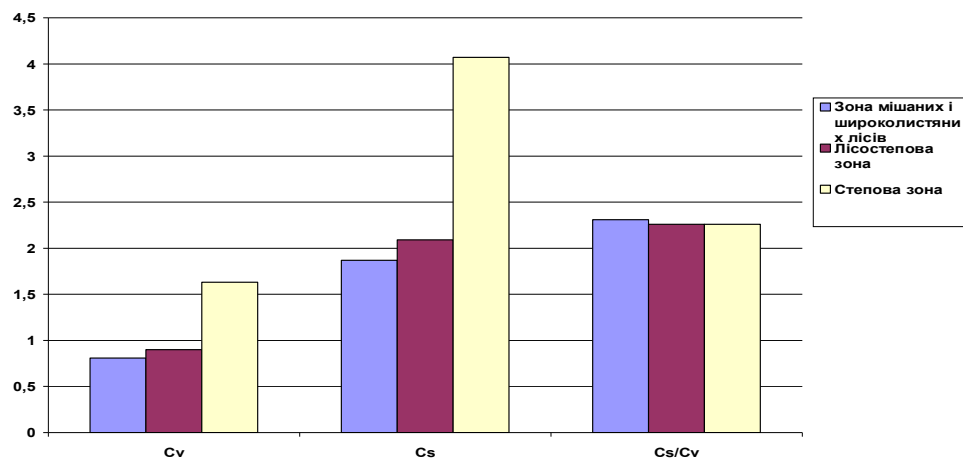
Таблиця 3.2 - Розподіл статистичних параметрів стокових часових рядів весняного водопілля в басейні Дніпра

Фізико-географічні зони; суббасейни	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
	C_v	C_s	C_s / C_v	C_v	C_s	C_s / C_v
Максимальні витрати води						
Зона мішаних і широколистяних лісів	0,79	1,49	1,91	0,81	1,87	2,31
Лісостепова зона	0,87	1,66	1,88	0,90	2,09	2,26
Степова зона	1,54	2,62	1,64	1,63	4,07	2,26
Суббасейн Прип'яті	0,85	1,68	1,93	0,88	2,11	2,35
Суббасейн Десни	0,73	1,45	2,00	0,75	1,86	2,44
Суббасейн Середнього Дніпра	0,92	1,66	1,79	0,95	2,09	2,70
Суббасейн Нижнього Дніпра	1,42	2,43	1,67	1,50	3,66	2,22
Середнє по басейну	0,96	1,76	1,84	0,99	2,31	2,24
Шари стоку						
Зона мішаних і широколистяних лісів	0,59	1,21	1,98	0,61	1,51	2,34
Лісостепова зона	0,61	1,10	1,77	0,62	1,32	2,06
Степова зона	1,05	2,08	1,95	1,10	2,93	2,58
Суббасейн Прип'яті	0,65	1,35	2,01	0,67	1,67	2,36
Суббасейн Десни	0,53	1,11	2,08	0,55	1,41	2,49
Суббасейн Середнього Дніпра	0,63	1,06	1,62	0,64	1,25	1,86
Суббасейн Нижнього Дніпра	0,97	1,85	1,82	1,01	2,57	2,37
Середнє по басейну	0,68	1,29	1,86	0,70	1,62	2,21

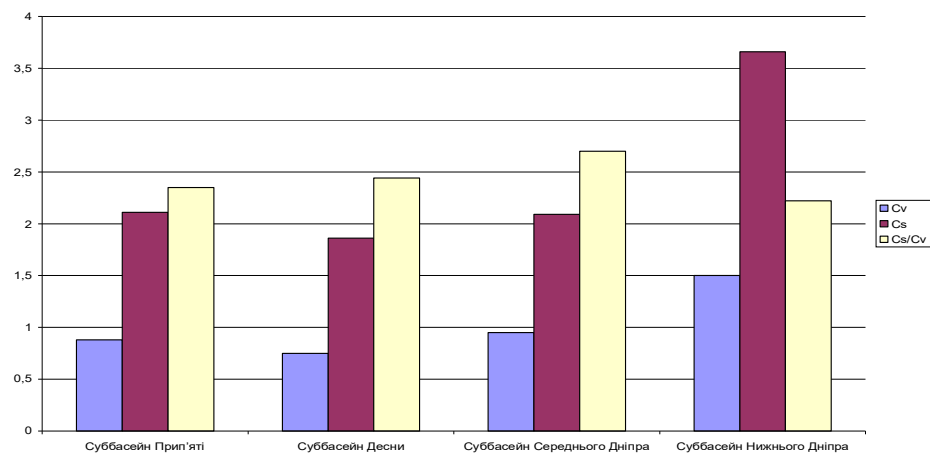
Аналізуючи отримані результати, можна відмітити, що як для шарів стоку, так й максимальних витрат води, в цілому спостерігається зменшення коефіцієнтів варіації у напрямку з півдня на північ у басейні р. Дніпро (рис. 3.2).

Так середні значення коефіцієнтів варіації у степовій зоні коливаються на рівні 1,54-1,65 (для витрат води) та 1,05-1,10 (для шарів стоку), а у зоні мішаних і

а)



б)



в)

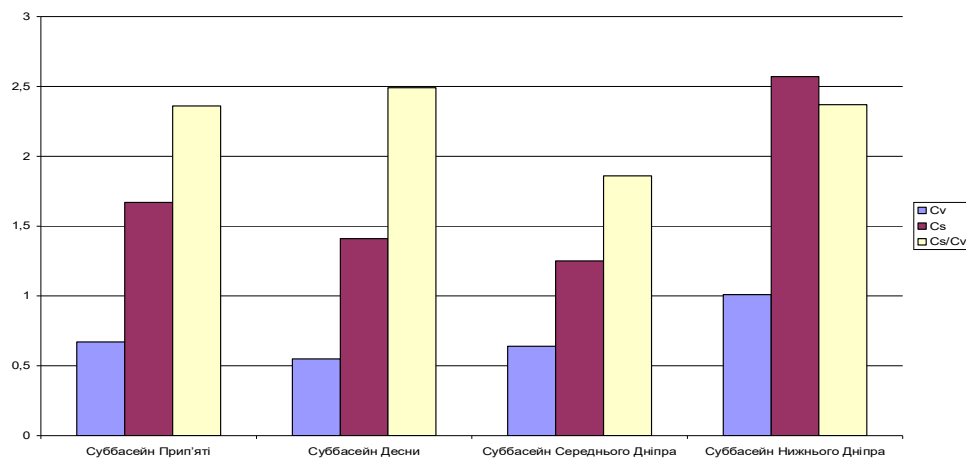


Рисунок 3.2 - Розподіл статистичних характеристик часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра по фізико-географічним зонам (а), по суббасейнах (б) та шарів стоку по суббасейнах (в)

широколистяних лісів вже становлять 0,79-0,81 (для витрат води) та 0,59-0,61 (для шарів стоку). Аналогічний розподіл спостерігається й по суббасейнах – для розташованих на півночі території суббасейнів Прип'яті та Десни мінливість стоку водопілля характеризується коефіцієнтами варіації на рівні 0,85-0,75 (для витрат води) та 0,65-0,55 (для шарів стоку), по мірі просування на південь їх величини збільшуються і для Нижнього Дніпра вже дорівнюють 1,42-1,50 (для витрат води) та 0,97-1,01 (для шарів стоку).

Перевірка величини співвідношення коефіцієнтів асиметрії до коефіцієнтів варіації на нормальність за критерієм Гауса ($\delta / \rho \approx \sqrt{\pi/2}$), показала можливість осереднити їх в межах суббасейнів.

Таким чином, для максимальних витрат води співвідношення C_s / C_v прийнято на рівні 2,5 (суббасейни Прип'яті та Десни) та 2,0 (для суббасейні Середнього і Нижнього Дніпра), а для шарів стоку: 2,5 – суббасейни Прип'яті, Десни та Середнього Дніпра; 2,0 - суббасейн Нижнього Дніпра.

Порівнюючи статистичні параметри гідрологічних характеристик (рис. 3.3-3.4), які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.), можна відмітити, що коефіцієнти варіації максимальних витрат води $C_v(Q_m)$ на 8 % та шарів стоку $C_v(Y_m)$ - на 3 %, відповідно, більші за оцінки по матеріалах спостережень до 2000 року [19].

В свою чергу середні значення Q_m і Y_m – зменшилися на 7,5 % та 5,5 %, відповідно. Проте тривалість весняного водопілля залишилася майже незмінною, діапазон коливання від 28 діб (лог Мересьє - х. Олексіївський, $F = 9,50 \text{ км}^2$) до 131 доби (р. Дніпро – смт Лоцманська Кам'янка, $F = 459000 \text{ км}^2$).

Розробка параметрів розрахункових формул може здійснюватись стосовно тієї чи іншої опорної забезпеченості $P, \%$, але зазвичай вона приймається на рівні 1%. У таких випадках для переходу до інших забезпеченостей використовуються перехідні коефіцієнти λ_P :

$$\lambda_P = Q_P / Q_{1\%}. \quad (3.8)$$

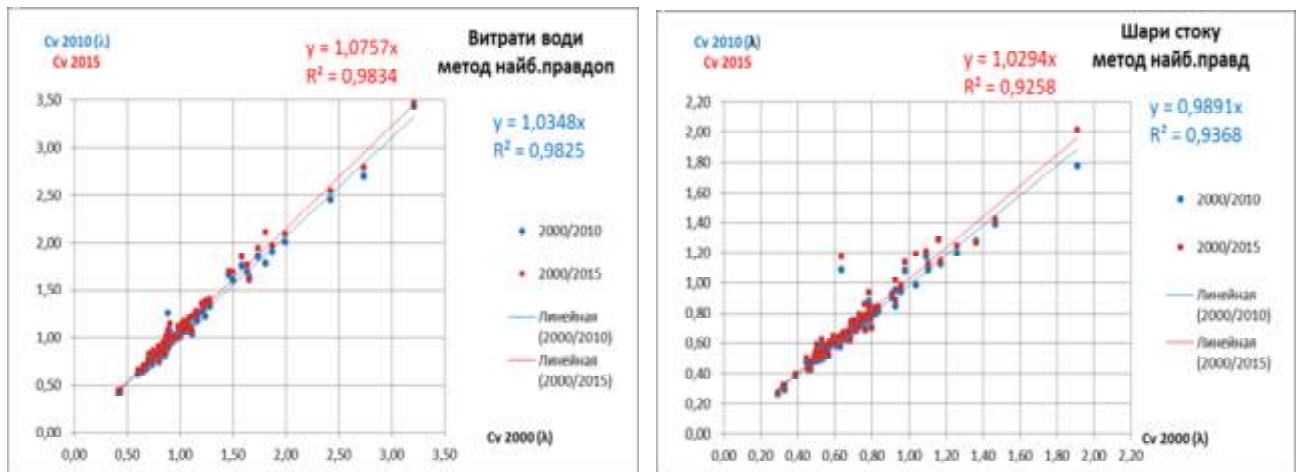


Рисунок 3.3 - Порівняння коефіцієнтів варіації часових рядів максимальних витрат води (зліва) та шарів стоку (з права) весняного водопілля в басейні Дніпра розрахованих за методом найбільшої правдоподібності, які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.) відносно 2000 р. [19]

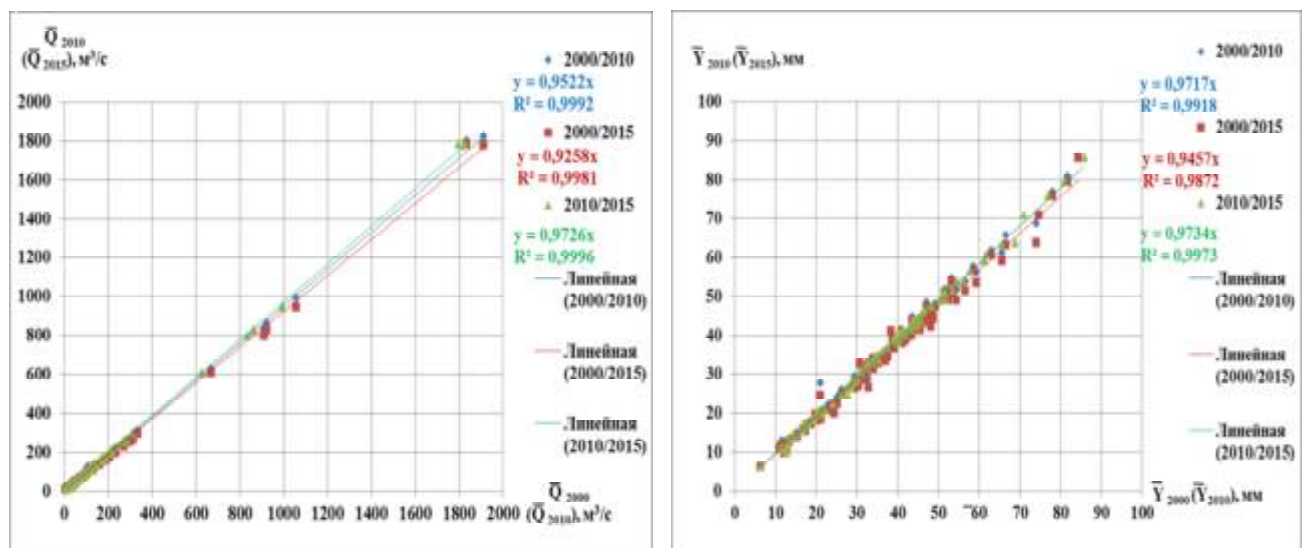


Рисунок 3.4 - Порівняння середніх багаторічних значень максимальних витрат води (зліва) та шарів стоку (справа) весняного водопілля в басейні Дніпра, які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.) відносно 2000 р. [19]

Для визначення λ_P будуються залежність $Q_P = f(Q_{1\%})$ для $P=3, 5, 10\%$. З (3.8) очевидно, що λ_P є тангенси кутів нахилу до осі абсцис. По отриманих λ_P складається допоміжна таблиця. Використовуючи цю таблицю по опорних

значеннях $Q_{1\%}$ можна розрахувати шукані величини Q_P , зокрема,

$$Q_P = Q_{1\%} \cdot \lambda_P. \quad (3.9)$$

Максимальні витрати води весняного водопілля в басейні Дніпра опорної забезпеченості ($P=1\%$) приведені у дод. Г, табл. Г.3. Для переходу від опорної забезпеченості до інших, використовується табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Перехідні коефіцієнти λ_P для максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро

P, %	1 %	3 %	5 %	10 %
$\lambda_P (Q_P)$	1,00	0,80	0,71	0,58
$\lambda_P (Y_P)$	1,00	0,80	0,71	0,59

Кінцевою ціллю статистичного аналізу часових рядів стокових величин є оцінка точності обчислення максимальних витрат води весняного водопілля опорної забезпеченості $P=1\%$, де важливо мати уявлення про похибки встановлення відповідних квантилів x_p .

Відносна похибка $|\Delta x_p| / x_p$ дорівнює:

$$|\Delta x_p| / x_p = (E_p / \sqrt{n}) \cdot 100\%. \quad (3.10)$$

Приведена похибка квантиля E_p номограмована для різних сполучень $P\%$, C_v і рівнів довірчої ймовірності.

Похибки обчислення квантилів трипараметричного гама-розподілу $Q_{1\%}$ та $Y_{1\%}$, які визначалися за формулою (3.10), у середньому для річок басейну Дніпра, знаходяться на рівні $\pm 14,3\%$ та $\pm 10,4\%$, відповідно.

3.5 Статистична обробка часових рядів максимальних запасів води в сніговому покриві в басейні р. Дніпро

В роботі виконана статистична обробка багаторічних рядів сумарних максимальних за зиму запасів води у сніговому покриві S_m в басейні р. Дніпро.

Статистична обробка стокових рядів спостережень полягає в розрахунку максимальних запасів води в сніговому покриві, коефіцієнтів варіації C_v і асиметрії C_s , а також співвідношення C_s/C_v .

Використовувались два найбільш поширені методи визначення статистичних параметрів – метод моментів і найбільшої правдоподібності.

До обробки включалися часові ряди максимальних запасів води в сніговому покриві по даних 75 метеорологічних станціях і постах розглядуваної території з періодами спостережень з 1960 р. по 2015 р. В середньому тривалість спостережень за снігозапасами на басейнах становила 55 років.

Середньобагаторічні значення максимальних запасів води в сніговому покриві S_m коливаються від 27 мм (Гуляй Поле) до 97 мм (Псур). Значення коефіцієнтів варіації $(C_v)_{S_m}$ за методом моментів коливаються від 0,41 (Псур) до 1,28 (Губініха) при середньому значенні 0,69; значення коефіцієнтів асиметрії $(C_s)_{S_m}$ коливаються від 0,06 (Псур) до 4,11 (Волноваха) при середньому значенні 1,03; співвідношення $(C_s/C_v)_{S_m}$ в середньому дорівнює 1,44 (при найменшому значенні 0,10 (Псур) і найбільшому – 4,10 (Волноваха)).

Значення коефіцієнтів варіації $(C_v)_{S_m}$ за методом найбільшої правдоподібності коливаються від 0,40 (Псур) до 1,39 (Губініха) при середньому значенні 0,70; значення коефіцієнтів асиметрії $(C_s)_{S_m}$ коливаються від 0,12 (Псур) до 6,42 (Волноваха) при середньому значенні 1,20; співвідношення $(C_s/C_v)_{S_m}$ в середньому дорівнює 1,62 (при найменшому значенні 0,30 (Псур) і найбільшому – 5,90 (Волноваха)).

Коефіцієнт автокореляції $r(1)$ рядів максимальних снігозапасів в басейні Дніпра змінюються від майже нульових ($r(1)=0,001$, Курськ, Синельникове) до значущих ($r(1)=0,51$, Коростень).

Результати статистичної обробки часових рядів максимальних запасів води в сніговому покриві в басейні р. Дніпро наведені у дод. Г, табл. Г.4.

Встановлено залежність коефіцієнтів варіації, отриманих за методом найбільшої правдоподібності від географічної широти пунктів виміру снігозапасів (рис. 3.5), які зменшуються при збільшенні широти.

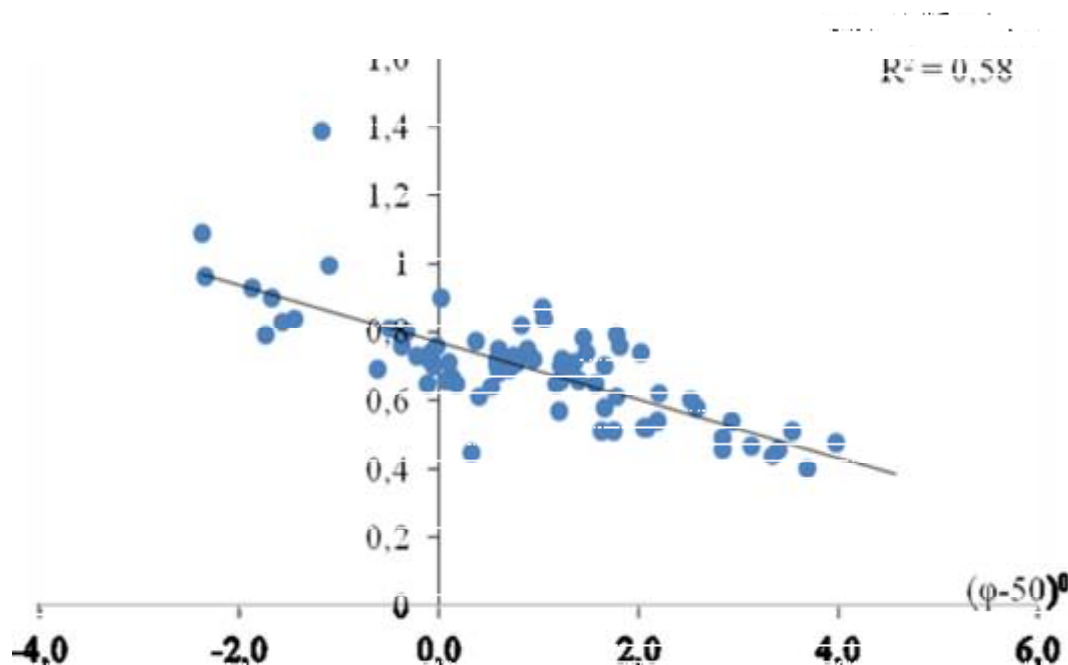


Рисунок 3.5 – Залежність коефіцієнтів варіації $(C_v)_{S_m}$ за методом найбільшої правдоподібності від географічної широти пунктів виміру снігозапасів

Існує залежність $(C_v)_{S_m}$ й величин максимальних запасів води в сніговому покриві (рис. 3.6).

Також встановлено залежність середньобаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві від географічної широти пунктів виміру снігозапасів (рис. 3.7), які збільшуються при збільшенні широти.

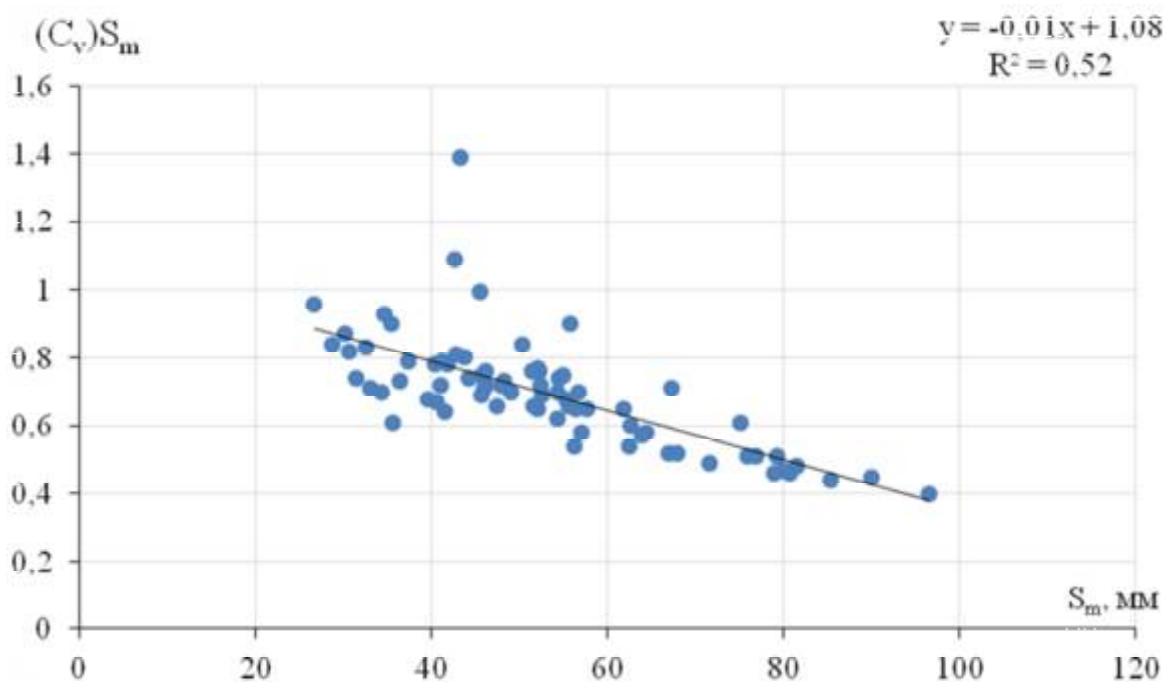


Рисунок 3.6 – Залежність коефіцієнтів варіації $(C_v)_{S_m}$ за методом найбільшої правдоподібності від величин максимальних запасів води в сніговому покриві S_m

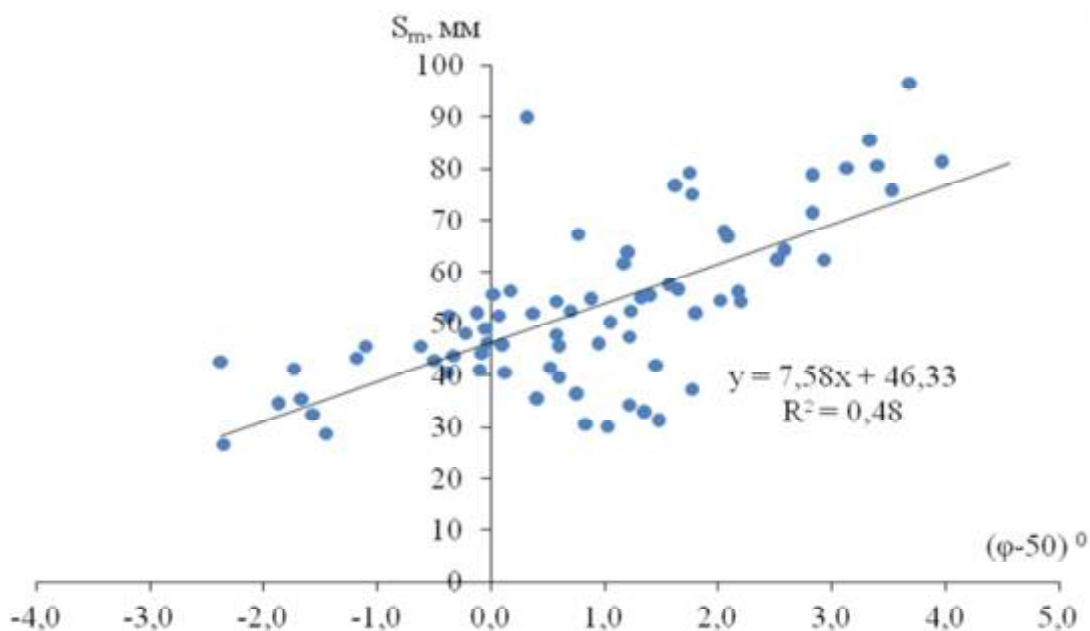


Рисунок 3.7 – Залежність максимальних запасів води в сніговому покриві S_m від географічної широти пунктів виміру снігозапасів

3.6 Визначення основних гідрометеорологічних чинників весняного водопілля та їх просторове узагальнення в формуванні вектор-предиктора дискримінантної функції при прогнозі максимального весняного стоку річок

Визначення основних гідрометеорологічних чинників в формуванні вектор-предиктора дискримінантної функції при прогнозі максимального весняного стоку річок.

До стокоформуючих чинників весняного водопілля р. Дніпро відносяться загальна кількість води, яка надходить на водозбір у період водопілля – максимальні запаси води в сніговому покриві та рідкі опади періоду весняного водопілля, а також фактори втрат тало-дощових вод, що визначають водопоглинальну здатність ґрунтів на водозборах (зволоження та глибина промерзання ґрунтів) [12], [20]-[32].

Басейн р. Дніпро (в межах України) перетинає всі географічні зони країни та поділяє її на лівобережну і правобережну частини і, відповідно цьому, має вкрай різноманітний і не рівномірний характер всіх чинників підстильної поверхні, що суттєво впливає й на формування втрат талих і дощових вод при формуванні весняного стоку річок території.

За районуванням рівнинної частини Європейської території за основними чинниками, що формують втрати талих вод (автори Л.К. Вершиніна, О.І. Крестовський та ін. [33]) встановлено основні гідрометеорологічні чинники весняного водопілля в межах виділених районів III, IV і VIa (у межах басейну р. Дніпро):

- для районів III, IIIa і IV

$$Y = f[(S + X\epsilon), L, U]; \quad (3.11)$$

- для району IVa і VIa

$$Y = f[(X_3 + X_6), U, L], \quad (3.12)$$

де S – запаси води в сніговому покриві перед весняним водопіллям;

X_3 – опади зимового періоду;

X_6 – опади періоду весняного водопілля;

L – глибина промерзання ґрунтів;

U – запаси вологи в ґрунті.

Так, в лісовій зоні (суббасейни Прип'яті і Десни, район III і IIIa [33]) умови формування стоку і втрат води залежать в основному від передвесняного вологонасичення ґрунтів та утримання води у безстічних пониженнях і в приповерхневій лісовій підстильці. Особливістю західних районів лісової зони є зимові відлиги, які приводять до додаткового зволоження верхніх шарів ґрунтів, перерозподілу снігу у полі і лісі, утворенню льодяної кірки на поверхні ґрунту. В роки з м'якими зимами при незначних значеннях промерзання ґрунтів виникають додаткові втрати води, що особливо відчутне для умов стоку річок цієї зони.

У лісостеповій зоні (суббасейн Середнього Дніпра, район IV і IVa [33]) в умовах достатнього зволоження ґрунтів (за рахунок осінніх дощів і талих вод в періоди зимових відлиг) основну частку втрат талих і дощових вод складає інфільтрація води в період формування водопілля. Варіація втрат весняного стоку у цьому регіоні визначається ступенем промерзання достатньо зволжених ґрунтів.

В межах південної частини лісостепової і степової географічних зон (суббасейн Нижнього Дніпра, район VIa [33]) у зв'язку з особливостями плоского рівнинного рельєфу формування стоку води включає й втрати води на заповнення безстічних ємностей на поверхні водозборів. Основними чинниками весняного стоку в цих районах є максимальні запаси води у сніговому покриві чи зимові опади, а також опади періоду танення снігу, інтенсивність сніготанення, інфільтрація води у ґрунт, яка визначається його вологістю і промерзанням. Опади після сходу снігу у цих регіонах не суттєво впливають на загальний стік весняного водопілля.

3.6.1 Снігозапаси та опади

В період весняного водопілля основним джерелом живлення річок є запаси води в сніговому покриві, які накопичилися до початку весни й опади, що випадають у період танення снігу і потім аж до закінчення водопілля.

Дослідження розподілу снігу на поверхні водозбору показують [25], [29], [33]-[40], що він має нерівномірний характер і залежить від типу підстильної поверхні та метеорологічних умов періоду снігонакопичення в кожному конкретному році.

Сніг на поверхні водозборів річок може перерозподілятися під час зими за рахунок вітрового його переносу у яри, балки, русла річок, на підвітряні схили, а також випаровуватися та ущільнюватися.

Різним є співвідношення снігу на відкритих частинах басейну й у лісі. На думку багатьох авторів [29], [33]-[41] на початку весни снігу в лісах накопичується більше, ніж у полі. Про це свідчать значення коефіцієнтів снігонакопичення $k_{\text{л}}$ у лісах різноманітної породи в різних фізико-географічних районах. Отримані авторами [29], [33]-[35], [37]-[38], [41]-[44], значення коефіцієнтів снігонакопичення $k_{\text{л}}$ в лісах різної породи в різних фізико-географічних районах наведені в табл. 3.4. Як видно, значення коефіцієнтів снігонакопичення дуже різні: в хвойних лісах вони менше і змінюються від 1,08 до 1,23, в мішаних – дещо більше (1,16-1,39).

З урахуванням нерівномірності снігонакопичення на відкритих і залісених ділянках середні зважені значення максимальних запасів води в сніговому покриві (S) на водозборах обчислюються за формулою

$$S = S_n(1 - f_{\text{л}}) + S_{\text{л}}k_{\text{л}}f_{\text{л}} \quad (3.13)$$

де $f_{\text{л}}$ – залісеність водозборів (у частках від загальної її площі);

$k_{\text{л}}$ – співвідношення снігозапасів у лісі і полі.

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнтів снігонакопичення в лісі k_L

Район дослідження	Порода лісу				Автор дослідження
	хвойний (вік)			мішаний	
	20-40 років	40-50 років	50-60 років		
басейн Верхнього Дніпра	1,23	1,16	1,08	1,39	Салазанов В.В.
басейни річок Сож, Верхній Дніпро	-	-	-	1,31	Пашова Л.Т.
басейни річок Березини, Друти	-	-	-	1,13	Пашова Л.Т.
басейн р. Немана	-	-	-	1,13	Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р.
басейни річок Білорусі	1,15	1,15	1,08	1,16	Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р.
басейни річок Білорусі	-	-	-	1,12- 1,20	Грун П.В., Сироткін Ю.Д.
басейни річок Білорусі	-	-	-	1,21	Крижановская А.Б., Рахманова В.В.
басейн р. Дністер	-	-	-	1,29	Овчарук В.А., Траскова А.В.
басейн р. Південний Буг	-	-	-	1,18	Шакірзанова Ж.Р., Казакова А.О.

Узагальнюючи значення перевищення кількості снігу у лісі над снігозапасами у полі, у тому числі й ті, що наведені у [41], в роботі для басейнів рівнинних річок України, у тому числі для басейну Дніпра прийнятий коефіцієнт снігонакопичення k_L , рівний 1,12 [12], [24].

В районах басейну Дніпра з зимовими відлигами, виникає необхідність врахування запасів води у льодяній кірці та запасів, що залишились після відлиги і утворюють додатковий запас вологи до початку весняного танення снігу.

У тих районах, де взимку можуть спостерігатися відлиги, на поверхні ґрунту часто утворюється крижана кірка. При наявності відповідних вимірювань кількість води, що міститься в такій кірці, має додаватися до величини запасу води в сніговому покриві.

Крім того, зміни в методиці виміру запасів води в сніжному покриві з зими 1965-1966 років призвели до порушення однорідності рядів снігомірних

спостережень [33]. Відповідно до рекомендації Л.К. Вершининої [33], на басейнах рівнинних річок України необхідно для одержання однородних рядів снігозапасів вводити поправку на збільшення запасів води в сніговому покриві, вимірюваних до зими 1965-1966 років, на рівні 5 %.

В гідрологічній практиці Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), а також низки зарубіжних наукових праць [45]-[47] розглядаються процеси накопичення і танення снігу в концептуальних моделях стоку за даними як наземних зйомок, так і супутникових знімків. Так, в роботі Андерсона [45], розроблена математична модель акумуляції і абляції снігового покриву, в якій накопичення снігу визначається по температурі повітря і опадах, а при таненні враховуються ті процеси, які регулюють водовіддачу зі снігового покриву (т.б. замерзання талої води при нестачі тепла і різні фази переходу води).

Фактичні вимірювання характеристик снігового покриву за даними снігозйомок або точкових спостережень можуть використовуватися як додаткове джерело інформації для поліпшення прогнозів сезонного стоку, отриманих по концептуальним моделям, в яких в якості вхідних даних часто використовуються тільки температура повітря і опади [47]. Іноді, супутникові дані про сніговий покрив поповнюють базу вихідної інформації про сніг, наприклад за обмежену кількості даних спостережень за наземними станціям [46].

Середній для басейну запас води в сніговому покриві можна розрахувати або як середнє арифметичне, або як середнє зважене значення. Спосіб середнього арифметичного використовується, коли пунктів спостережень за сніговим покривом достатньо, і вони рівномірно розподілені по площі. Спосіб середнього зваженого використовується, коли пункти спостережень нерівномірно розподілені по площі басейну і/або коли розподіл снігового покриву неоднорідний. Для розрахунку середнього зваженого значення запасу води в сніговому покриві попередньо будується карта його середнього розподілу по площі.

Визначення середніх по басейнах максимальних запасів води в сніговому покриві в басейні і суббасейнах Дніпра проводився за даними репрезентативних метеостанцій (за вимірами в полі) як середня арифметична величина, а саме

$$S_{m_i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j, \quad (3.14)$$

де S_{m_i} - середні на водозборі максимальні снігозапаси в i -му році, мм;

S_j - максимальні снігозапаси по окремих пунктах їх виміру у межах водозбору, мм;

m - кількість вимірювальних пунктів снігозапасів на водозборі.

За результатами статистичної обробки осереднені за багаторічний період (станом на 2015 р.) максимальні запаси води в сніговому покриві (за вимірами в полі) по розглядуваній території басейну Дніпра і прилеглих областей (басейни Десни і частково Прип'яті в межах РФ) змінюються від 96 мм до 27 мм.

Просторовий розподіл середніх багаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві в басейні Дніпра представлений на рис. 3.8. Напрямок ізоліній на отриманій картосхемі свідчить про убування снігозапасів по мірі зменшення континентальності клімату – з півночі, північного сходу (від 60-80 мм) до центру – 50 мм та південь басейну (до 40-20 мм).

Рідкі опади є прибутковою частиною балансу весняного водопілля. Вони складаються з опадів, що випадають в період танення снігу (X_1) та на ґрунт, який звільнився від снігу (X_2) – у період спаду весняного водопілля.

У балансових розрахунках вважається [25], [29], [33], [36], [39], що поталі води і опади періоду танення снігу X_1 мають однакові втрати, тобто стікають з близькими коефіцієнтами стоку.

Ці опади зазвичай підсумовуються з максимальними запасами води в сніговому покриві і крижаній кірці ($S_m + X_1$). Опади у період після сходу снігу і до кінця водопілля (X_2) мають стік з більшими втрами за рахунок підвищення водопроникності ґрунтів внаслідок їх відтанення і підсихання. Тому у балансових рівняннях їх величина ураховується з деяким коефіцієнтом k , що менший за одиницю (0,3-0,5) [25], [29], [36], [39].

Ці опади зазвичай підсумовуються з максимальними запасами води в сніговому покриві і крижаній кірці ($S_m + X_1$).

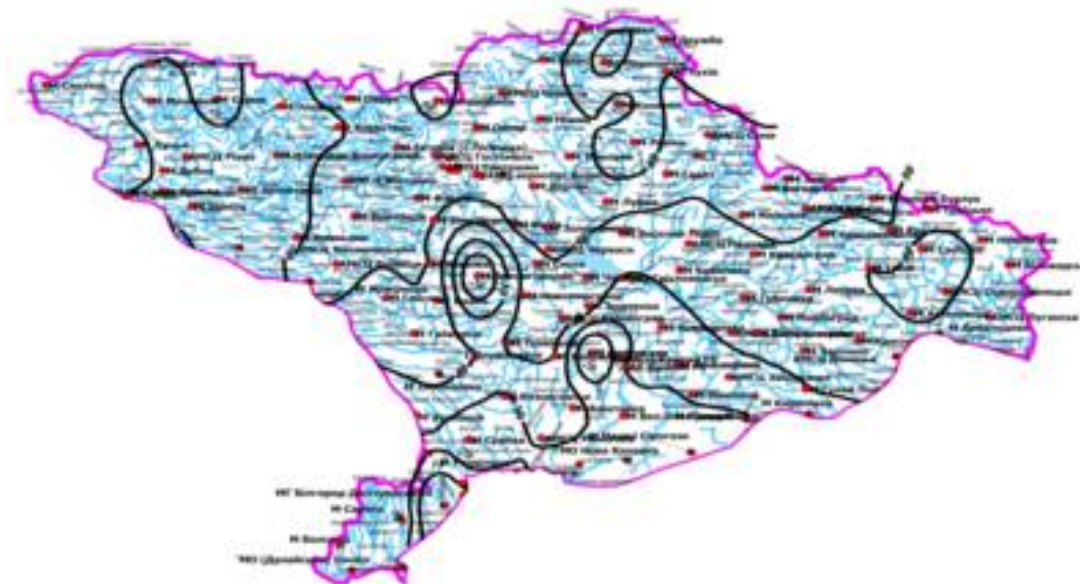


Рисунок 3.8 – Розподіл середньобагаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві на території рівнинної України, мм [41]

Ці опади зазвичай підсумовуються з максимальними запасами води в сніговому покриві і крижаній кірці ($S_m + X_1$). Опади у період після сходу снігу і до кінця водопілля (X_2) мають стік з більшими втрами за рахунок підвищення водопроникності ґрунтів внаслідок їх відтанення і підсихання. Тому у балансових рівняннях їх величина ураховується з деяким коефіцієнтом k , що менший за одиницю (0,3-0,5) [25], [29], [36], [39].

Розрахунок середніх на водозборі опадів X_1 і X_2 в кожному році ведеться, як середнє їх значення за вимірами в пунктах спостережень.

Для рівнинної частини України (у т.ч. для басейну Дніпра) в роботі отримана [12], [24] залежність норм опадів X_{1_0} від середньої тривалості періоду їх підсумовування T_{X_1}

$$X_{1_0} = 0,77 \cdot T_{X_1} + 7, \quad (3.15)$$

в свою чергу T_{X_1} (діб) узагальнено по басейнах

$$T_{X_1} = 2,0(\varphi^\circ - 50) + 28, \quad (3.16)$$

де φ° – географічна широта геометричних центрів тяжіння водозборів, в долях град півн.ш.

Для узагальнення опадів, що випадають після сходу снігу з поверхні водозборів та обумовлюються тривалістю спаду водопіль T_{X_2} (діб) отримана залежність [21], [29]

$$X_{2_0} = 1,09 \cdot T_{X_2} + 3,35, \quad (3.17)$$

а самі значення T_{X_2} можуть бути отримані за розмірами водозборів

$$T_{X_2} = 10 \lg(F + 1), \quad (3.18)$$

де F – площа водозборів, км².

Загальним балансовим чинником формування максимального стоку весняного водопілля річок є сума величин максимальних запасів води в сніговому покриві та весняних опадів:

- для максимальних витрат води весняного водопілля

$$X = S_m + X_1; \quad (3.19)$$

- для шарів стоку весняного водопілля

$$X = S_m + X_1 + kX_2. \quad (3.20)$$

Аналіз умов формування весняних водопіль у в басейні р. Дніпро свідчить про те, що в басейнах рр. Десни, Сули, Псла та Ворскли основний внесок в прибуткову частину водного балансу на водозборах (при визначенні

максимальних витрат води весняного водопілля) становлять максимальні запаси води в сніговому покриві. Для інших басейнів відчутну роль при формуванні максимальних витрат води відіграють й опади періоду весняного сніготанення.

3.6.2 Втрати тало-дощових вод

Сумарні втрати води в період весняного водопілля річок складаються з втрат на інфільтрацію в ґрунт, поверхневої затримки і випаровування [25], [29], [33], [36], [39]. Але їх внесок в рівняння водного балансу різноманітний в залежності від фізико-географічних умов формування весняного стоку і в різні за водністю роки.

За даними різних авторів втрати талої води на випаровування у період формування весняного водопілля оцінюються по розміру інтенсивності випаровування з підстильної поверхні. Так, В.Д. Комаров (1959 р.), П.П. Кузьмін (1953 р.), П.Ф. Ідзон (1956 р.), Л.Г. Онуфрієнко (1959 р.) вважали, що випаровування з поверхні танучого снігу з врахуванням конденсації, яка зростає при збільшенні температури і відносної вологості повітря, не велика і складає усього декілька міліметрів.

О.І. Крестовський, А.Н. Постніков, А.Г. Сергєєва (1979 р.) за даними експедиційних досліджень отримала дещо більшу величину випаровування зі снігу за період його танення – 5-20 мм.

Втрати тало-дощових вод на поверхневу затримку в умовах південної частини лісостепу і степової зони складається з ємності різноманітних знижень рельєфу і мікрорельєфу, перехоплення опадів рослинністю з врахуванням розораності території і, нарешті, втрат води на змочування частинок і заповнення значних некапілярних пор у верхньому 3-4 см шарі ґрунту.

Значну роль поверхневої затримки у формуванні стоку підкреслював ще Р. Хортон (1937 р.). За даними американських вчених загальна ємність більшості

осередків поверхневої затримки на малих басейнах із крутими схилами складає 8-10 мм.

Базуючись на наявних (до 60-х років) даних про водно-фізичні властивості лісових підзолистих ґрунтів, їхньої осінньо-зимової вологості і надійних даних про стік з елементарних площадок, В.Д. Комаров і Л.А. Разумова (1959 р.) одержали розмір втрат води на заповнення акумулятивних ємностей у середньому біля 30 мм. Ці результати підтверджуються і виконаними в 60-70-і роки дослідженнями О.І. Крестовського (1961 р.), Л.К. Вершиніної (1974 р.).

Є.Г. Попов (1963 р.) розмір втрат води на поверхневу затримку зв'язував із ємністю безстічних поглиблень на поверхні басейну і кількістю води, що надійшла на водозбір. Ці втрати талого стоку, за даними Є.Г. Попова, складають 20-25 мм.

За даними багаторічних досліджень експедиції ДГІ, зроблено висновок про те, що мікрорельєф поверхні водозборів може затримувати талі води тільки тимчасово, втрачаючи їх при цьому на інфільтрацію в ґрунти, поповнюючи запаси вологи ґрунту і збільшуючи запаси ґрунтових вод. При цьому втрати талих вод на поверхневу акумуляцію не великі і складають у залежності від механічного складу ґрунтів 1-5 мм.

Особливості поглинання (інфільтрації) поталих та дощових вод у період весняного водопілля досліджувалися з давнини.

Ще в 1903 році А.А. Шалабановим був встановлений факт водопроникності мерзлого ґрунту. Надалі це питання було розвинуто Н.А. Качинським, С.А. Веріго, В.Д. Комаровим, А.К. Філіповим, С.І. Харченком, Л.А. Разумовою. В 1957 році в результаті експериментальних досліджень водопроникності мерзлого ґрунту В.Д. Комаровим було доведено, що мерзлий ґрунт спроможний поглинати талі води, якщо його вологість не перевищує граничного значення, рівного найменшій вологоємності (*НВ*). В.Д. Комаров вперше зазначив теплофізичну сторону процесу взаємодії води, яка просочилася, і мерзлого ґрунту.

Подальший розвиток ця теорія знайшла в роботах А.І. Суботіна (1966 р.), І.Л. Калюжного, К.К. Павлової, Л.К. Вершиніной (1981, 1985 рр.). Втрати води на

інфільтрацію визначаються головним чином передвесняною вологістю ґрунтів (W). Вплив глибини промерзання на водопоглинаючу спроможність ґрунтів проявляється при невеликих її значеннях, тому що виникають додаткові втрати на інфільтрацію на ділянках з слабким промерзанням ґрунтів.

3.6.3 Вологість та промерзання ґрунтів

Задача весняного стоку річок потребує визначення водопоглинаючої спроможності річкового басейну перед початком сніготанення і передобчислення втрат води в період розвитку весняного водопілля [25], [29], [33], [36], [39].

У сухих степових районах різниця між опадами і сумарним випаровуванням характеризує потенційну швидкість інфільтрації. У вологій лісовій зоні, де в осінній період з року в рік вміст вологи в ґрунті дорівнює або більше польової вологоємності, ця різниця характеризує зміни запасу води в басейні в цілому [33], [45].

Найчастіше показником зволоження ґрунтів перед початком весняного сніготанення є величина запасу продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, яка вимірюється наприкінці зими (W). Використання осінньої вологості ґрунтів (W_{oc}) можливе лише з урахуванням поповнення вологозапасів ґрунту в періоди зимових відлиг, які досить часто спостерігаються на досліджуваній території. Розрахункова передвесняна вологість визначається по балансових рівняннях.

Дуже часто безпосереднє визначення умов зволоження ґрунту для всього басейну річки, особливо в зимовий період, виявляється неможливим через відсутність відповідних даних. Це головна причина використання непрямих індексів.

В такому разі розрахунок вологості ґрунтів можна вести за рівнянням водного балансу для шару ґрунту за деякий попередній час (найчастіше це дата стійкого переходу температури повітря через 0°C восени або початку сніготанення – весною)

$$W_k = W_n + X - E + \Delta W_3, \quad (3.21)$$

де W_n і W_k – запаси води у шарі ґрунтів 0-100 см на початок і кінець розрахункового періоду, мм;

X і E – опади і випаровування за i -й інтервал часу, мм;

ΔW_3 – зміна запасів води в ґрунті у зимовий період за рахунок відлиг, мм.

Розрахунок W_k , X , E здійснюється за декадами або за місяцями. Початок розрахункового періоду визначається датою, на яку є значення W_n , а при їх відсутності – приймають дату низьких або незначно змінних від року до року значень вологості ґрунтів.

Для розрахунку випаровування з поверхні басейну E у формулі (3.21) використовують методи С.А. Веріго, В.П. Паршина, В.А. Романенка, А.Р. Константинова, В.Г. Андріянова, А.М. Постникова та ін. Для степової і лісостепової зон задовільні результати дають методи В.Г. Андріянова і В.А. Романенка.

В якості показника втрат води у період весняного водопілля може бути прийнята інтегральна характеристика зволоження водозборів – середній осінній або осінньо-зимовий річковий стік, який визначається вологонасиченістю басейну, що в основному залежить від сумарних запасів води в зоні аерації, ґрунтових і болотних водах. За даними О.І. Крестовського задовільні залежності установлені між запасами води у метровому шарі ґрунту на кінець листопаду та стоком за осінньо-зимовий період [33]. Стік за рахунок саме пізніх осінніх опадів можна також використовувати як показник водоутримуючої здатності річкових басейнів в цих районах [45].

Наприклад, для рівнинної території України (в межах лівобережжя Дніпра) прийнято інтегральну характеристику зволоження ґрунтів – середнього модуля стоку з вересня попереднього по січень поточного року – q_{09-01} . Для річок, по яких відсутні спостереження за стоком її можна визначити в залежності від широти геометричних центрів тяжіння водозборів або їх площ. Так, для норми $(q_{09-01})_0$ отримане рівняння (при тісноті зв'язку $r=0,57$) [24]

$$(q_{09-0I})_0 = 0,36 (\varphi^0 - 50) + 1,78, \quad (3.22)$$

де $(q_{09-0I})_0$ - середні багаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років, л/(с·км²).

Аналіз умов формування втрат тало-дощових вод та весняного стоку в басейнах правобережної частини Дніпра – правобережжя Прип'яті, Уж, Тетерів, Рось, Інгулець та ін. показав, що для цих басейнів майже щорічно спостерігаються зимові паводки на річках від відлиг зимою. Тому в якості індексу передвесняного стану басейнів доцільно використовувати середньомісячний річковий стік в попередній від початку водопілля місяць (Q_{nv} , м³/с) [12], [24].

За відсутності багаторічних даних гідрологічних спостережень на річках будуються залежності середньобагаторічних або самих значень у кожному році витрат води в попередній від початку водопілля місяць від площ водозборів $(Q_i)_0 = f(F)$.

Важливим фактором інфільтраційних властивостей ґрунтів є глибина їх промерзання, яка визначає наявність льоду у порах ґрунту при даному їх зволоженні. Глибина промерзання ґрунтів залежить, насамперед, від значень негативних температур, які проникають у ґрунти, і висоти снігового покриву, а також визначається місцевими факторами (типом ґрунту, його фізико-механічними і тепловими властивостями, мікрорельєфом басейну й іншими).

Процес промерзання ґрунту найбільш інтенсивно відбувається в початковий період зими, коли висота снігового покриву ще не значна, а надалі інтенсивність промерзання сповільнюється. Роль глибини промерзання ґрунту пов'язана з утриманням осінніх вологозапасів у верхніх шарах ґрунту, а також із створенням умов для зимової міграції вологи з більш теплих нижніх горизонтів ґрунту до верхнього шару, який промерзає. Чим раніш і глибше промерзне ґрунт, тим більше збережеться в ньому осінньої вологи, тим більш значним буде поповнення вологи за рахунок міграції, а отже меншими будуть утрати талої води, у порівнянні з втратами на непромерзлих ділянках.

Глибина промерзання ґрунтів оцінюється за вимірюванням її у польових

умовах або розраховується за даними від'ємних температур повітря і висоти снігу [20]-[22].

При розрахунках втрат талих вод на інфільтрацію необхідно знати розподіл глибини промерзання ґрунту по площі водозбору. У відповідності до середньої глибини промерзання ґрунту у річковому басейні В.Д. Комаровим для річок степової зони побудовані типові криві забезпеченості глибин промерзання ґрунтів за площею водозборів, які свідчать, що слабо промерзлий ґрунт ($L \leq 20$ см) призводить до виникнення додаткових втрат води на поглинання в межах цих ділянок. Ділянки зі слабким промерзанням ґрунтів виявляються при середній на водозборі глибині промерзання 60 см і менше. Розподіл за площею глибини промерзання ґрунтів знаходиться в оберненому зв'язку з відповідним розподілом снігозапасів – більшим снігозапасам відповідає менша глибина промерзання ґрунтів на басейні [39].

Чинником водопроникності ґрунтів при формуванні весняного стоку використовують дані за максимальною глибиною промерзання ґрунту наприкінці зими (під озимими) [25], [29], [33], [36], [39]. Осереднені по водозборах глибини промерзання з урахуванням даних усіх пунктів спостережень, розташованих у їх межах визначаються як

$$L_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m L_j, \quad (3.23)$$

де L_j - максимальні глибини промерзання ґрунтів по окремих пунктах їх виміру у межах водозбору, см;

m - кількість вимірювальних пунктів глибин промерзання.

Розподіл середньобаторічних максимальних глибин промерзання ґрунтів перед весняним водопіллям в басейнах р. Дніпро (за період 1966-2015 рр.) представлений на – рис. 3.9, з якого видно, що максимальні глибини промерзання ґрунтів змінюються від 70 см в північній частині басейну, до 60-50 мм – в центральній і до 40 см – в південних частинах басейну Дніпра.



Рисунок 3.9 – Розподіл середньобаторічних максимальних глибин промерзання ґрунтів на території рівнинної України, см [41]

Узагальнення L_0 , розрахованих для кожного пункту спостережень j (по даних на агрометстанціях), може бути виконане в залежності від широтного положення пунктів. У цілому при збільшенні широти, тобто при переході з південних у більш північні райони басейну р. Дніпро, глибини промерзання збільшуються у відповідності з рівнянням (з коефіцієнтом кореляції $r=0,64$) [29]

$$L_0 = 65,6 + 3,56(\varphi - 50). \quad (3.24)$$

Визначення середньої глибини промерзання та індексів зволоження ґрунту на водозборі, у тому числі й для басейнів, де даних спостережень стаціонарної мережі недостатньо, можливе на основі щорічно складаних карт ізоліній цих характеристик у даному регіоні або за регіональними рівняннями виду (3.24).

4 МЕТОДИКА НОРМУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВЕЛИЧИН МАКСИМАЛЬНОГО ВЕСНЯНОГО СТОКУ РІДКІСНОЇ ЙМОВІРНОСТІ ПЕРЕВИЩЕННЯ

У 2000 р. Є.Д. Гопченком запропоновано операторний підхід до побудови розрахункової бази для нормування характеристик максимального стоку з річкових водозборів, причому - єдиної у структурному відношенні як для дощових паводків, так і для водопіль [1]. В подальшому свій розвиток ця модель знайшла у сумісних працях Є.Д. Гопченка з його учнями, зокрема вперше реалізована на прикладі басейну Сіверського Донця у спільній монографії з Овчарук В.А. [2]. До практичного застосування операторна структура доведена на прикладі річок Причорноморської низовини, басейнів річок Прип'яті і Сіверського Дінця, Десни та Вісли, річок Криму, Карпат, Алжиру [1]-[14].

До операторного вигляду «схилувий приплив - русловий стік» можна привести і структури граничної інтенсивності. Така задача вирішена у дисертаційній роботі Траскової А.В. під керівництвом Овчарук В.А. (на прикладі басейну р. Дністер). Докладно цей варіант розрахункової методики представлений у монографії [15].

З огляду на те, що останнім часом відбуваються регіональні і глобальні зміни клімату, при розрахунках стокових характеристик виникає необхідність введення відповідних поправок. Операторна модель дає можливість вводити «кліматичні поправки» безпосередньо до максимальних снігозапасів і стокоформує опадів в період весняного водопілля та паводків, а також до коефіцієнтів стоку.

Модифікований варіант операторної моделі пропонується як розрахункова методика для визначення на рівнинній території України максимального стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок у період весняного водопілля [16]-[19], а розрахункове рівняння має вигляд:

$$q_p = q'_{1\%} \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F r \lambda_p k_{зм}, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2), \quad (4.1)$$

де $q'_{1\%}$ - модуль схилового припливу, який розраховується за рівнянням

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} (S_m + \Sigma X)_{1\%} \eta, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2), \quad (4.2)$$

$(n+1)/n$ – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу до руслової мережі;

T_0 – тривалість схилового припливу (у годинах);

S_m – максимальні снігозапаси до початку водопілля, мм;

ΣX – кількість опадів від дати S_m до закінчення водопілля, мм;

η – коефіцієнт стоку;

$\psi(t_p / T_0)$ – трансформаційна функція, яка обумовлена часом руслового добігання;

ε_F – трансформаційна функція, яка обумовлена русло-заплавним регулюванням;

r – коефіцієнт редукції q_m під впливом озер, водосховищ, ставків проточного типу;

λ_p – коефіцієнт переходу від опорної 1%-ої ймовірності перевищення до будь-якої іншої;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змін клімату, який розраховується за формулою

$$k_{зм} = \frac{((\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{\text{прогн.}}}{((\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{\text{сучасн.}}} \quad (4.3)$$

В формулі (4.3) прогностні значення середньобогаторічних максимальних снігозапасів, опадів та коефіцієнтів стоку весняного водопілля отримані з використанням їх залежностей від прогностних значень температури та опадів за обраним сценарієм та моделлю. Відповідні сучасні значення тих же самих

величин отримані за результатами розрахунків по наявних рядах спостережень.

З урахуванням нової редакції розрахункової формули (4.2), в схемі операторної моделі формування максимального стоку весняного водопілля в умовах змін клімату додається блок «зміни клімату», який представлений відповідним коефіцієнтом (рис. 4.1).

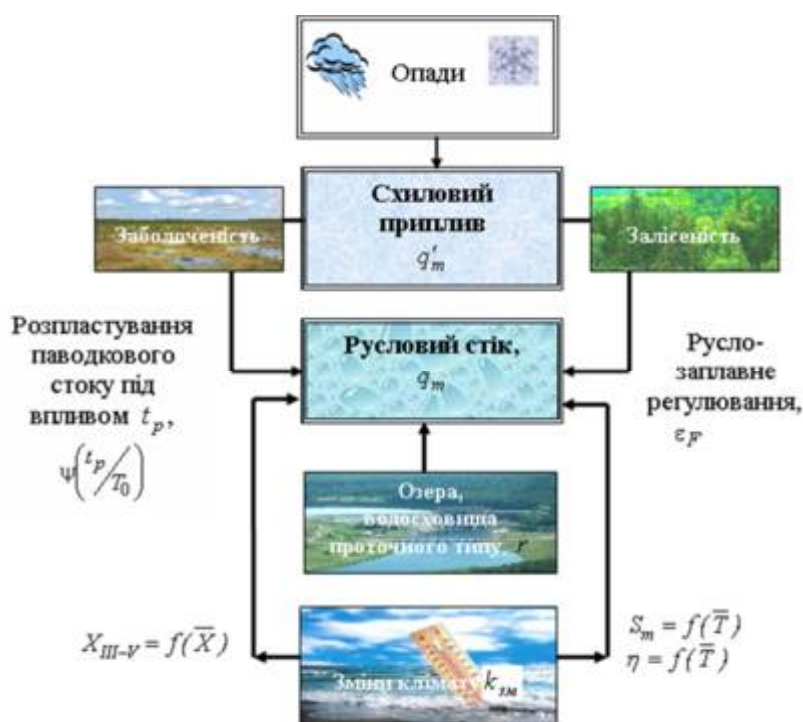


Рисунок 4.1 – Блок-схема формування максимального стоку весняного водопілля в умовах змін клімату.

Модифікований варіант операторної моделі реалізований для рівнинних річок України в дисертаційному дослідженні Овчарук В.А. [10]-[11], [16], [19] на даних гідрометеорологічних спостережень до 2010 року включно. В даному дослідженні пропонується уточнення існуючих параметрів методики на матеріалах спостережень до 2015 року та практична реалізація модифікованої моделі в умовах змін клімату для басейну р. Дніпро.

Розглянемо сучасну науково-методичну базу для нормування параметрів, які входять в розрахункову формулу (4.1).

4.1 Визначення характеристик схилового припливу та їх просторове узагальнення в межах басейну Дніпра

Характеристики схилового припливу в періоди формування дощових паводків і весняних водопіль є одними з провідних та найбільш інформативних параметрів у розрахункових формулах максимального стоку і входять до їх структури у явному або прихованому вигляді. Але, на жаль, в системі спостережень за гідрологічним режимом річок Гідрометслужби фактично в усіх країнах світу не організовані вимірювання складових схилового стоку, за виключенням експериментальних досліджень на водно-балансових станціях [19].

Матеріали водно-балансових станцій самі по собі мають велику теоретичну цінність, головним чином, з точки зору вивчення процесів формування стоку.

Так, наприклад, як показано в [15], матеріали спостережень Молдавської ВБС дозволили авторам визначити особливості накопичення снігозапасів на таких типах поверхні, як лог, рілля, озима пшениця та сад. Аналогічне, але більш ретельне дослідження умов формування весняного водопілля в басейні Сіверського Дінця свого часу, було виконане Є.Д. Гопченком та В.А. Овчарук на матеріалах Нижньодівської ВБС [2].

У сумісних роботах автора з Гопченком Є.Д. та Кічук Н.С. [4] з метою дослідження процесу формування дощових паводків на Півдні України використовувались матеріали спостережень Велико-Анадольської водно-балансової станції.

Отже матеріали водно-балансових станцій дозволяють виконати корисні та унікальні дослідження, але щодо практичного їх використання, то вони дуже обмежені регіональними особливостями стокоутворення.

Організація ж щільної системи водно-балансових станцій, очевидно, не можлива через економічну недоцільність їх утримання. З іншого боку, склалася тупикова ситуація для подальшого розвитку методів розрахунку і прогнозу характеристик гідрологічного режиму річок.

На практиці у розпорядженні дослідників є лише відомості про шари стоку паводків і водопіль, які прирівнюються до шарів схилового припливу. Тим самим робиться припущення про відсутність втрат припливу зі схилів у річковій мережі. Але в дійсності це не зовсім так, оскільки частина припливу поверхневих вод затримується в алювії та берегах, а найбільша – на заплавах. Після проходження паводків і водопіль затримана на заплавах вода у подальшому витрачається на випаровування. Все ж на думку авторитетних спеціалістів, ці втрати паводкового і повеневого стоку знаходяться у межах точності вимірювання стокових величин, а таким чином їх можна не брати до уваги при побудові розрахункових схем максимального стоку річок [19].

Щодо максимального модуля схилового припливу, то за дослідженнями [9]-[19], він безпосередньо залежить від трьох складових схилових гідрографів (шару стоку, тривалості припливу і коефіцієнта його часової нерівномірності). З метою врахування можливих змін клімату замість шарів стоку пропонується використовувати максимальні снігозапаси та опади за період водопілля, а їх трансформацію в шари схилового припливу виконувати через коефіцієнти стоку.

4.1.1 Науково-методичні рекомендації щодо узагальнення параметрів схилового припливу

З цього питання, незважаючи на наявність нормативних документів у галузі максимального стоку, відсутні єдині науково обґрунтовані підходи щодо просторового узагальнення. Автори вважають за необхідне запровадити відповідні рекомендації, які дозволяють дещо уніфікувати просторові узагальнення шарів стоку та тривалості припливу у період весняного водопілля. Розглянемо ці рекомендації на прикладі шарів стоку. Починати слід із визначення тих факторів, які є носіями географічно обумовлених складових, а з іншого - тих, що пов'язані з місцевими умовами (залісеністю, заболоченістю, закарстованістю та ін.).

Після статистичного аналізу часових рядів шарів стоку [20] просторовому узагальненню, зазвичай, підлягають середні величини або характеристики тієї чи іншої ймовірності перевищення [23], [24]. Ураховуючи різне географічне положення водозборів, спочатку величини шарів стоку відносять до якоїсь однієї умовної широти. З цією метою будується залежність $\bar{Y}_m = f(\varphi^\circ \text{ півн.ш})$ у вигляді

$$\bar{Y}_m = \bar{Y}_{\varphi_0} \pm \alpha_\varphi (\varphi^0 - \varphi_0), \quad (4.4)$$

де $\bar{Y}_{\varphi_0}$ - середній шар стоку, віднесений до умовної широти геометричних центрів водозборів φ_0 .

Рекомендується φ_0 призначати з таким розрахунком, щоб воно відповідало приблизно геометричному центру розглядуваної території. За лінійною кореляцією $\bar{Y}_m = f(\varphi^\circ \text{ півн.ш})$ встановлюється значення коефіцієнта регресії α_φ . Приведення вихідних даних $\bar{Y}_m$ до умовної широти φ_0 здійснюється на підставі (4.4). Дійсно,

$$\bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_m \pm \alpha_\varphi (\varphi^0 - \varphi_0). \quad (4.5)$$

У межах рівнинних територій досліджується вплив на приведені до φ_0 шари стоку $\bar{Y}_{\varphi_0}$ залісеності території, тобто

$$\begin{cases} \bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} \pm \beta'_L \lg(f_L + 1) \\ \text{або} \\ \bar{Y}_{\varphi_0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_L=0} \cdot k_L \end{cases}, \quad (4.6)$$

де k_L - коефіцієнт впливу залісеності на шари стоку

$$k_L = 1 \pm \beta_L \lg(f_L + 1), \quad (4.7)$$

f_l - відносна залісеність у %;

$$\beta_l = \frac{\beta'_l}{\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0}}. \quad (4.8)$$

Виходячи з (4.6), можна розрахувати $\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0}$, тобто вихідні дані $\bar{Y}_{\varphi_0}$ привести до залісеності $f_l = 0$. Фактично

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0} = \bar{Y}_{\varphi_0} / k_l. \quad (4.9)$$

Наступним кроком є побудування залежності $\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0}$ від ступеня заболоченості водозборів f_{δ} , а саме

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0, f_{\delta}=0} \pm \beta'_{\delta} \lg(f_{\delta} + 1), \quad (4.10)$$

де $\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0, f_{\delta}=0}$ - значення шарів стоку, приведених до $f_l = 0$ і $f_{\delta} = 0$ та віднесених до умовних геометричних центрів водозборів.

Вираз (4.10) можна привести до вигляду

$$\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0} = \bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0, f_{\delta}=0} \cdot k_{\delta}, \quad (4.11)$$

де k_{δ} - коефіцієнт впливу заболоченості на середні шар стоку, тобто

$$k_{\delta} = 1 \pm \frac{\beta'_{\delta}}{\bar{Y}_{\varphi_0, f_l=0, f_{\delta}=0}} \lg(f_{\delta} + 1), \quad (4.12)$$

β'_{δ} - коефіцієнт, що враховує тип боліт та механічний склад ґрунтів.

Щоб здійснити узагальнення середніх шарів стоку $\bar{Y}_m$ по території, необхідно виключити вплив на них таких місцевих факторів як залісеність і заболоченість. Для цього слід $\bar{Y}_m$ поділити на $k_{\text{л}}$ і $k_{\text{б}}$, розрахованих за (4.7) і (4.12), тобто

$$\bar{Y}_{np} = \bar{Y}_m / (k_{\text{л}} k_{\text{б}}). \quad (4.13)$$

Після таких процедур можливе картування $\bar{Y}_{np}$ або його осереднення у межах тієї чи іншої території. Перш за все, рекомендується здійснити перевірку $\bar{Y}_{np}$ на нормальність, наприклад, за допомогою критерію Гауса

$$\sigma_y / \rho_y = \sqrt{\pi/2} \cong 1.25, \quad (4.14)$$

де σ_y - середньоквадратичне значення

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum [(\bar{Y})_{np,i} - \bar{Y}_{np}]^2}{n-1}}; \quad (4.15)$$

ρ_y - середнє арифметичне значення

$$\rho_y = \frac{1}{n} \sum |(\bar{Y})_{np,i} - \bar{Y}_{np}|. \quad (4.16)$$

При невиконанні умови (4.14) слід $\bar{Y}_{np}$ ще раз (але при виключенні із вихідних даних залісеності і заболоченості) дослідити в залежності від φ^0 півн.ш. Наявність очевидної залежності $\bar{Y}_m = f(\varphi^0 \text{ півн.ш.})$ є підставою для картування $\bar{Y}_{np}$. Відносяться вони до геометричних центрів водозборів. Після цього

проводяться ізолінії з кроком через 5, 10, 20, 50 мм. Для використання цієї карти при визначенні розрахункових шарів $\bar{Y}_m$ для окремих водозборів необхідно для центру водозборів зняти $\bar{Y}_{np}$, а потім внести до нього поправки на залісеність і заболоченість (за допомогою k_L і $k_{\bar{\phi}}$).

Таким чином,

$$\bar{Y}_m = \bar{Y}_{np} k_L k_{\bar{\phi}}. \quad (4.17)$$

Коефіцієнти k_L і $k_{\bar{\phi}}$ розраховуються за допомогою формул (4.7) і (4.12).

За такою ж методикою відбувається просторове узагальнення шарів стоку забезпеченістю P %, але частіше при $P = 1$ %.

Аналогічний підхід можна застосувати й до узагальнення тривалості схилового припливу [19].

4.1.2 Узагальнення шарів стоку весняного водопілля в межах басейну Дніпра

Узагальнення шарів стоку весняного водопілля в межах досліджуваної території виконане із використанням рекомендацій наведених вище. Приступаючи до картування, необхідно виключити можливий вплив місцевих факторів таких, як залісеність, заболоченість або закарстованість та висотне положення водозборів.

Водозбори річок, які протікають в межах басейну Дніпра, мають значну залісеність, яка може досягати 96 % (р. Соля – с. Мальцево, $F = 39,4$ км²), та заболоченість в межах 0-1 % по всіх водозборах, хоча може досягати 16 % (р. Прип'ять - с. Люб'язь, р. Жерів - с. В'язівка). Оскільки розподіл тепла та вологи в умовах рівнини визначаються широтним положенням об'єктів, спочатку досліджується залежність Y_m від широти геометричних центрів водозборів φ° (рис. 4.2).

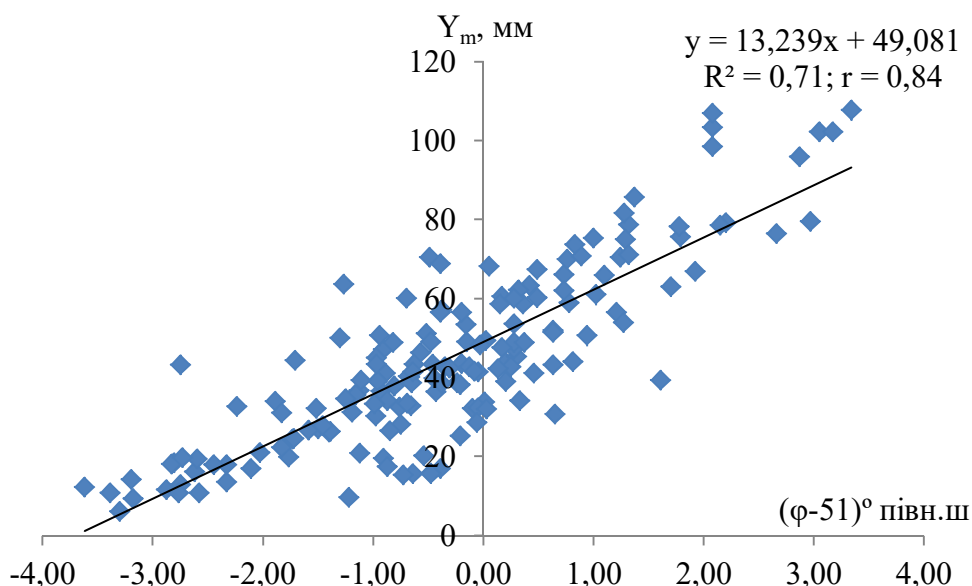


Рисунок 4.2 – Залежність шарів стоку весняного водопілля від широти геометричних центрів водозборів в басейні Дніпра (Україна)

Зв'язок, як видно, просліджується добре та вказує на збільшення Y_m в напрямку з півдня на північ. Описати її можна рівнянням:

$$Y_m = a\varphi_0 + 13,23(\varphi - 51), \quad r = 0,84 \quad (4.18)$$

де φ_0 - умовна величина, що відповідає широті, приблизно середній для району (51° півн.ш.);

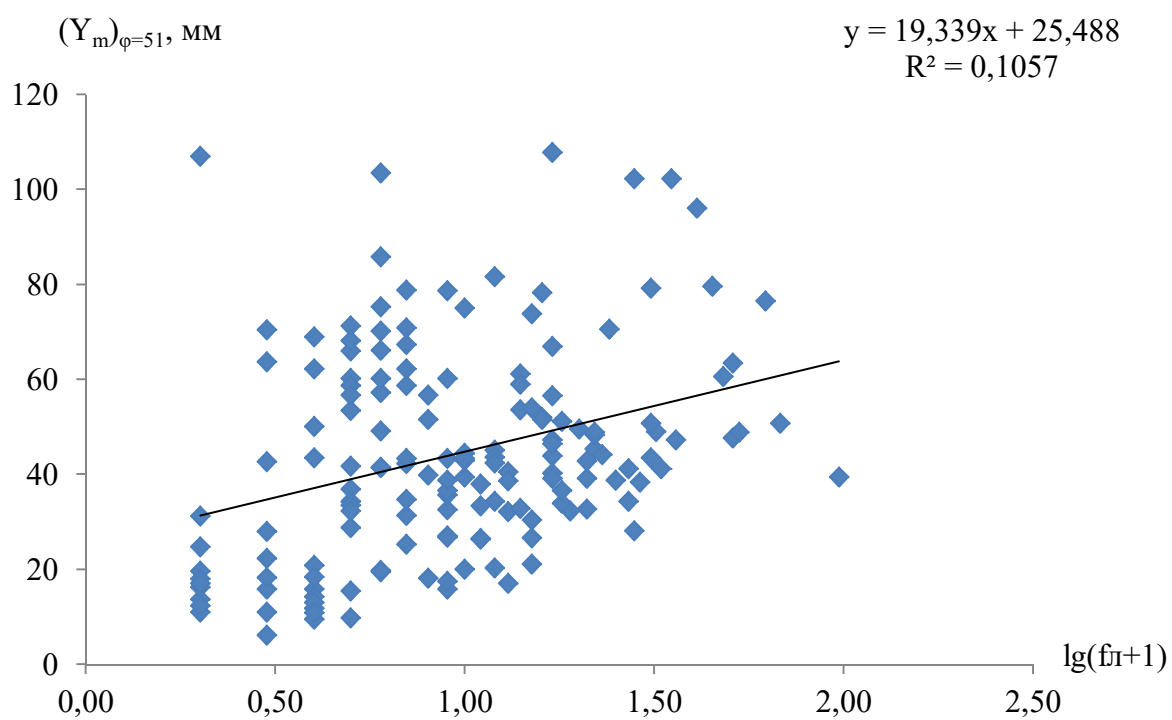
$a\varphi_0$ - наведене до цієї умовної широти значення шарів стоку, тобто $a\varphi_0 = Y_{\varphi_0}$.

Після приведення даних до умовної широти побудовано залежність між $(Y_m)_{\varphi=51^\circ}$ та залісеністю водозборів, яка показана на рис. 4.3 (а), та між $(Y_m)_{\varphi=51^\circ}$ і заболоченістю водозборів (рис. 4.3, б).

На підставі цієї залежності для річок Дніпра можна встановити коефіцієнт впливу залісеності на збільшення шарів стоку весняного водопілля k_L

$$k_L = 1 + 0,761\lg(f_L + 1). \quad (4.19)$$

а)



б)

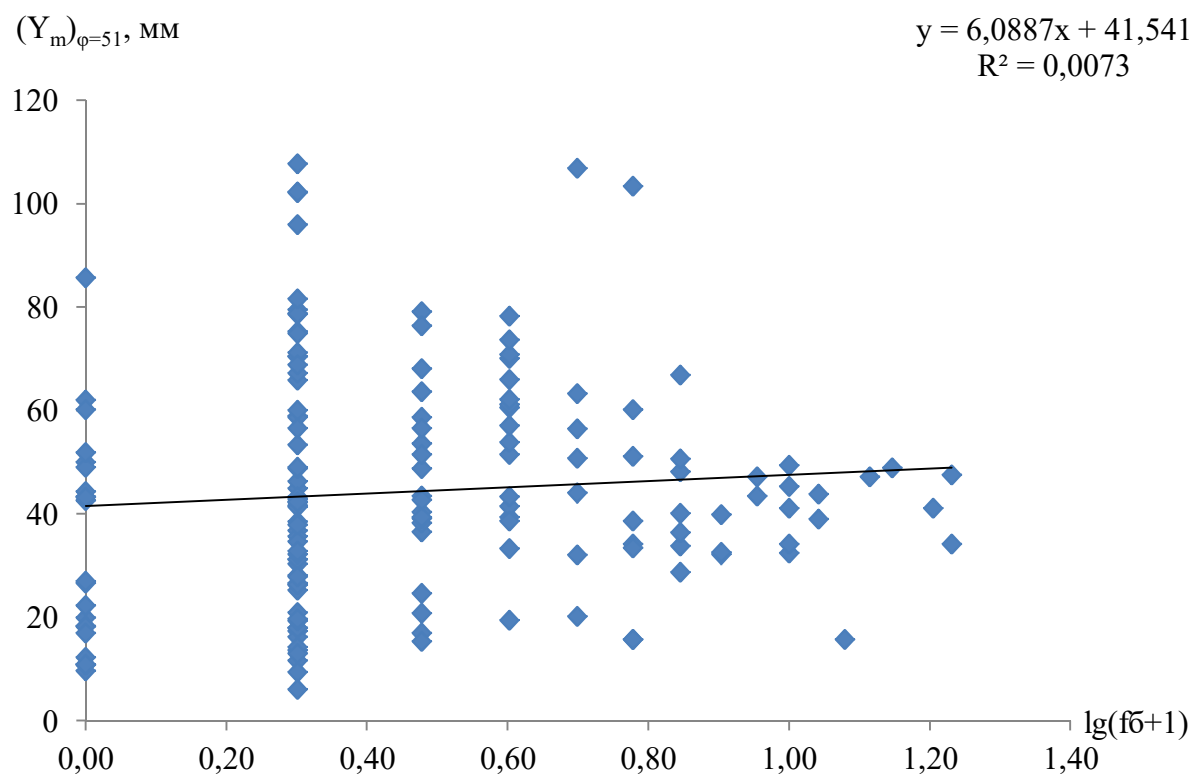


Рисунок 4.3 – Залежність приведених шарів стоку до широти 51^0 півн.ш. від залісеності (а) та заболоченості (б) водозборів в басейні Дніпра (Україна)

З (4.19) очевидно, що при 100 %-вій залісеності в басейні Дніпра, буде мати місце збільшення шарів стоку весняного водопілля приблизно в 2,5 рази, у порівнянні з незалісеними водозборами. Розрахувавши за (4.19) коефіцієнти залісеності k_L , можна виключити його вплив на Y_m , якщо $(Y_m)_{\varphi=51^\circ}$ поділити на k_L , тобто

$$(Y_m)_{\varphi=51^\circ, f_L=0} = (Y_m)_{\varphi=51^\circ} / k_L. \quad (4.20)$$

Використовуючи дані $(Y_m)_{\varphi=51^\circ, f_L=0}$, побудована залежність їх від заболоченості водозборів f_{δ} (рис. 4.4).

Як видно з рис. 4.4, із збільшенням заболоченості шар стоку весняного водопілля, загалом, має виражену тенденцію до зменшення. Отримана залежність дозволяє обґрунтувати коефіцієнт впливу на Y_m заболоченості k_{δ} , причому

$$k_{\delta} = 1 + 0,36 \lg(f_{\delta} + 1). \quad (4.21)$$

Очевидно, що в басейні Дніпра при 100 % заболоченості водозборів буде спостерігатися зменшення шарів стоку весняного водопілля майже на 74 %.

Використовуючи (4.19) і (4.21), можна виключити з вихідних величин Y_m вплив заболоченості і залісеності та перевірити як змінився розподіл величин від широтного положення водозборів (рис. 4.5).

Оскільки зв'язок погіршився, а вплив факторів підстильної поверхні (залісеності та заболоченості) компенсують один одного, тому просторовому узагальненню підлягають шари стоку весняного водопілля Y_m , шляхом побудови відповідних карт (рис. 4.6).

Як видно з рис. 4.6, діапазон зміни Y_m по території досить великий – від 100 мм в верхів'ях басейну р. Десна до 10 мм - в басейні Самари та Росави. Ізолінії проведені з кроком 10 мм. Аналіз карти показує, що якоїсь загальної закономірності в зміні величини Y_m по території немає, проте можна виявити деякі особливості або закономірності в межах окремих районів чи басейнів.

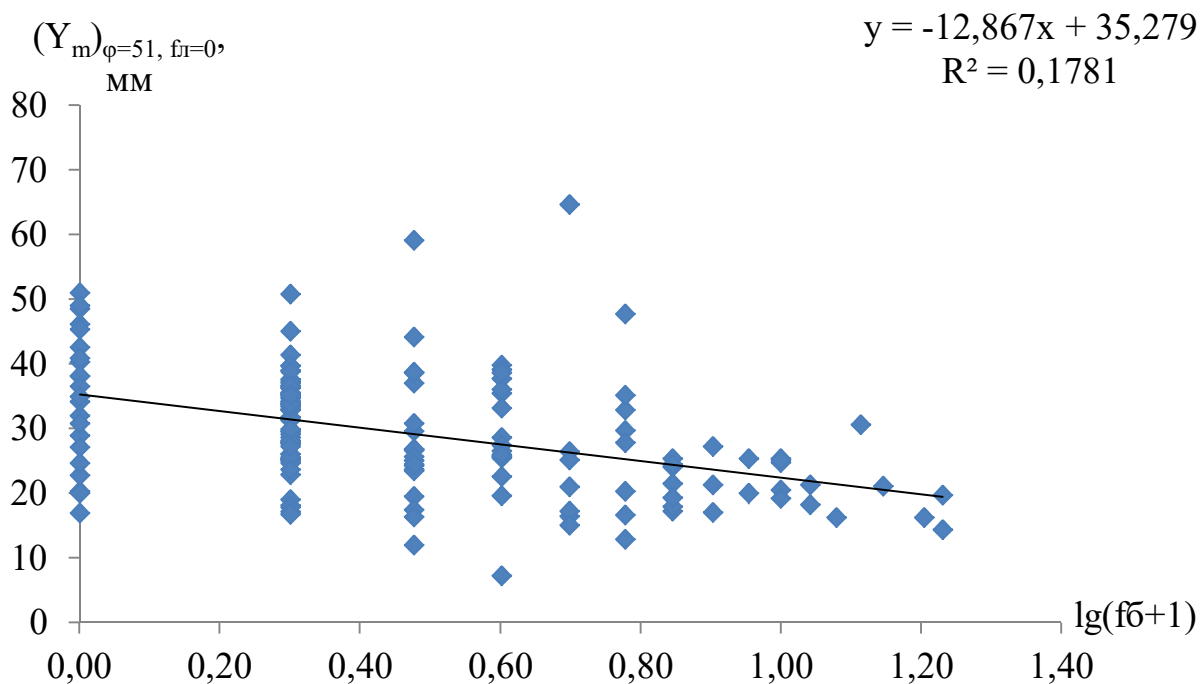


Рисунок 4.4 – Залежність приведених значень шарів стоку весняного водопілля $(Y_m)_{\varphi=51^\circ, f_l=0}$ від заболоченості водозборів в басейні р. Дніпро (Україна)

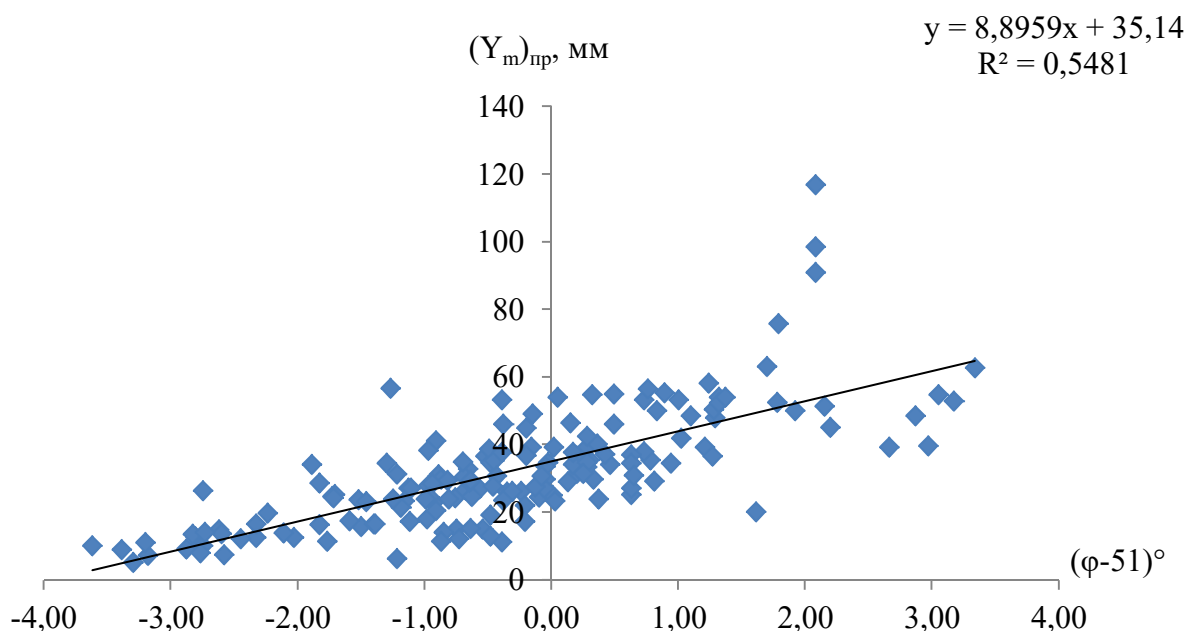


Рисунок 4.5 – Залежність приведених (до $f_b = 0$ і $f_l = 0$) шарів стоку весняного водопілля від широти центрів тяжіння в басейні Дніпра (Україна)

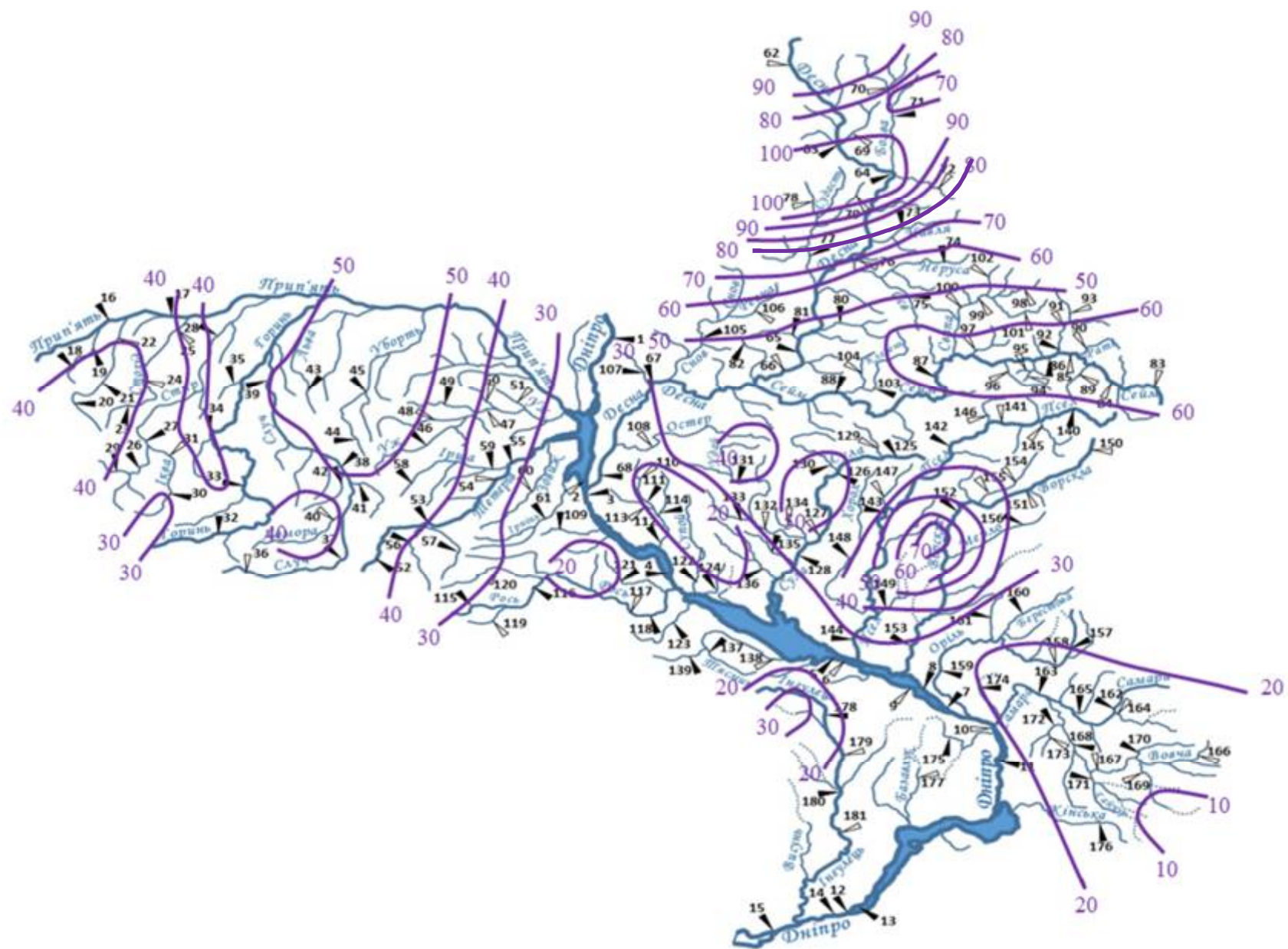


Рисунок 4.6 - Карта ізолій шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра (Україна), мм

В басейні р. Прип'ять шари стоку весняного водопілля змінюються від 30 мм до 60 мм, в басейні Десни - від 100 мм у верхів'ях до 40 мм - на її притоках в нижній течії. У суббасейні Середнього Дніпра - від 10 мм до 60 мм, а у суббасейні Нижнього Дніпра - відповідно шар стоку весняного водопілля не перевищує 10-30 мм. Похибка карти складає $\pm 8,6 \%$.

4.1.3 Узагальнення максимальних снігозапасів та опадів під час весняного водопілля в межах басейну Дніпра

Вплив різних типів підстильної поверхні на величину максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля в басейні Дніпра. Коли розглядається питання впливу підстильної поверхні на величину й розподіл снігового покриву, перш за все, мається на увазі вплив лісу. Протягом багатьох років на підставі багаторічного досвіду спостережень і наступних потім вимірювань висоти снігового покриву, вважалося загальновизнаним, що в лісах накопичується снігу більше, ніж на відкритій місцевості, так як сніговий покрив в лісостанах буває зазвичай більш глибоким.

Питанням про співвідношення снігу на відкритих частинах басейну і в лісі займалися в свій час Г.Р. Ейтінген (1938), Г.Д. Ріхтер (1945), А.Д. Дубах (1951), В.Д. Комаров (1959), П.П. Кузьмін (1960), В.В. Салазанов (1964), А.Б. Крижановська (1965), Л.Т. Пашова (1965), А.І. Суботін (1966), В.В. Рахманов (1971), Л.К. Вершиніна (1972), О.І. Крестовський (1985), Є.Д. Гопченко (2001, 2005), Ж.Р. Шакірзанова (2005), В.А. Овчарук (2002, 2017, 2018) та ін. Авторами даного дослідження розглядалося це питання на прикладі басейнів Сіверського Дінця [2], Прип'яті [3], Десни [25] та Дністра [15], а також при аналізі умов формування катастрофічних водопіль на території України в цілому [26].

Значення коефіцієнтів снігонакопичення k_d для окремих частин басейну Дніпра, за даними різних авторів, коливаються в межах від 1,39 (Верхній Дніпро В.В. Салазанов (1964)) до 1,10 (басейн Десни, В.А. Овчарук, С.В. Іващенко (2017)).

Тем не менш, проаналізувавши отримані залежності по окремих басейнах, надалі пропонується використовувати осереднене значення коефіцієнта k_L , яке отримане в [19] з використанням даних більш ніж 500 снігозйомок (по залежності з коефіцієнтом кореляції $r = 0,81$) для всієї рівнинної території України в цілому (рис. 4.7).

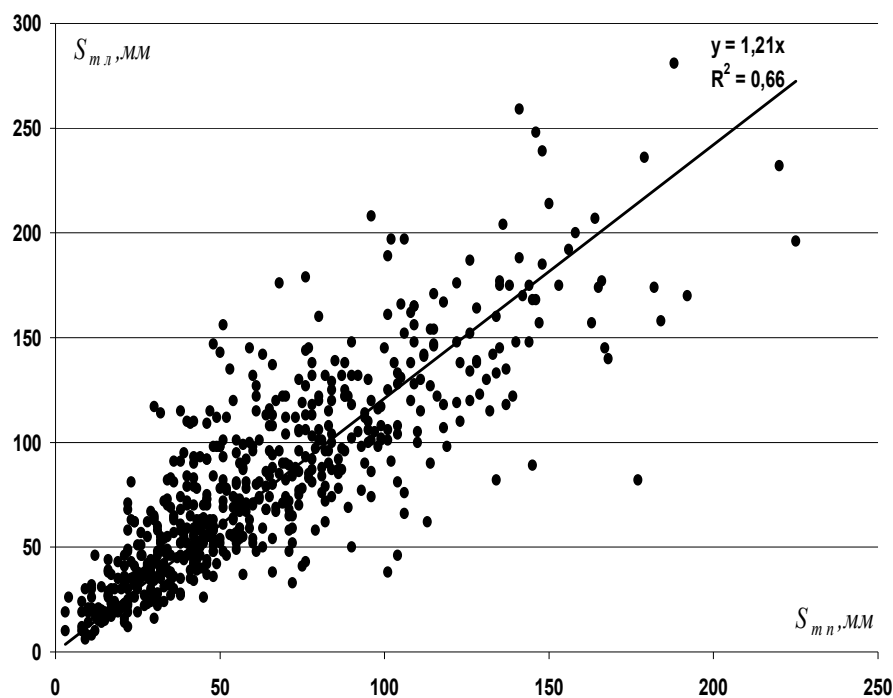


Рисунок 4.7 - Порівняння максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля у лісі (вісь ординат) і в полі (вісь абсцис) на території басейнів рівнинних річок України [19].

В цьому випадку співвідношення між максимальними снігозапасами в полі (S_{m_n}) і в лісі (S_{m_l}) можна представити рівнянням прямої, що виходить з початку координат, причому

$$S_{m_l} = 1,21 \cdot S_{m_n} . \quad (4.22)$$

Таким чином, при розрахунках максимального стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра снігозапаси повинні визначатися як середньозважене значення, тобто

$$S_{m_{сер.зв}} = S_{m_n} (1 + 0,21f_l), \quad (4.23)$$

де f_l - відносна залісеність (в частках від одиниці).

Окрім залісеності інші фактори можуть також оказати суттєвий вплив на величини максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля. Відомо, що під впливом вітру з вододільних просторів, навітряних схилів пагорбів і прибалкових плато сніг здувається в яри, балки, лощини і руслову мережу водотоків. Особливо велике значення снігу, накопиченого в яружно-балочній мережі у малосніжні зими, коли за рахунок цього снігонакопичення майже повністю формується весняне водопілля.

Вплив інших типів підстильної поверхні на величину максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля на прикладі басейну Сіверського Дінця та Дністра досліджено у роботах Є.Д. Гопченко з В.А Овчарук та Трасковою А.В. [15], [27], [29].

Так, на матеріалах Нижньодівської ВБС, проведена оцінка ступеня однорідності снігозапасов на даних по 7 водозборах з різними типами підстильної поверхні на басейні за спільний період спостережень. За результатами розрахунків неоднорідними виявилися ряди снігозапасів на різних типах підстильної поверхні. Зокрема, водозбори 3, 4 і 6 мали 42 %, 16 % і 44 % залісеності, відповідно, в той час як водозбір 7 - незалісений. З іншого боку, в переважній більшості випадків снігозапаси на водозборі 2 (лог Борсук) більше, ніж на водозборі 7 (лог Малютка), при тому що обое вони не залісені. Оскільки тип підстильної поверхні у цих водозборів однаковий, то зроблено припущення, що ця відмінність пов'язана з іншим фактором - середньою висотою водозбору, що і підтвердили подальші розрахунки авторів.

За даними Молдавської воднобалансової станції, по результатах снігозйомок побудовані залежності для різних типів підстильної поверхні - лог, сади, рілля та озима пшениця. В результаті виявилось, що у логах на 2,0 % більше снігозапасів, ніж у лісі. Різниця між снігозапасами на відкритій місцевості (рілля та озима пшениця) і на дні логу становить 11 % і 12 %, відповідно. Якщо

порівнювати величин снігозапасів на поверхні ріллі та у саду, то у саду вони на 27 % більші, ніж на ріллі [15], [27].

Отже різниця існує, і в окремих випадках суттєва. Але врахування цих відмінностей обмежено відсутністю вихідної інформації про типи підстильної поверхні в довідковій літературі. Проте, у подальшому така інформація може бути отримана з використанням супутникових даних.

Просторове узагальнення максимальних снігозапасів. За даними середньобогаторічних величин максимальних запасів води у сніговому покриві [28], [30] на початок весняного водопілля побудована карта (рис. 4.8), яка дає уявлення про просторовий розподіл снігозапасів на поверхні водозборів. На рис. 4.9 приведена карта коефіцієнтів варіації максимальних снігозапасів в басейні Дніпра.

Для досліджуваної території (басейн р. Дніпро) максимальні снігозапаси закономірно зменшуються з 90 мм на північному сході до 30 мм – на північний захід та південь України.

Розподіл максимальних снігозапасів: в суббасейні річки Прип'ять значення максимальних запасів води у сніговому покриві змінюються в діапазоні від 50 мм до 30 мм; для суббасейну річки Десна величини коливаються від 90 мм до 60 мм; в межах суббасейну Середнього Дніпра значення коливаються від 70 мм до 40 мм; а для суббасейну Нижнього Дніпра - від 40 мм до 30 мм.

Як видно з рис. 4.9, коефіцієнт варіації $(C_v)_{S_m}$ в басейні Дніпра змінюється від 0,40 в верхів'ї приток Десни до 1,00 (суббасейн Нижнього Дніпра), а саме суббасейн Прип'яті: 0,65-0,80; суббасейн Десни: 0,40-0,80; суббасейн Середнього Дніпра: 0,70-0,85 та Нижнього Дніпра – 0,85-1,00. Ізолінії проведені через 0,05.

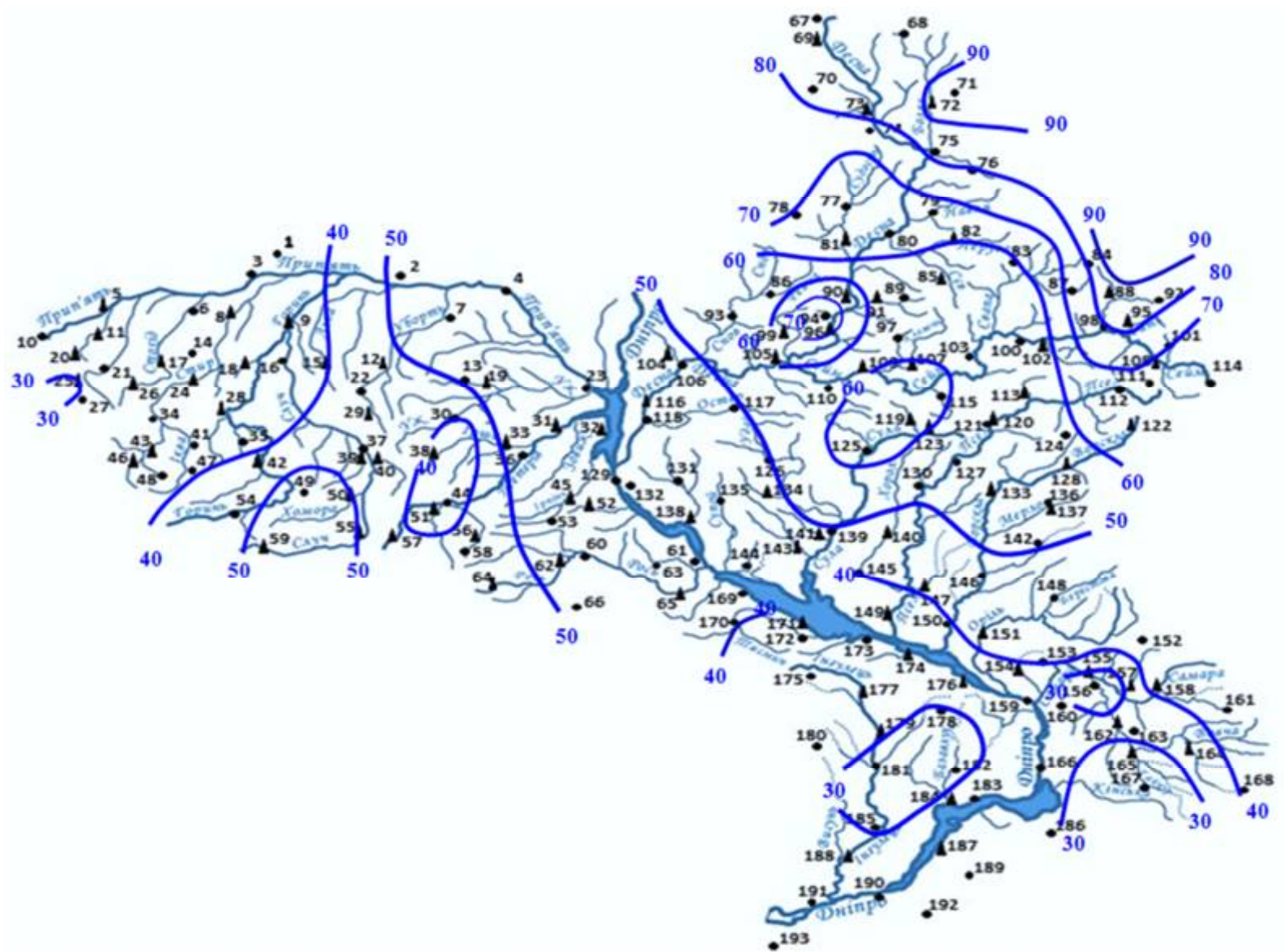


Рисунок 4.8 – Розподіл середніх багаторічних максимальних снігозапасів в басейні р. Дніпро, мм

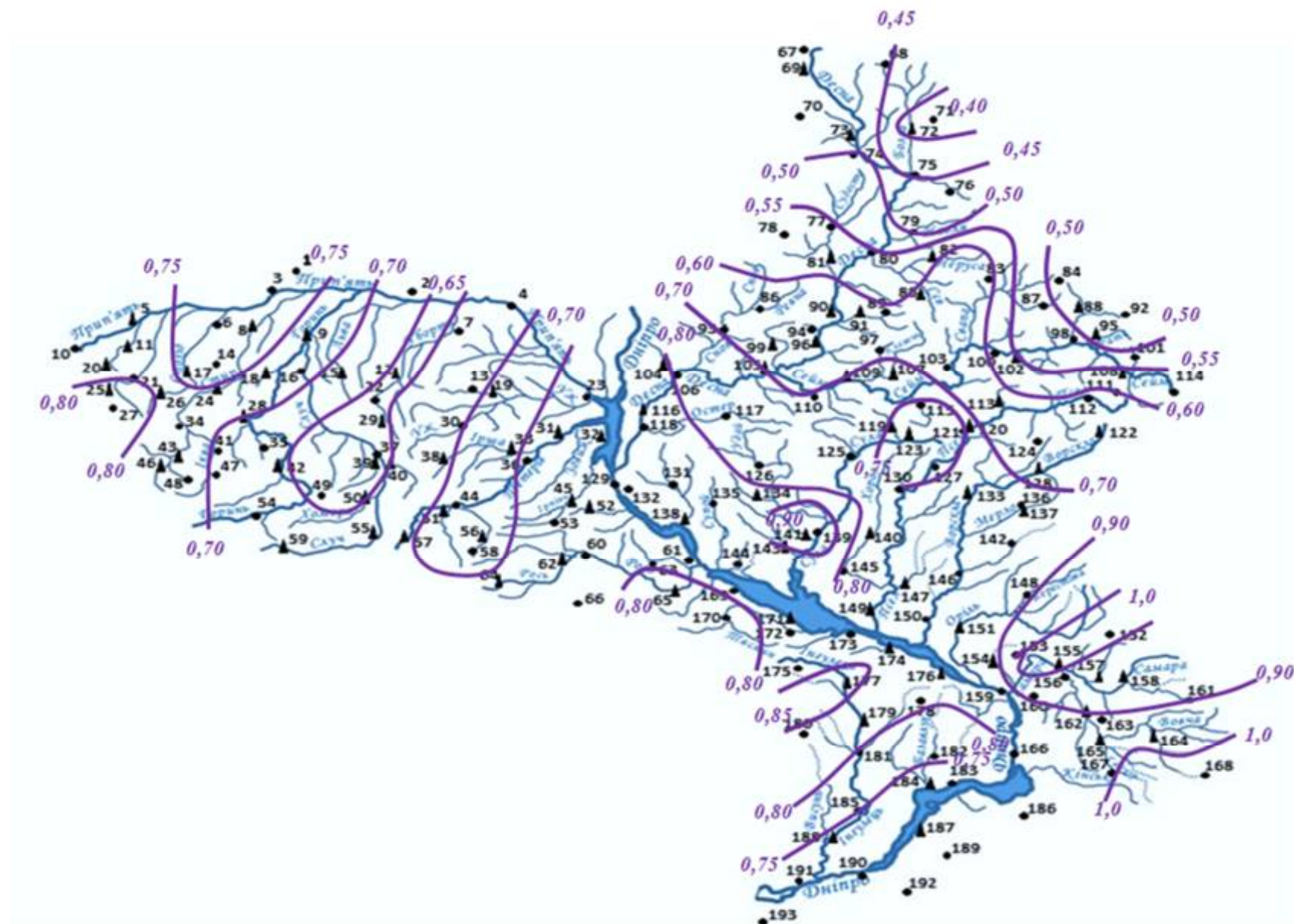


Рисунок 4.9 – Розподіл коефіцієнтів варіації максимальних снігозапасів в басейні р. Дніпро

4.1.3.1 Визначення складових сумарного надходження води на водозбір в період весняного водопілля

Снігозапаси в період весняного водопілля складають тільки частину загального надходження води на водозбір. Як вже було показано в попередніх дослідженнях [3], [15], [19], [31] з балансової точки зору, необхідно врахувати не тільки S_m , але й додаткові опади, які випадають від дати S_m і до закінчення водопілля, тобто

$$P_S = S_m + \sum x, \quad (4.24)$$

де P_S – величина сумарного надходження води на водозбір.

Взагалі, при розрахунках максимального стоку немає особливої необхідності в розподіленні талих і дощових вод, оскільки, опади що випали в період танення снігового покриву, значно не відрізняється від умов стоку талих вод. А ті, що надходять на спаді водопілля, можуть бути враховані інтегрально через розрахунковий коефіцієнт стоку η .

За даними Т.Т. Макарової [32], на великих річках басейну Дніпра опади 20 мм-30 мм за декаду не призводять до підняття рівня, навіть якщо вони тривали безперервно на протязі 2-3 місяців. На відсутність підвищеного стоку, коли в попередні 5-7 днів не було дощів, звертає увагу також Є.С. Змійова.

За даними В.В. Салазанова [33], норма опадів за час танення снігового покриву в басейні Верхнього Дніпра коливається від 21 мм до 27 мм, до того ж більші їх величини відносяться до водозборів, розташованих у північно-східній, нагірній, частині території. За кінець сніготанення приймалися дати звільнення полів від снігу на 70%. Ним же побудована карта норми запасів води у сніговому покриві до початку танення, складена з нормою опадів за час сніготанення, яка взагалі повторює карту $\bar{S}_m$. Діапазон змін $(\bar{S}_m + \bar{X})$ знаходиться в інтервалі 188-89 мм.

Таким чином, в розрахунковій схемі виникає необхідність визначення

кількості опадів за час водопілля. Як показують дослідження авторів по різних регіонах України [3], [15], [31], [34], [35] така задача може бути вирішена шляхом побудови залежностей виду $\sum \bar{X} = f(\bar{T}_n)$ з урахуванням тривалості водопілля T_n . Зокрема, в дослідженні [19] за даними, розташованих на рівнинній території України метеостанцій, такі залежності були отримані та проаналізовані. На їх основі визначений коефіцієнт $k_T = \sum \bar{X} / f(\bar{T}_n)$, який узагальнений по території в залежності від широтного положення метеостанцій, по яких використовувались дані по опадах (рис. 4.10).

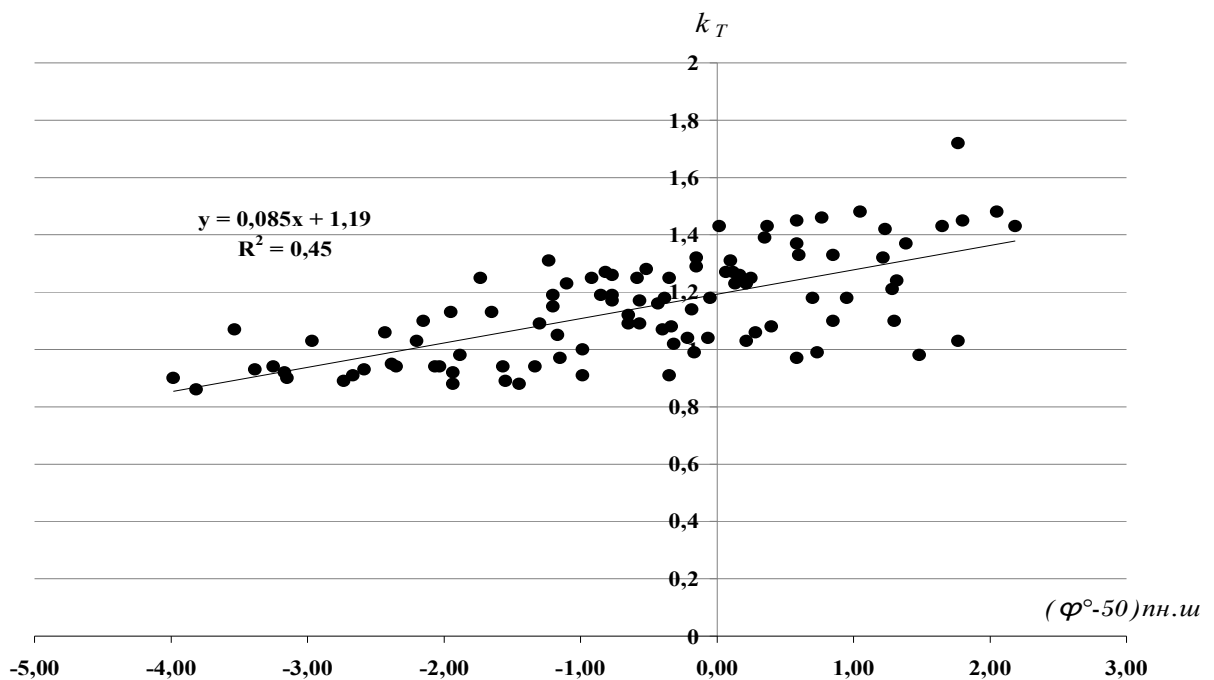


Рисунок 4.10 - Залежність відношення $\sum \bar{X} / \bar{T}_n$ від широти геометричних центрів водозборів рівнинних річок України [19]

Порівняльні розрахунки показали, що для басейну Дніпра може бути використана саме ця залежність, коефіцієнт нарощування опадів під час весняного водопілля буде описуватись рівнянням виду

$$k_T = 1,19 + 0,085(\varphi^o - 50), \quad (4.25)$$

де φ - широта геометричних центрів водозборів.

Як було відмічено вище, кількість опадів, що випали на водозбір можна врахувати через їх розмір. В свою чергу безпосередньою характеристикою розміру водозбору може слугувати тривалість водопілля в його межах T_n . Такий підхід передбачає, що опади за час водопілля в одних і тих же географічних умовах можуть будуть різними навіть на сусідніх, але різних за розмірами водозборах.

Спираючись на середнє багаторічне значення тривалості водопілля в басейні Дніпра $\bar{T}_n$, для річок розглядуваної території побудована залежність $\bar{T}_n = f[Lg(F + 1)]$, яка представлена на рис. 4.11.

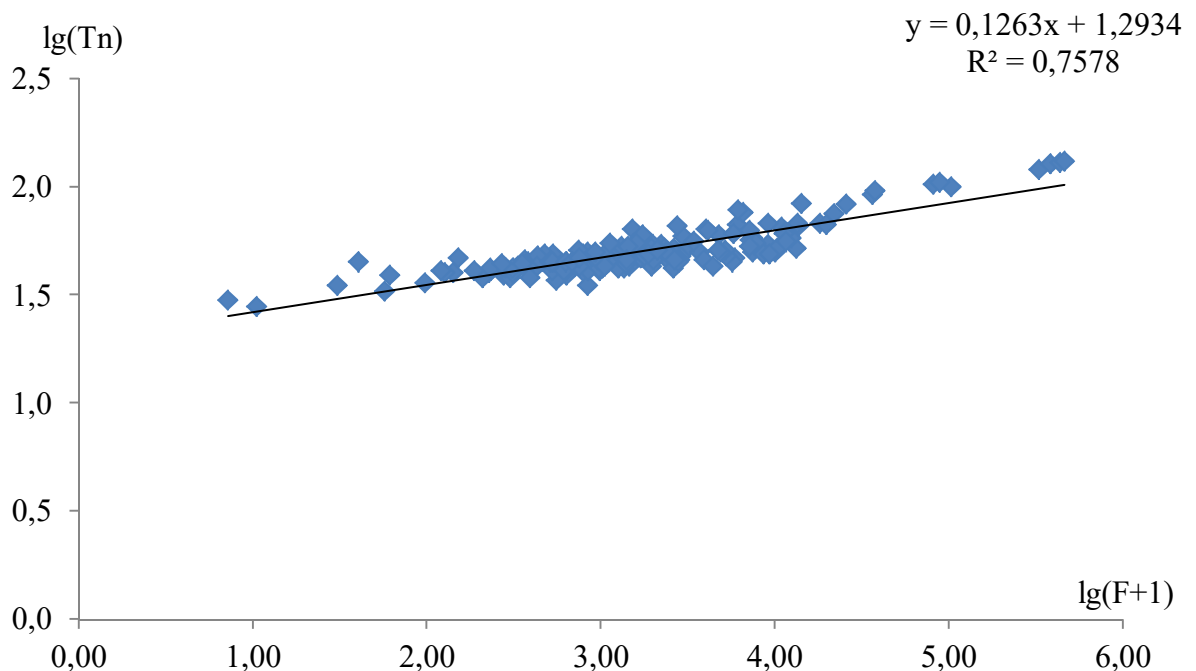


Рисунок 4.11 - Залежність тривалості весняного водопілля від площі водозборів в басейні Дніпра (Україна)

Якщо порівнювати отриману залежність з аналогічними для інших басейнів та для рівнинної території України в цілому, то можна відмітити, що такі залежності характеризуються сталим збільшенням $\bar{T}_n$ із зростанням площі водозборів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Значення параметрів рівняння $\bar{T}_n = f[\log(F + 1)]$ для різних водозборів України

Район дослідження (басейни)	Вид рівняння	Автор досліджень, джерело відомостей
р. Прип'ять	$T_n = 19,36(F + 1)^{0,13}$, діб	Є.Д. Гопченко, В.А. Овчарук, Ж.Р.Шакірзанова [3]
р. Десна	$T_n = 23,44(F + 1)^{0,10}$, діб	В.А. Овчарук, С.В. Іващенко [25]
р. Дністер	$T_n = 18,20(F + 1)^{0,13}$, діб	В.А. Овчарук , Є.Д. Гопченко, А.В.Траскова [15]
Річки Причорноморської низовини	$T_n = 7,08(F + 1)^{0,18}$, діб	Є.Д. Гопченко, М.Є.Романчук[31]
р. Сіверський Донець	$T_n = 7,50(F + 1)^{0,20}$, діб	Є.Д. Гопченко, В.А. Овчарук [2]
Рівнинні річки України	$T_n = 18,60(F + 1)^{0,12}$, діб	В.А. Овчарук [19]
р. Дніпро	$T_n = 19,70(F + 1)^{0,126}$, діб	За результатами даного дослідження на вихідних матеріалах до 2015р.

Аналізуючи дані цієї таблиці, можна відмітити, що величини тривалості водопілля закономірно зменшуються по мірі просування з півночі на південь, однак їх залежності від площі водозборів досить стійкі, а розрахункове рівняння для всього басейну Дніпра не суттєво відрізняється від аналогічного рівняння для рівнинних річок України. Тем не менш при подальших розрахунках рекомендується використовувати уточнене рівняння виду:

$$T_n = 19,70(F + 1)^{0,126}, \text{ діб} \quad (4.26)$$

де F – площа водозборів річок в басейні р. Дніпро, км².

Отже, враховуючи що обидві залежності досить добре виражені (з коефіцієнтами кореляції 0,67 і 0,87, відповідно), для визначення опадів в період весняного водопілля в басейні Дніпра рекомендується таке розрахункове рівняння

для $\bar{X}$:

$$\bar{X} = 19,7k_T(F+1)^{0,126}, \quad (4.27)$$

де k_T визначається за формулою (4.25).

Таким чином, з врахуванням максимальних снігозапасів та опадів під час водопілля, виникає можливість визначення сумарного надходження води на водозбір в період весняного водопілля $(S_m + X)_{1\%}$.

Порядок визначення $(S_m + X)_{1\%}$ для невивчених річок:

- величину максимальних снігозапасів знімаються з карти ізоліній (рис. 4.8) для геометричних центрів водозборів;

- кількість опадів в період весняного водопілля визначають за регіональною формулою (4.27), для якої необхідні площа водозборів та широта геометричного центру водозбору, яка входить до регіональної формули (4.25) для визначення коефіцієнтів нарощування опадів під час весняного водопілля;

- для визначення $(S_m + X)_{1\%}$ необхідно, використовуючи карту ізоліній (рис. 4.9), знайти коефіцієнт варіації максимальних снігозапасів та за допомогою таблиць нормативного документу [23, С. 129-130], знайти коефіцієнт $K_{1\%}$, та помножити суму $(S_m + X)$.

Розрахункові значення $(S_m + X)_{1\%}$ представлені в дод. Д.

4.3.1.2 Коефіцієнт стоку весняного водопілля

Коефіцієнт стоку η представляє собою відношення шарів стоку за водопілля Y_m до величин водовіддачі $(S_m + \sum X)$, тобто

$$\eta = Y_m / (S_m + \sum x). \quad (4.28)$$

Оскільки в цьому дослідженні розглядаються водопілля рідкісної ймовірності перевищення ($P=1\%$), то фактично $\eta = \eta_{1\%}$, причому в цьому випадку

$$\eta = Y_{1\%} / (S_m + \sum x)_{1\%} . \quad (4.29)$$

Обчислені коефіцієнти стоку η змінюються від 1,00 (р. Вирка - с. Сварині, $F=231 \text{ км}^2$) до 0,11 (р. Недра - смт Березань (шлюз №2, $F=789 \text{ км}^2$)). Встановлені на базі (4.29) коефіцієнти стоку приведені в дод. Д.

Спочатку було побудовано залежність η від широти геометричних центрів водозборів, яка показана на рис. 4.12, та характеризується значущим коефіцієнтом кореляції ($r = 0,56$).

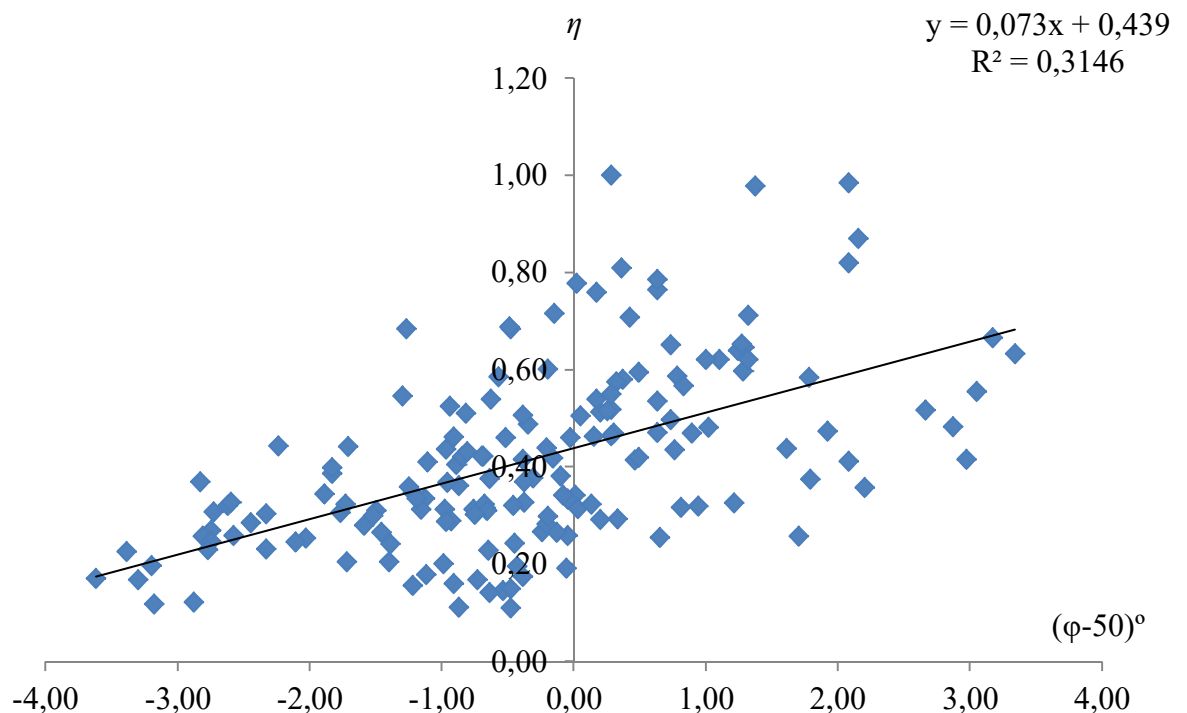


Рисунок 4.12 – Залежність коефіцієнтів стоку від широти геометричних центрів водозборів річок в басейні Дніпра

Фактор, який може вплинути на коефіцієнт стоку η , як показано в роботах [9], [36], є площа водозборів. Як видно з рис. 4.13, коефіцієнт стоку зменшується по мірі зростання площ водозборів.

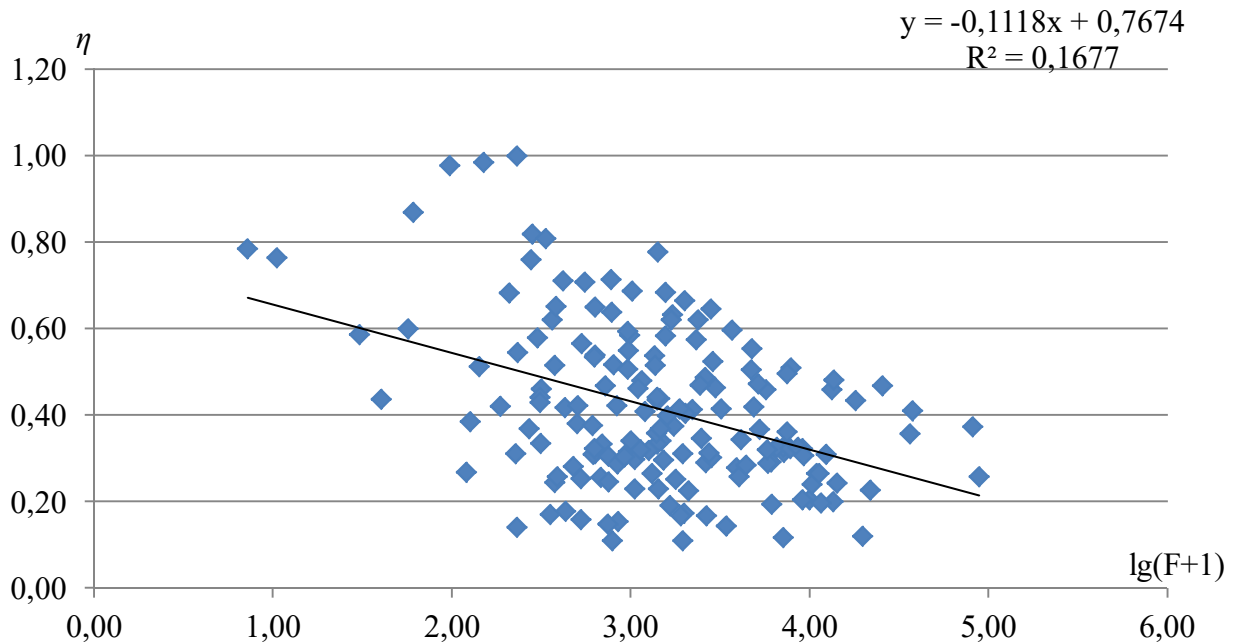


Рисунок 4.13 - Залежність коефіцієнтів стоку весняного водопілля від площі водозборів річок басейну Дніпра

Тем не менш, оскільки коефіцієнт кореляції в цьому випадку практично в 2 рази нижче чим для широти водозборів, було прийнято рішення про картування коефіцієнтів стоку в басейні Дніпра (рис. 4.14).

На рис. 4.14 ізолінії значень коефіцієнтів стоку проведені з кроком 0,1 при діапазоні коливання η від 0,15 до 1,0. Максимальні значення коефіцієнтів стоку $\eta = 1,0$ спостерігаються в басейнах рр. Десна, Сейм, Псел, Стир та Уж.

Поступово переміщуючись до суббасейну Нижнього Дніпра, коефіцієнти стоку зменшуються до 0,6-0,15. Для суббасейну Середнього Дніпра $\eta = 1,0-0,6$, для суббасейну Десни – 1,0-0,5 та для суббасейну Прип'яті коефіцієнт стоку коливається від 1,0 до 0,7.



Рисунок 4.14 – Розподіл по території коефіцієнтів стокоутворення η в період весняного водопілля в басейні Дніпра (в межах України)

4.1.4 Визначення та узагальнення коефіцієнтів часової нерівномірності та тривалості схилового припливу води зі схилів до руслової мережі в басейні Дніпра

Питання про визначення коефіцієнтів нерівномірності припливу води зі схилів в руслову мережу має як науковий, так практичний інтерес. Для визначення показника степені в рівнянні кривої припливу можна використовувати два методи:

- 1) аналітичний;
- 2) графічний.

За наявності воднобалансових станцій, враховуючи відому стійкість форми схилових гідрографів, показник степені в рівнянні кривої припливу

$$Q'_t = Q'_m [1 - (t/T_0)^n]. \quad (4.28)$$

Після його інтегрування по T_0 , дорівнює

$$n = \frac{Y_m}{q'_m T_0 - Y_m}. \quad (4.29)$$

З (4.29) можна визначити коефіцієнт нерівномірності схилового припливу $(n+1)/n$:

$$\frac{n+1}{n} = \frac{q'_m T_0}{Y_m}. \quad (4.30)$$

Крім аналітичного методу, що спирається на рівняння (4.28), можливий чисто графічний прийом визначення n . Для цього попередньо, задаючись різними значеннями n , будується сімейство редукційних кривих $q'(t)/q'_m = f(t/T_0)$, а

потім для реальних гідрографів стоку малих річок (представлених в розгортці від максимальної ординати) підбирається найбільш відповідний графік з тим або іншим фіксованим параметром n .

Однак, формалізація графіків схилового припливу за допомогою рівнянь виду (4.29), строго кажучи, може бути застосована тільки для схилових гідрографів, що мають одномодальну форму. Але графіки водовіддачі в період сніготанення, як відомо, мають багатомодальним характер, відповідний добовим хвилям сніготанення. Проте, дослідження Є.Д. Гопченка та Є.Л. Бояринцева [37] показали, що за допомогою (4.29) можливо описати і графіки схилового припливу в період весняної повені, але при обов'язковому їх згладжування на основну хвилю сніготанення. Для цього представимо гідрограф руслового стоку у редуційному вигляді

$$q_t = q_m [1 - (t/T_n)^m], \quad (4.31)$$

де q_t - модуль паводкового або повеневого стоку;

q_m - максимальний модуль стоку паводка чи водопілля;

T_n - тривалість паводка (водопілля).

Проінтегруємо (4.31) по T_n , тоді

$$Y_m = q_m \frac{m_1}{m_1 + 1} T_n. \quad (4.32)$$

Звідки

$$\frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{q_m T_n}{Y_m} = \frac{Q_m T_n}{W}, \quad (4.33)$$

де $(m_1 + 1)/m_1$ - коефіцієнт часової нерівномірності стоку весняного водопілля;

Q_m - максимальна витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$;

W - об'єм паводкового (повеневого) стоку, м^3 .

Для обґрунтування методичних підходів при визначенні коефіцієнтів нерівномірності схилового припливу $(n+1)/n$ запишемо редукційне рівняння відносно q'_t

$$q'_t = q'_m [1 - (t/T_0)^n]. \quad (4.34)$$

Виходячи з (4.34),

$$\frac{n+1}{n} = \frac{q'_m T_0}{Y_m} = \frac{Q'_m T_0}{W}, \quad (4.35)$$

де Q'_m - максимальна витрата води схилового припливу.

Доведемо, що (4.33) збігається з (4.35) за умови $F \rightarrow 0$, а при $F > 0$ має убуючий характер. З цією метою запишемо у розгорнутому вигляді T_n

$$T_n = T_0 + t_p + \Delta t_3, \quad (4.36)$$

де t_p - тривалість руслового добігання максимальної витрати води;

Δt_3 - час, необхідний для опорожнення русло-заплавної ємності у фазі спаду руслових гідрографів.

Очевидно, за умови $t_p = 0$ (що відповідає $F = 0$) матимемо і $\Delta t = 0$, а $T_n = T_0$ і $Q_m = Q'_m$. Тобто коефіцієнт $((m_1 + 1)/m_1)_{F=0} = (n+1)/n$. При збільшенні розміру водозборів унаслідок того, що Q_m убуває швидше, а ніж зростає T_n , параметр $(m_1 + 1)/m_1$ від свого максимального значення $(n+1)/n$ буде зменшуватись. Описується залежність рівнянням

$$\frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{n+1}{n} - a \lg(F+1) \quad \text{або} \quad \frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{n+1}{n} e^{-a \lg(F+1)}. \quad (4.37)$$

Коефіцієнт нерівномірності припливу води зі схилів до руслової мережі являє собою відношення максимальної втрати води Q'_m до його середньої величини за період повені чи паводку $\bar{Q}_{T_0}$, тобто

$$\frac{n+1}{n} = \frac{Q'_m}{\bar{Q}_{T_0}}. \quad (4.38)$$

Унаслідок рідкої мережі воднобалансових станцій в організаційній структурі гідрометеорологічних спостережень, методичні підходи щодо обґрунтування $(n+1)/n$ - вкрай обмежені. От чому заслуговує уваги запропонований у роботі [38]-[41] метод визначення n через елементи руслового гідрографу, зокрема, через коефіцієнт нерівномірності руслового стоку $(m_1 + 1)/m_1$, який дорівнює

$$\frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{Q'_m}{\bar{Q}_{T_n}} = \frac{Q_m T_n}{Y_m F}, \quad (4.39)$$

де Q_m - максимальна витрата води;

T_n - основа руслового гідрографу;

Y_m - максимальний шар стоку за повінь чи паводок;

F - площа водозбору.

Узагальнення $(m_1 + 1)/m_1$ по території показало, що воно інтегрально може бути відображено за допомогою площі водозбору F . З ростом F під впливом ефектів русло-заплавного регулювання і часу русловою добігання відбувається зменшення відношення Q_m/Y_m , з одної боку, і збільшення основи гідрографів T_n - з іншою. У цілому ж $Q_m T_n / Y_m F$ характеризується поступовим зменшенням його з ростом розмірів водозбірної площі.

У ряді робіт [38]-[41] рекомендується обчислювати $(m_1 + 1)/m_1$ через середні багаторічні максимальні характеристики: $\bar{Q}_m$, $\bar{T}_n$, $\bar{Y}_m$, тобто

$$\frac{m_1 + 1}{m_1} = \frac{\bar{Q}_m T_n}{Y_m F} \quad (4.40)$$

Саме ця методика визначення $(n + 1)/n$ використовується у регіональних дослідженнях максимального стоку річок України [38]-[41].

Для визначення коефіцієнтів нерівномірності річок басейну Дніпра використані багаторічні данні по 171 гідрологічних постах (дод. Е, табл. Е.1).

Аналізуючи отримані результати, слід відмітити, що розрахункові значення $(m_1 + 1)/m_1$ коливаються в достатньо великому діапазоні - від 16,7-16,37 (лог Райчик - с. Польова Лукашівка ($F = 6,20 \text{ км}^2$), лог Мерес'єв - х. Олексіївський ($F = 9,50 \text{ км}^2$)) до 1,75-1,55 (р. Дніпро – с. Неданчичі ($F = 103000 \text{ км}^2$), р. Десна-с. Літки ($F = 88500 \text{ км}^2$)). Такий розподіл значень коефіцієнтів руслової нерівномірності цілком зрозумілий оскільки з ростом площі водозборів збільшуються витрати води і тривалість водопілля. Що ж стосується шарів стоку, то вони не залежать від площі водозборів і отже можуть бути практично однаковими на малих і великих водозборах. В результаті розрахункова величина $(m_1 + 1)/m_1$ при збільшенні площі водозборів буде закономірно зменшуватись.

З метою отримання значення $(n + 1)/n$ величини $(m_1 + 1)/m_1$ узагальнені у вигляді залежності $(m_1 + 1)/m_1 = f[\lg(F + 1)]$, яка представлена на рис. 4.15.

Як добре ілюструє рис. 4.15, в цілому залежність коефіцієнтів нерівномірності руслового притоку від площі водозборів виражена зі значущим коефіцієнтом кореляції $r = 0,57$.

Таким чином, враховуючи попереднє теоретичне обґрунтування та отриману залежність зі значущим коефіцієнтом кореляції, для рівнинних річок України рекомендується в якості розрахункового значення $(n + 1)/n = 13,04$.

Визначення розрахункової тривалості схилового припливу води до руслової мережі. Як вже було відмічено вище, безпосередньо тривалість схилового припливу може бути визначена в ході одноразових експедиційних досліджень, або в результаті спеціальних спостережень на водно-балансових станціях; стаціонарні спостереження за цією характеристикою в структурі гідрометслужби більшості країн відсутні.

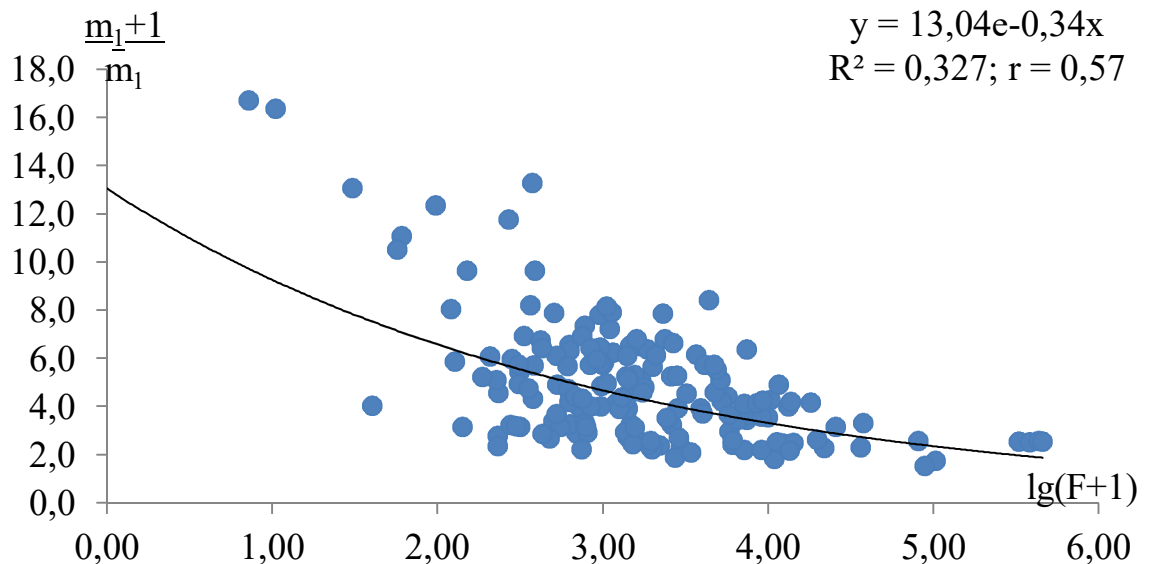


Рисунок 4.15 - Залежність коефіцієнтів часової нерівномірності руслового стоку від площі водозборів в басейні р. Дніпро

З іншого боку, тривалість припливу є важливим чинником трансформації атмосферних опадів на схилах. Вихід з цієї ситуації знайдено шляхом врахування цієї характеристики у формулах максимального стоку у тих чи інших розрахункових комплексах, тобто тривалість схилового припливу входить до них опосередковано.

Найбільш простими є варіанти, які можуть бути реалізованими в структурах геометричних моделей [15]-[19]. Базовим для них є рівняння

$$q_m = \frac{q'_m}{1 + \frac{t_p}{T_0}} k_n k_m, \quad (4.41)$$

де q_m - максимальний модуль руслового стоку;

q'_m - максимальний модуль схилового припливу;

t_p - час руслового добігання паводкових і повеневих хвиль;

T_0 - загальна тривалість схилового припливу;

k_n і k_m - редукційні коефіцієнти, пов'язані з розпластуванням паводкових і повеневих хвиль під впливом руслового добігання та русло-заплавного регулювання.

Якщо в (4.41) замість q'_m підставимо його значення $\frac{n+1}{n} \frac{Y_m}{T_0}$, то

$$q_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} \frac{Y_m}{1 + \frac{t_p}{T_0}} k_m k_n . \quad (4.42)$$

Перепишемо (4.42) відносно шуканого значення T_0 , тобто

$$T_0 = \frac{n+1}{n} \frac{Y_m}{q_m} k_m k_n - t_p . \quad (4.43)$$

До рівняння (4.43) входить два невимірюваних параметри – тривалість схилового припливу T_0 і коефіцієнт русло-заплавного зарегулювання k_n . Вирішення його можна здійснити в 2 етапи. На першому накладаються обмеження на k_n , приймаючи його рівним одиниці (верхнє межеве значення при $F=0$). Розраховані за (4.43) величини будуть, очевидно, завищеними, оскільки $k_n \leq 1,0$. Враховуючи, що коефіцієнт русло – заплавного зарегулювання k_n залежить від площі водозборів, доцільно до T_0 застосувати побудування графіка $T_0 = f[\lg(F+1)]$. На ньому проводиться лінія тренду у вигляді функції

$$T_0 = T'_0 e^{-a \lg(F+1)}, \quad (4.44)$$

де T'_0 - осереднена для регіону тривалість схилового припливу за умови, що $F=0$.

Після цього за рівнянням (4.43) розраховуються оберненим шляхом k_n :

$$k_n = (t_p + T'_0) / \left(\frac{n+1}{n} \frac{Y_m}{q_m} k_m \right). \quad (4.45)$$

Узагальнення коефіцієнтів русло-заплавного зарегулювання k_n виконується шляхом побудови залежності $k_n = f[\lg(F + 1)]$, яка описується рівнянням

$$k_n = e^{-b \lg(F + 1)}. \quad (4.46)$$

На другому етапі, використовуючи (4.44) і (4.46), встановлюються для усіх водозборів тривалості схилового припливу.

В структурі найбільш спрощеного варіанту редуційної формули, заснованої на геометричній моделі $q_m = \frac{q'_m}{(F + 1)^{n_1}}$ по вихідних даних q_m будується у логарифмічних координатах емпірична залежність $\lg q_m = f \lg(F + 1)$. Тангенс кута нахилу лінії зв'язку є показник степені n_1 . Тепер є можливість на основі $q_m = \frac{q'_m}{(F + 1)^{n_1}}$ для кожного водозбору визначити q'_m .

$$q'_m = q_m (F + 1)^{n_1}. \quad (4.47)$$

Застосовуючи до (4.41) отримані за (4.47) модулі схилового припливу q'_m , встановлюються індивідуальні значення T_0 :

$$T_0 = \frac{n + 1}{n} \frac{Y_m}{q'_m}. \quad (4.48)$$

Обчислені за (4.48) тривалості припливу схилових вод T_0 у подальшому підлягають просторовому узагальненню.

Якщо ж розглядати редуційний варіант формули максимального стоку у вигляді $q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F + 1)^{n_1}}$, то спочатку перепишемо її таким чином:

$$\frac{q_m}{Y_m} = \frac{k_0}{(F+1)^{n_1}}. \quad (4.49)$$

Після логарифмування (4.49) і побудування залежності $\lg(q_m/Y_m) = f \lg(F+1)$ графічним шляхом визначається показник степені n_1 . Індивідуальні значення k_0 розраховуються у структурі (4.49):

$$k_0 = \frac{q_m}{Y_m} (F+1)^{n_1}. \quad (4.50)$$

З іншого боку, за дослідженнями Є.Д. Гопченка з учнями [42], [43], k_0 представляє собою коефіцієнт схилової зарегульованості водопілля

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}, \quad (4.51)$$

де $(n+1)/n$ – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу.

Отже з використанням (4.51) для кожного водозбору встановлюються пошукові величини T_0 :

$$T_0 = \frac{n+1}{n} / k_0. \quad (4.52)$$

Після такої процедури усі значення T_0 підлягають просторовому узагальненню. З іншого боку, і це дуже важливо, при застосуванні, наприклад, формули (4.49) досить просто вирішується проблема обґрунтування коефіцієнтів русло-заплавного зарегулювання k_n , оскільки все обмежується простим алгебраїчним прийомом. Просторове узагальнення k_n відбувається за схемою (4.46).

Більш складною виявляється обчислювальна процедура встановлення тривалості схилового припливу у структурі формул, заснованих на теорії

руслових ізохрон, а відносно T_0 можна записати рівняння:

$$- \text{ при } \left(\frac{t_p}{T_0} \right) < 1,0$$

$$T_0 = \left(\frac{Y_m \varepsilon_F}{n q_m} \right)^{\frac{1}{n+1}} \left[(n+1) T_0^n - \frac{m+1}{n+m+1} t_p^n \right]^{\frac{1}{n+1}} ; \quad (4.53)$$

$$- \text{ при } \left(\frac{t_p}{T_0} \right) \geq 1,0$$

$$T_0 = \left[\left(\frac{m+n+1}{n+1} - \frac{q_m}{Y_m \varepsilon_F} \right) \frac{m+n+1}{(n+1)} t_p^m \right]^{\frac{1}{m}}. \quad (4.54)$$

Визначення T_0 в структурах (4.53) і (4.54) ускладнюється тим, що в кожній з них, крім T_0 , невідомим залишається ще й коефіцієнт русло – заплавного зарегулювання ε_F . У свою чергу наявні рівняння не утворюють системи. Як і у випадку вирішення аналогічної задачі при використанні рівняння (4.41), потребується кожне з рівнянь розглядати в два етапи (з накладанням обмежень на параметр ε_F), приймаючи на першому етапі $\varepsilon_F = 1,0$. Слід також зауважити, що за таких умов на першому етапі алгебраїчним шляхом буде вирішуватись лише рівняння (4.54). Щодо рівняння (4.53), а саме з нього розпочинається процедура визначення T_0 , то воно трансцендентного типу і для свого вирішення потребує залучення обчислювальних методів. Досить ефективним в цьому випадку є застосування методу простої однокрокової ітерації. З цією метою завдається завідомо більше, ніж t_p , початкове наближення, яке використовується для здійснення пошуку кореня T_0 у рівнянні (4.53). На кожному кроці відбувається порівняння обчислень T_0 з тривалістю руслового добігання t_p . Якщо на якомусь кроці $t_p > T_0$, а задана точність не досягається, то пошук тривалості T_0 буде відбуватися у структурі рівняння (4.54), але вже алгебраїчним шляхом.

Після вирішення задачі встановлення T_0 на першому етапі подальшим є побудування залежності T_0 від розміру водозборів. За її допомогою визначається середня для регіону величина $T_0 = T_0'$, як відрізок на осі ординат залежності $T_0 = f \lg(F + 1)$ при $F=0$.

Узагальнення коефіцієнтів русло-заплавного зарегулювання ε_F , особисто як і k_n , виконується графічним шляхом при використанні функції вигляду (4.46). Тепер, за наявності залежності $\varepsilon_F = f(F)$, на другому етапі здійснюється остаточне вирішення рівнянь (4.53) і (4.54) відносно T_0 . Необхідно зауважити, що на залежностях ε_F від $\lg(F + 1)$ згладжуюча лінія проводиться таким чином, щоб вона виходила зі свого верхнього граничного значення $\varepsilon_F = 1,0$ при $F \rightarrow 0$. У подальшому при збільшенні F параметр ε_F має убутний характер.

Закінчується обчислювальна комп'ютерна процедура фінальними значеннями T_0 , які підлягають дослідженню на їх залежність від місцевих чинників (залісеності, заболоченості, закарстованості водозборів) на їх висотного положення [44].

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ запропонована обчислювальна програма «Сагуар», за допомогою якої автоматизовано процедуру пошуку T_0 в структурі рівнянь (4.53) або (4.54).

За цією процедурою у дисертаційному дослідженні В.А. Овчарук [19] визначені величини тривалості схилового припливу підчас весняного водопілля на річках рівнинної України. Результати дослідження факторної обумовленості отриманих величин представлені у вигляді картосхеми районів (рис. 4.16) в межах яких має місце однаковий вплив інтразональних факторів – залісеності та заболоченості, а також географічної широти місцевості. Розрахункові коефіцієнти для врахування впливу цих факторів представлені у табл. 4.2.

Відповідно схеми районування території рівнинної України за ступенем впливу інтразональних факторів на тривалість схилового припливу (рис. 4.16) басейн Дніпра відноситься до I та II районів.

Таблиця 4.2 - Розрахункові коефіцієнти для визначення впливу заболоченості, залісеності та географічного положення водозборів на тривалість схилового припливу весняного водопілля на рівнинних річках України

№ району	a_{φ}	$a_{k_{\delta}}$	a_{k_L}
I	24,57	1,78	0,78
II	-8,59	0,92	0,47
III	-76,3	—	0,48
IV	—	0,54	—
V	—	-0,38	—
VI	—	—	—

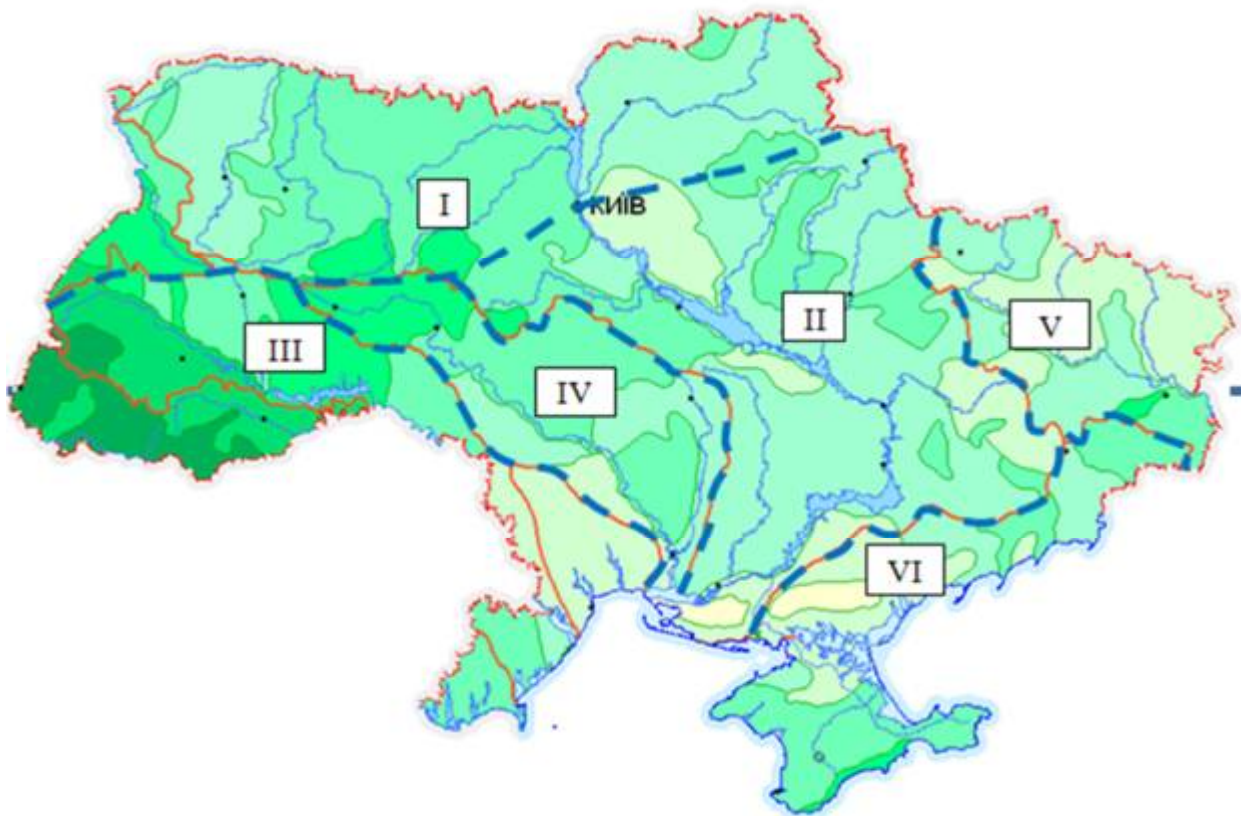


Рисунок 4.16 – Схема районування території рівнинної України за ступенем впливу інтразональних факторів на тривалість схилового припливу [19]

Отже до розрахункових величин тривалості схилового припливу необхідно внести відповідні поправки:

- вплив заболоченості

$$k_{\bar{o}} = 1 + a_{k_{\bar{o}}} \lg(f_{\bar{o}} + 1), \quad (4.55)$$

де $a_{k_{\bar{o}}}$ для I району дорівнює 1,78, а для II - 0,92;

- вплив залісеності

$$k_{\bar{l}} = 1 + a_{k_{\bar{l}}} \lg(f_{\bar{l}} + 1), \quad (4.56)$$

де $a_{k_{\bar{l}}} = 0,78$ (I район) та 0,47 (II район).

З урахуванням отриманих коефіцієнтів розраховується шукана величина T_0 за формулою вигляду:

$$T_0 = (T_0)_{f_{\bar{l}}=0, f_{\bar{o}}=0} \cdot k_{\bar{l}} \cdot k_{\bar{o}}. \quad (4.57)$$

Що стосується самої величини $(T_0)_{f_{\bar{l}}=0, f_{\bar{o}}=0}$, то її значення T_0 узагальнені по території шляхом їх картування. На рис. 4.17 наведена карта ізоліній приведених значень тривалості схилового припливу при нульовій залісеності та заболоченості. Результати розрахунку наведені у дод. Е (табл. Е.2).

В середньому на досліджуваній території значення тривалості схилового припливу, при виключенні впливу лісів і боліт, змінюються в досить великому діапазоні - від 20 годин до 240 годин. Проаналізувавши карту (рис. 4.17) слід відмітити, що якоїсь загальної закономірності в зміні величини T_0 по території немає.

В суббасейні Прип'ять тривалість схилового припливу змінюються в діапазоні від 40 годин до 120 годин, а для суббасейну Десни величини коливаються від 20 годин до 100 годин. В межах суббасейну Середнього Дніпра значення коливаються від 60 годин до 240 годин, а в межах суббасейну Нижнього Дніпра - від 40 годин до 120 годин. Проте на річці Ільта – с. Селичівка (в межах суббасейну Середнього Дніпра) величина T_0 досягає найбільшого значення – 240 годин, що пов'язано з наявністю карстових явищ [45].

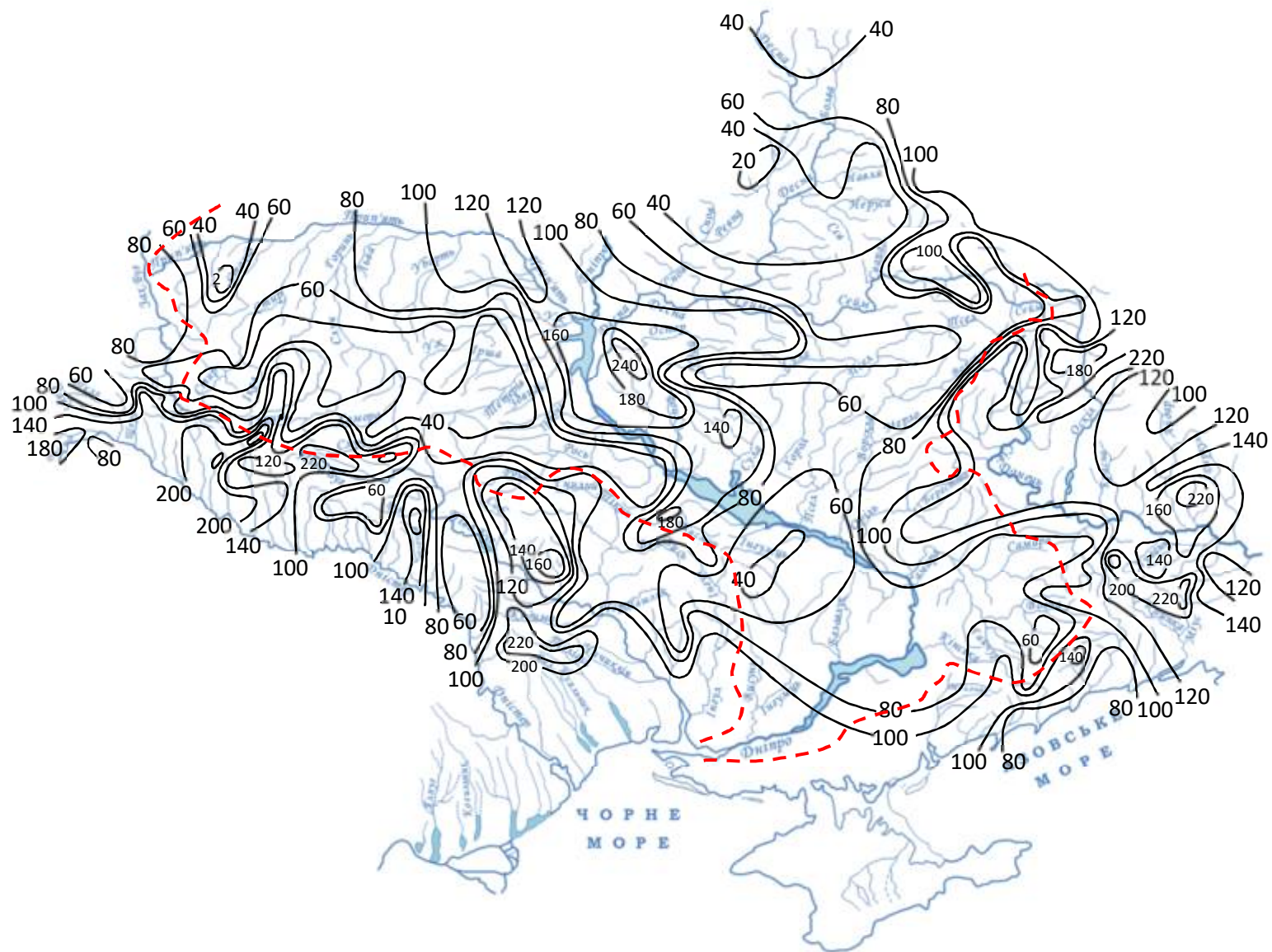


Рисунок 4.17 – Розподіл тривалості припливу води зі схилів у руслову мережу в період весняного водопілля (год.),
приведеної до $f_{\bar{O}} = 0$ і $f_{\bar{L}} = 0$ [19]

4.2 Трансформація максимальних модулів схилового припливу в період весняного водопілля в басейні Дніпра

Повертаючись до рис. 4.1, очевидно, що дослідження максимального стоку річок зводиться до вирішення питань трансформації схилового припливу русловою мережею в операторній системі «схиловий стік - русловий стік». Схиловий стік представляється у вигляді довільної функції t . Переміщення води у русловій мережі буде підпорядковуватися гідравлічним закономірностям, де відбувається трансформація схилового стоку в процесі руслового добігання паводкових або повеневих хвиль і за рахунок ефектів русло-заплавного регулювання. Схематично оператор «схиловий стік – русловий стік» наводиться на рис. 4.18.



Рисунок 4.18 - Принципова схема формування руслового стоку [46]

Трансформаційна функція $\psi(t_p/T_0)$ визначається головним чином тривалістю руслового добігання $t_p = L/V_\partial$ і припливу води зі схилів до руслової мережі T_0 . Таким чином, у розпластуванні повеневих і паводкових хвиль швидкість руслового добігання V_∂ відіграє провідну роль. Невипадково вона

входить складовим параметром у більшість формул максимального стоку, причому як у розрахункових, так і прогнозних їх варіантах. Переміщення паводкових хвиль по довжині річок має складний характер у зв'язку зі змінами від одного створу до іншого шорсткості і форми русла й того, що хвилі, виникають не миттєво, а є результатом збільшення витрат води на окремих відрізках русел.

При впадінні крупних приток рух хвиль паводків підпадає ускладненню ще й тому, що при концентрованому надходженні води виникають умови підвищеного розпластування потоку. Враховуючи складність будови річної мережі і характер бічного припливу, вирішення проблем несталого руху річкових потоків за допомогою теоретичних рівнянь практично неможливе. Отримати дані по швидкостях руслового добігання можна за наявності одночасних спостережень за режимом стоку у декількох створах по довжині річки. Але матеріалами відповідних витрат (рівнів) води слід користуватись з великою обережністю, оскільки запізнення максимуму в нижньому створі не завжди виражає собою добігання паводкової хвилі. За дослідженнями А.М. Бефані (1958), використання методу відповідних рівнів для визначення часу добігання допускається на ділянках з боковою приточністю не більше 50% транзитної витрати води.

Таким чином, у розпорядженні дослідника наявні виключно обмежені матеріали по швидкостях руслового добігання. Ось чому в гідрологічній літературі широке розповсюдження отримали емпіричні залежності, які базуються на фактичних матеріалах про швидкості течії при повенях і паводках з урахуванням основних факторів.

4.2.1 Короткий аналіз існуючих методів розрахунку швидкостей руслового добігання

В основу емпіричних формул зазвичай покладається спрощене рівняння Шезі [38]

$$V_{\partial} = \frac{1}{n_p} I^{\alpha} h_{сер}^{\beta}, \quad (4.58)$$

де n_p - коефіцієнт шорсткості, який залежить від гідравлічних елементів потоку і властивостей русла;

I - уклон русла;

$h_{сер}$ - середня глибина потоку.

Для визначення коефіцієнтів шорсткості в каналах запропоновані рекомендації М.М. Павловським, Базеном, Маннінгом й ін. Стосовно природних водотоків найбільш повною вважається шкала n_p , яке розроблена М.Ф. Срібним (1959). Необхідно зауважити, що використання одним з аргументів у формулі (4.58) глибини потоку $h_{сер}$ зустрічає значні труднощі, оскільки глибина потоку досить суттєво змінюється від плесів до перекатів, які чередуються по довжині річок.

Вперше формулу швидкості на основі сумісного розгляду рівняння (4.58) і витрати води $Q = V_{\partial} \omega$ при незмінному коефіцієнті шорсткості $n_p = 0,04$ обґрунтував М.М. Протодьяконов (1932)

$$V_{\partial} = 0,276 \cdot I^{0,38} Q^{0,25}, \quad (4.59)$$

де V_{∂} - швидкість руслового добігання, у м/с.

Досліджуючи стійкість параметрів цієї формули, А.М. Бефані (1958) дійшов висновку, що показники степені коливаються не тільки від одного водотоку до іншого, але й на різних ділянках однієї і тієї ж річки. При розгляданні динаміки швидкості V_{∂} від витрати води Q він встановив, що залежності $V_{\partial} = f(Q)$ не завжди є монотонними і однотипними для усього діапазону коливань Q . Зокрема, до виходу води на заплаву швидкість потоку вельми суттєво реагує на збільшення витрат води. При виході води з корінного русла динаміка швидкості усього живого перетину потоку може набути зовсім іншого виду, порівняно з русловими

витратами води.

Усі найбільш відомі формули швидкості руслового добігання умовно можна розділити на дві групи:

- 1) ті, що виведені для усього діапазону коливань рівнів води;
- 2) ті, що використовуються при розрахунках паводків рідкісної ймовірності перевищення.

Формули, віднесені нами до першої групи, фактично мають загальну структуру

$$V_{\partial} = a_0 \cdot I^{\alpha} Q^{\beta}, \quad (4.60)$$

а відрізняються одна від одної лише числовими значеннями параметрів a_0 , α і β . Наприклад, у формулі Г.А. Алексєєва $\alpha = 1/3$ і $\beta = 1/4$; у А.М. Бефані - $\alpha = \beta = 1/4$; у М.В. Лаликіна - $\alpha = \beta = 1/3$. Швидкісний параметр a_0 задається у вигляді таблиці для руслових і заплавних умов.

До другої групи можна віднести формули, у яких швидкість руслового добігання зв'язується лише одним фактором – уклоном річки або площею водозбору. Більш гнучкими в цьому відношенні є формули, які запропоновані М.В. Лаликіним, О.Г. Іваненком, А.М. Бефані. В них, крім уклону річки, враховується й витрата води, але рідкісної ймовірності перевищення $Q_{кр}$, тобто

$$V_{\partial} = a_0 \cdot Q_{кр}^{\beta} I^{\alpha} \quad (4.61)$$

або

$$V_{\partial} = a_0 \cdot F^{\beta_1} I^{\alpha}, \quad (4.62)$$

де $Q_{кр}$ - витрата води, при якій вода виходить на заплаву.

Щоб одержати дані по критичних витратах води $Q_{кр}$ використовують залежності $V_{\partial} = f(Q)$, на яких $V_{кр}$ і $Q_{кр}$ відповідають точкам різкого перегину.

Спрощеним варіантом, який не потребує при визначенні α і β побудови емпіричних залежностей $V_{\partial} = f(Q)$, можна вважати їх отримання на основі аналізу морфометричних характеристик русел.

За Р.А. Нежиховським (1971), поперечний переріз русла описується залежністю вигляду:

$$B = b_0 h_m^{m_0}, \quad (4.63)$$

де B - ширина річки;

h_m - максимальна глибина потоку;

b_0 і m_0 - параметри, які залежать від шорсткості русла і заплави.

Більш гнучкою стосовно параметризації форми річкових русел є залежність, що запропонована А.М. Бефані (1958)

$$h_m = A_0 \omega^{r_0}. \quad (4.64)$$

Аналізуючи спільно (4.64) і (4.60), він отримав рівняння для визначення α і β

$$\alpha = \frac{1}{2(r+1)}; \quad (4.65)$$

$$\beta = \frac{r}{r+1}, \quad (4.66)$$

де $r = r_0 \cdot Z$, причому для природних русел (чистих і зарослих травою) Z знаходяться на рівні $\frac{2}{3} - \frac{3}{4}$; для густих заростей – 1,0; для каналів і крупних водотоків – 2/3. Численні матеріали по морфометрії річок рівнинної території України і Росії (включаючи басейни річок Дніпра, Дністра, Волги, Дону, Приазов'я й ін.) засвідчили, що в цілому для них можна прийняти $\alpha = \beta = 1/3$.

За схематизацією річкових русел Р.А. Нежиховського

$$\alpha = \frac{0,75(m_0 + 1)}{1,5m_0 + 2,5}; \quad (4.67)$$

$$\beta = \frac{1}{1,5m_0 + 2,5}, \quad (4.68)$$

Параметр a_0 у формулі (4.64) він пропонує розраховувати за виразом

$$a_0 = \frac{0,063}{\left(\frac{B}{h_m}\right)^{0,25} n_p^{0,75}}. \quad (4.69)$$

Р.А. Нежиховський також показав, що в кінці кінців і $Q_{кр}$, і a_0 залежать від розміру водозборів, а тому для паводків рідкісної ймовірності перевищення доцільно скористатись більш простою структурою при розрахунках V_∂ , а саме (4.62). З урахуванням цього авторами [46] при розрахунках максимального стоку дощових паводків і водопіль на річках України пропонується користуватись формулою вигляду

$$V_\partial = a_0 F^{\beta_1} I_{36}^{0,33}, \quad (4.70)$$

де V_∂ - швидкість руслового добігання, км/год;

I_{36} - середньозважений уклон річки, ‰.

Параметри a_0 і β_1 представлені табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Параметри формули швидкості руслового добігання (4.70) [46]

Район Параметр	Лісостеп	Полісся	Степова зона	Крим	Карпати
a_0	1,51	1,37	1,19	1,14	1,44
β_1	0,17	0,12	0,14	0,13	0,16

4.2.2 Трансформація максимальних модулів схилового стоку під впливом часу руслового добігання

Отже, коли визначені основні параметри гідравлічних закономірностей переміщення води у русловій мережі через час руслового добігання, відкривається можливість розрахувати трансформацію схилового стоку в процесі руслового добігання через функцію $\psi(t_p/T_0)$, яка за своєю сутністю є редукційною і залежить від співвідношення t_p/T_0 , форми водозборів та динаміки припливу води зі схилів до руслової мережі.

Визначається трансформаційна функція $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ співвідношенням t_p/T_0 за формулами (4.71) - (4.74)

а) при $\frac{t_p}{T_0} = 0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 1,0; \quad (4.71)$$

б) при $0 < \frac{t_p}{T_0} < 1,0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 1 - \frac{m_1 + 1}{(n + 1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^n; \quad (4.72)$$

в) при $\frac{t_p}{T_0} \geq 1,0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = \frac{n}{n + 1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n + 1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p}\right)^{m_1} \right]; \quad (4.73)$$

г) при $t_p \gg T_0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 0. \quad (4.74)$$

Надалі, з урахуванням отриманого значення $n=0,09$ та прийнятого $m_1=1,0$, можна записати розрахункові рівняння в редакції:

а) при $0 < t_p / T_0 < 1,0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1 - 0,88 \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^{0,09}; \quad (4.75)$$

б) при $t_p / T_0 \geq 1,0$

$$\psi(t_p / T_0) = 0,082 \frac{T_0}{t_p} \left[2 - 0,52 \left(\frac{T_0}{t_p} \right) \right]. \quad (4.76)$$

Враховуючи рівняння (4.75) та (4.76) для річок басейну Дніпра, розраховані значення трансформаційної функції, які представлені в дод. Ж.

Величина трансформаційного ефекту схилового припливу, як вже було відмічено вище, залежить від характеру припливу води зі схилів до руслової мережі і будови гідрографічної мережі, а з іншого боку піддається редукції і тим у більшому ступені, чим більше розміри річок. З метою дослідження цих закономірностей на прикладі річок басейну Дніпра побудовані відповідні графіки, де в якості аргументу використане співвідношення t_p / T_0 (рис. 4.19) та площа водозборів (рис. 4.20). Аналізуючи отримані залежності, можна відмітити, що трансформаційна функція представляє собою функцію убутного виду, максимальне теоретичне значення якої дорівнює 1,0 при $t_p / T_0 = 0$. Водночас, як показано на рис. 4.20, має місце досить добра залежність $\psi(t_p / T_0)$ від площі водозборів, яка описується рівняннями експоненціального виду зі значущим коефіцієнтом кореляції ($r = 0,86$).

Слід також відмітити, що в [19] досліджено подібні залежності окремо по фізико-географічних зонах, та запропоновані розрахункові рівняння для випадку відсутності морфометричної інформації про водозбір (окрім його площі).

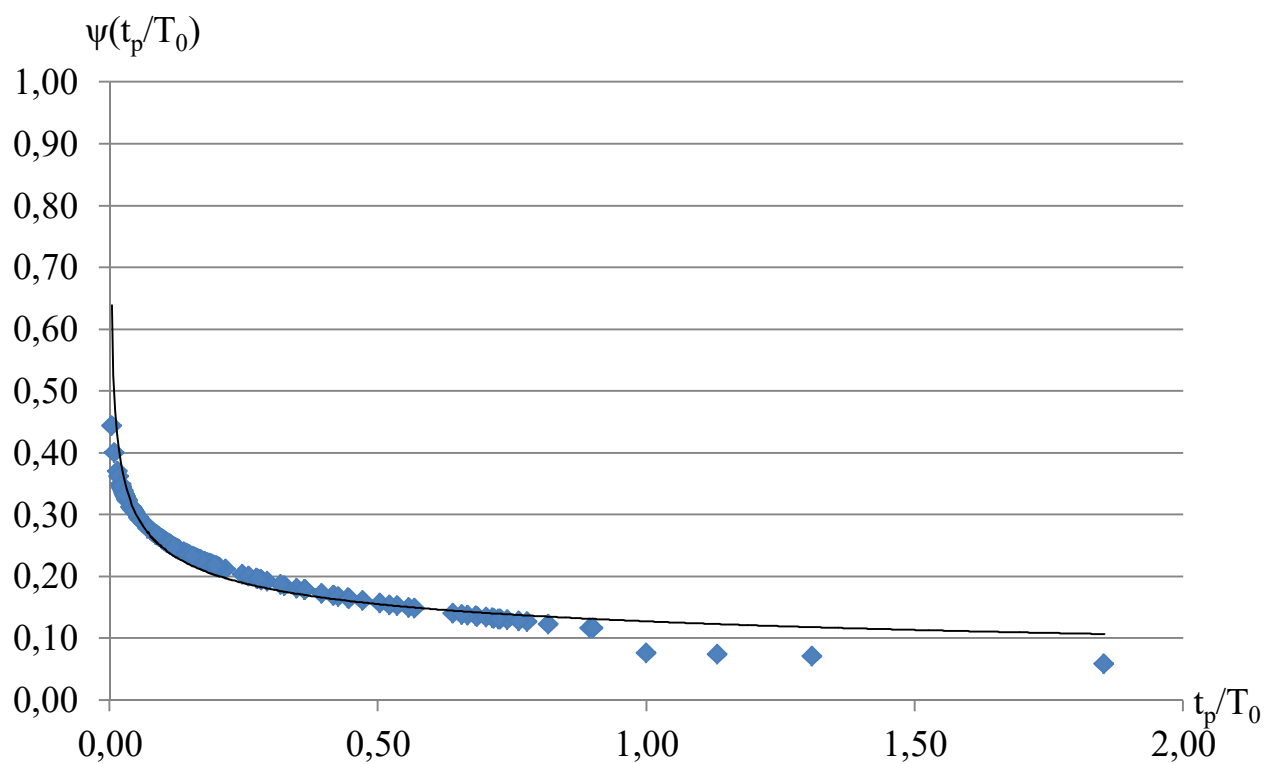


Рисунок 4.19- Залежність трансформаційної функції $\psi(t_p/T_0)$ від співвідношення t_p/T_0 в басейні р. Дніпро

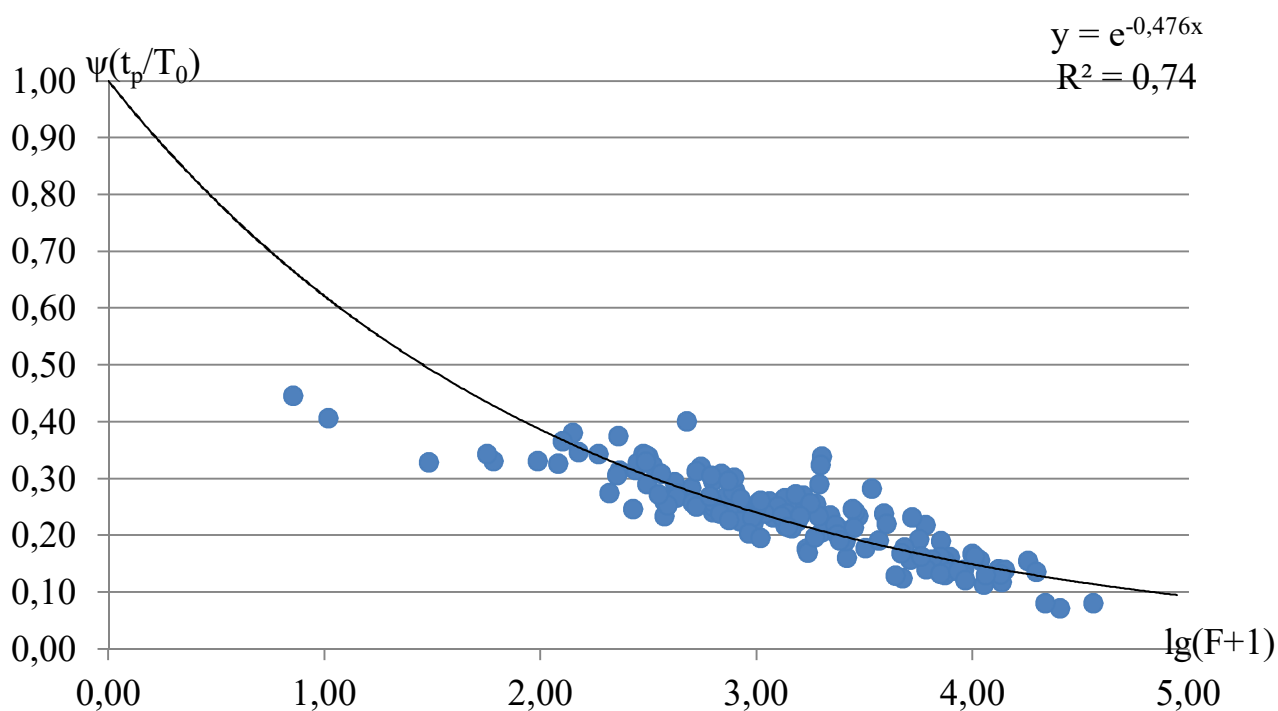


Рисунок 4.20- Залежність трансформаційної функції $\psi(t_p/T_0)$ від площі водозборів в басейні р. Дніпро

Представляє інтерес дослідити такі залежності в межах басейну Дніпра, який простягається в межах трьох фізико-географічних зон України - мішаних лісів, лісостепу та степу. Залежності трансформаційної функції $\psi(t_p / T_0)$ від площі водозборів по різних фізико-географічних зонах в басейні Дніпра представлено на рис. 4.21.

Побудова залежностей з урахуванням фізико-географічного районування дозволяє підвищити їх точність, зокрема для степової зони, де це може бути суттєвим, враховуючи значну мінливість характеристик стоку на цій території.

Розрахункове рівняння для визначення трансформаційної функції в остаточному варіанті може бути представлено у виді

$$\psi(t_p / T_0) = e^{-\gamma(\lg(F+1))}, \quad (4.77)$$

де γ - показник степені, значення якого представлені у табл. 4.4

Таблиця 4.4 - Величини параметрів рівняння (4.77) для визначення трансформаційної функції $\psi(t_p / T_0)$ невивчених у гідрологічному відношенні річок в межах басейна Дніпра

Природна зона	Значення показника степені γ у формулі (4.77)	Рівень достовірності апроксимації, R^2
зона мішаних лісів	-0,469	0,73
лісостепова зона	-0,472	0,74
степова зона	-0,510	0,87

4.2.3 Русло-заплавне регулювання максимального стоку весняних водопіль в басейні Дніпра

Русло-заплавне регулювання відбувається за різних процесів:

а) зокрема, під впливом руслової акумуляції і проточності частини заплав;

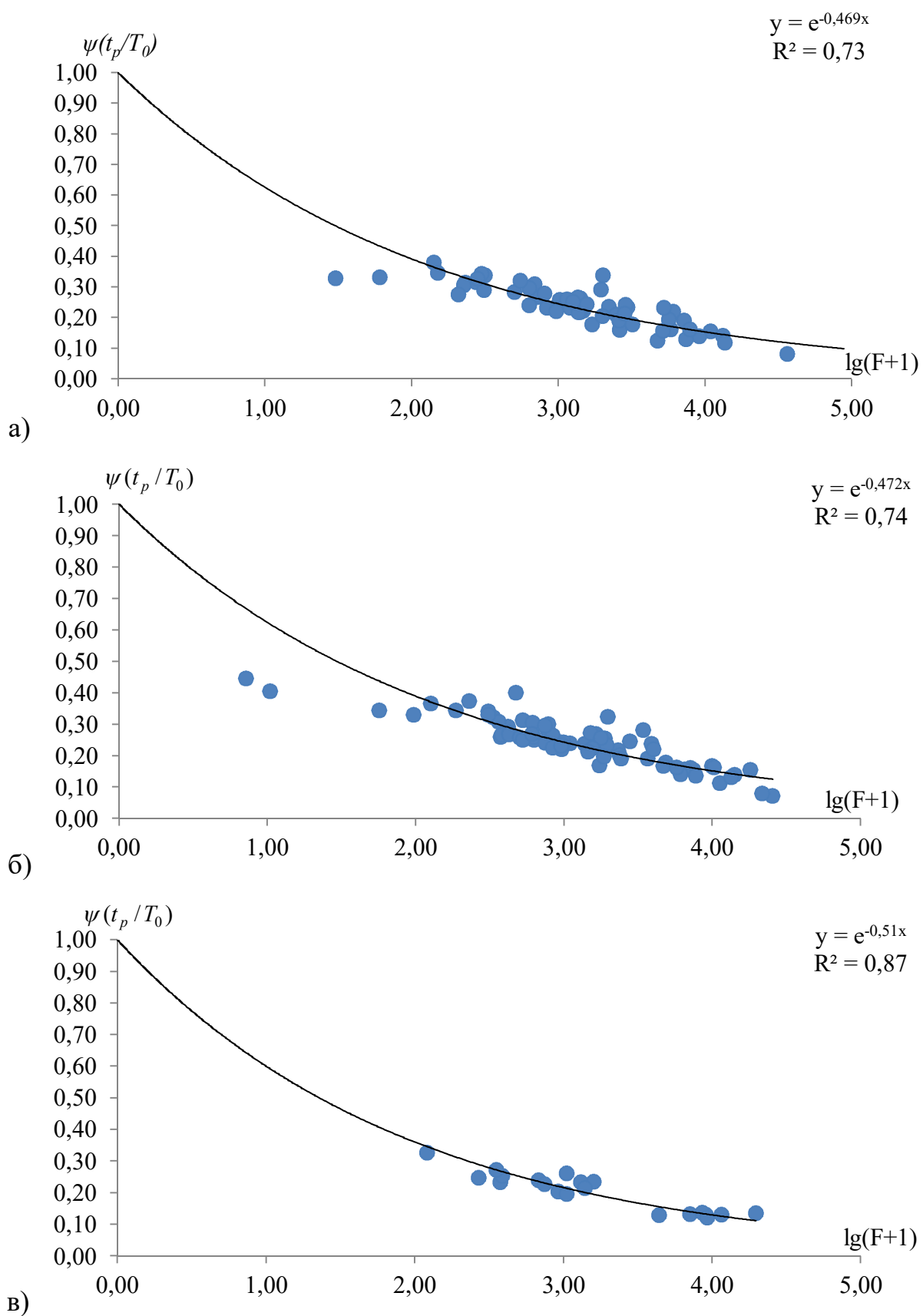


Рисунок 4.21 - Залежність трансформаційної функції від площі водозборів річок в басейні Дніпра: а - лісостепова зона; б- зона мішаних лісів; в- степова зона

б) за рахунок малорухомого заплавного запасу (тимчасово затриманих на заплаві поверхневих вод, а на гирлових ділянках - від приток, які знаходяться у підпорі;

в) за рахунок алювіальних запасів, тобто тимчасової затримки води у ґрунтах заплави.

При вирішенні задач трансформації схилового припливу гідрографічною мережею водозборів необхідно дослідити й визначити у параметричній формі взаємозв'язок між русловими потоками та заплавними й акумуляційними процесами. Але, й на теперішній час русло-заплавна трансформація – одне з найменш досліджених питань у розрахункових схемах максимального стоку. Пов'язано таке положення насамперед через відсутність фактичних матеріалів спостережень і крайньою складністю процесів русло-заплавного водообміну і регулювання по довжині річок. Як справедливо відзначав Р.А. Нежиховський [47], одна з головних труднощів полягає у відсутності масових морфометричних і гідравлічних характеристик русел і заплав. Дійсно, щоб безпосередньо оцінити об'єми води на значних ділянках, а тим більше для всієї річки в цілому, необхідні дорогі польові і камеральні роботи. Саме цією обставиною можна пояснити стримування розвитку теорії і практики в області гідрології паводків.

Уперше при використанні класичної теорії руслових ізохрон для прогнозу гідрографа весняного водопілля А.В. Огієвський [48] додаткову трансформацію, пов'язану з русло-заплавним регулюванням, запропонував враховувати за допомогою кривої об'ємів.

В 1970-1980 роки одержали розвиток методи побудови кривих об'ємів за матеріалами топографічних зйомок і промірів, а також за результатами аерофотознімань розливів. Поки можна зауважити, що останні високою точністю не відрізняються.

За дослідженнями А.М. Бефані і Н.Ф. Бефані (1977), середнє значення функції русло-заплавного водообміну і регулювання ε_p пропонується відображати в залежності від ширини заплави b_n у замикаючому створі, а саме

$$\varepsilon_p = \left(1 + a_p \frac{b_n}{F^u} \right)^{-1}, \quad (4.78)$$

де a_p - параметр, який зворотнім зав'язком поєднується з ступенем заповнення ємності затримання;

F - площа водозбору.

Використання залежності виду (4.78) вкрай утруднено, тому що точність даних про ширину заплав b_n є не дуже високою. Що стосується запропонованої в [49] формули, то з огляду на (4.78), її можна було б спростити, виразивши ε_F тільки в залежності від F .

У пропонованій схемі русло-заплавне регулювання враховується за допомогою коефіцієнта ε_F . Дослідження [50], [51] показали, що ε_F знаходиться в більш складному взаємозв'язку зі стокоформуєчими факторами, чим це впливає з рівняння (4.78). Істотно впливає на ε_F (особливо в діапазоні $t_p / T_0 < 1,0$) форма гідрографів схилового припливу. У цій же роботі приводяться рівняння, що дозволяють прямим шляхом знаходити коефіцієнт русло-заплавного регулювання:

а) при $t_p / T_0 < 1,0$

$$\varepsilon_F = \frac{q_m}{q'_m} \left[1 - \frac{m_1 + 1}{(n + 1)(m_1 + n + 1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n \right]^{-1}; \quad (4.79)$$

б) при $t_p / T_0 \geq 1,0$

$$\varepsilon_F = \frac{q_m}{q'_m} \frac{n + 1}{n} \frac{t_p}{T_0} \left[\frac{m_1 + 1}{m_1} - \frac{n + 1}{m_1(m_1 + n + 1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^{m_1} \right]^{-1} \quad (4.80)$$

На перший погляд може показатися, що розрахунок ε_F за допомогою (4.79)

чи (4.80) особливих труднощів не викликає, тому що вхідні в них параметри фізично чітко визначені, а методики їхнього встановлення описані вище. Але це не зовсім так. Істотні труднощі виникають при обґрунтуванні розрахунку q_m / q'_m .

Тем не менш усі складові для визначення максимального модуля схилового припливу q'_m , а саме – коефіцієнт нерівномірності та сама тривалість припливу, а також шари схилового стоку визначені та узагальнені за територією басейна Дніпра, як це показано у попередніх розділах. Розрахункові значення максимального модуля схилового припливу представлені в дод. Ж.

Як показують попередні дослідження [3], [31], [34], [35] достатньо обґрунтованим є методичний підхід щодо узагальнення q_m / q'_m у вигляді редукційного комплексу з подальшим визначення показника степені n_1

$$q_m / q'_m = 1 / (F + 1)^{n_1} . \quad (4.81)$$

Для басейну Дніпра по даних 171 водозбору побудована залежність виду $q_m / q'_m = f[\lg(F + 1)]$, яка представлена на рис. 4.22. Досліджувана залежність виражена дуже добре з коефіцієнтом кореляції, який відноситься до категорії вельми значущий ($r = 0,85$) та дозволяє досить надійно визначити шукане значення n_1 на рівні 0,39.

Надалі величини коефіцієнтів русло-заплавного регулювання ε_F , обчислені за викладеною схемою, розраховані для всіх річок досліджуваної території, а результати представлені в дод. Ж. Слід зазначити, що виявляється чітко виражена закономірність убуття ε_F з ростом площі водозборів (рис. 4.23), також як і трансформаційної функції $\psi(t_p / T_o)$.

В загальному вигляді залежність коефіцієнта ε_F від площі водозборів може бути представлено рівнянням вигляду:

$$\varepsilon_F = e^{-0,39 \lg(F+1)} . \quad (4.82)$$

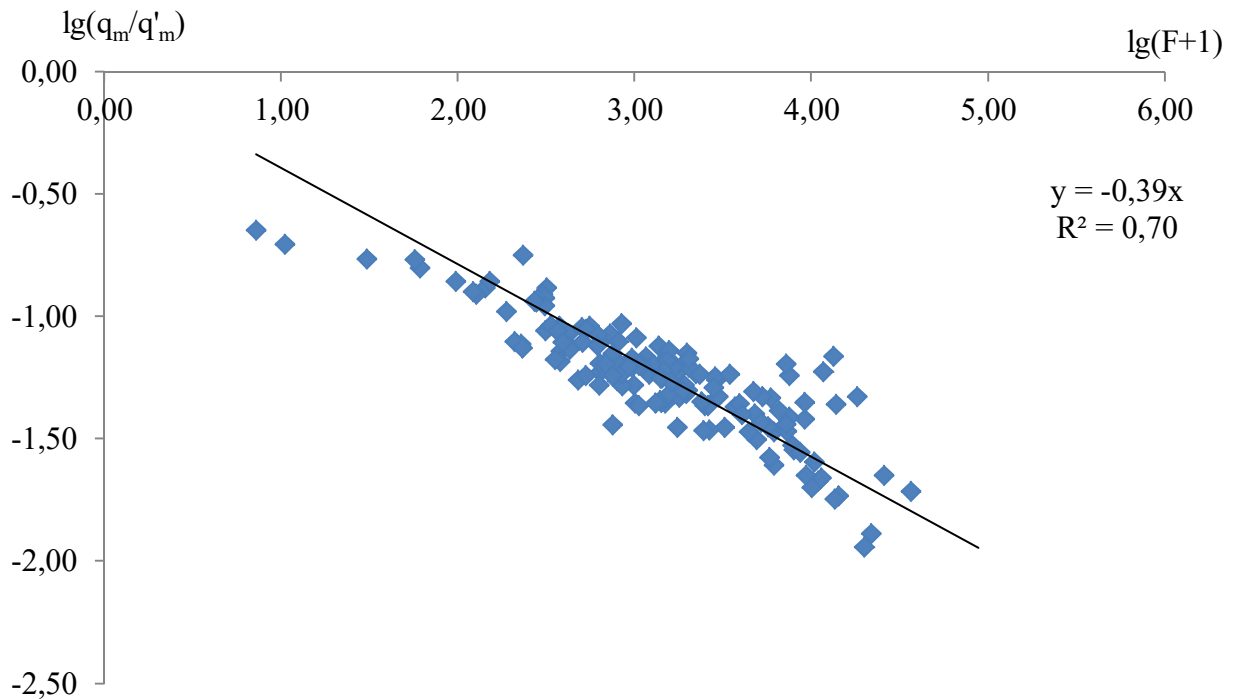


Рисунок 4.22 – Залежність коефіцієнтів загальної редукції від площі водозборів в басейні р. Дніпро

В цілому використання експоненціальної функції для апроксимації отриманої залежності дає добрий результат, що обумовлено досить високим коефіцієнтом кореляції ($r = 0,85$). Але, як показано на рис. 4.23, в області малих площ водозборів ($F < 100 \text{ км}^2$) мають місце досить великі розбіжності між експоненціальною кривою та значеннями ε_F . Отже, з метою підвищення точності розрахунків для малих водозборів пропонується використовувати криву, яка показана на рис. 4.23. Розрахункові значення ε_F для цих водозборів представлені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Коефіцієнти русло-заплавного регулювання річок в басейні Дніпра при $F < 100 \text{ км}^2$

$F, \text{ км}^2$	0	10	20	50	100
ε_F	1	0,99	0,89	0,76	0,44

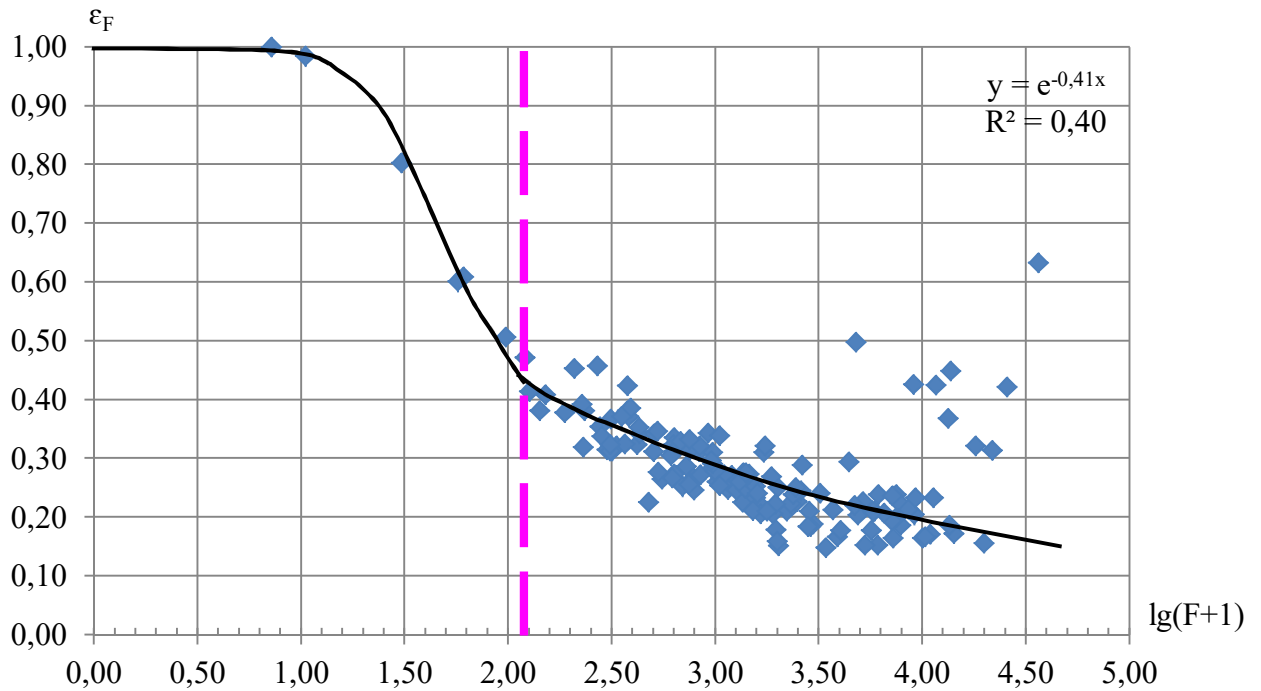


Рисунок 4.23 - Залежність коефіцієнтів русло-заплавного регулювання від площі водозборів річок басейну Дніпра

4.2.4 Врахування можливого впливу водойм проточного типу на максимальні модулі весняного водопілля

До водойм проточного типу відносяться: озера, водосховища, ставки. Маючи регулюючі ємності, вони, у залежності від їх розмірів, спроможні в тій або іншій степені трансформувати гідрографи паводків і водопіль. Не зупиняючись на докладному аналізі методів трансформації паводків водоймищами, відзначимо, що найбільш просте вирішення такої задачі при однаковості коефіцієнтів нерівномірності вхідного (у водоймище) і скидного гідрографів було запропоновано Д.І. Кочеріним [52]. Коефіцієнт трансформації максимальної витрати води водосховищем r є відношення

$$r = \frac{(Q_m)_2}{(Q_m)_1} = 1 - \frac{\Delta V}{W}, \quad (4.83)$$

де $(Q_m)_1$ - максимальна витрата вихідного гідрографу;

$(Q_m)_2$ - максимальна витрата скидного гідрографу;

ΔV - регулюючий об'єм водоймища (озера, водосховища, ставка);

W - об'єм паводка.

Оцінка r по формулах вигляду (4.83) можлива при наявності вичерпної інформації про водойми руслового типу, їхнє місце розташування, морфометрію і кількість. На практиці одержали поширення спрощені методи розрахунку r , а найбільш відомим з них є той, що поданий у СНиП 2.01.14-83 [23]

$$r = 1/(1 + cf'_{oz}), \quad (4.84)$$

де c - параметр, чисельне значення якого визначається середнім багаторічним шаром стоку за період паводка або водопілля;

f'_{oz} - середня зважена озерність

$$f'_{oz} = \sum_{i=1}^N (100F_{oz}F_i / F^2), \quad (4.85)$$

f_{oz} - площа водного дзеркала i -ої водойми;

F_i - площа водозбору озера.

При відсутності даних про площі водозборів окремих водойм рекомендується f'_{oz} визначати за формулою:

$$f'_{oz} = 0,36(f_{oz} - 2), \quad (4.86)$$

де f_{oz} - відносна озерність у %

$$f_{oz} = \omega_i / F, \quad (4.87)$$

ω_i - площа водного дзеркала i -го озера.

Щодо спроможності трансформуючих ставків, у СНиП 2.01.14-83 вказується, що при ймовірності щорічного перевищення $P < 5\%$ їх враховувати не слід. При $P > 5\%$ припускається зменшення розрахункового значення витрати води до 10%.

4.3 Перевірні розрахунки визначення максимальних модулів 1%-ої забезпеченості

Для розрахунку максимального стоку весняного водопілля різної ймовірності перевищення в басейні Дніпра рекомендується модифікована формула операторного виду [16], [19]:

$$q_p = q'_{1\%} \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F r \lambda_p k_{zm}, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2),$$

де $q'_{1\%}$ - розрахунковий модуль схилового припливу 1%-ої ймовірності перевищення, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$;

$\psi(t_p / T_0)$ - трансформаційна функція, яка обумовлена часом руслового добігання;

ε_F - трансформаційна функція, яка обумовлена русло-заплавним регулюванням;

r - коефіцієнт трансформації, зв'язаний з наявністю на водозборі озер, водосховищ чи ставків руслового типу;

λ_p - коефіцієнт переходу від опорної 1%-ої ймовірності перевищення до будь-якої іншої.

$k_{зм}$ - коефіцієнти змін клімату, які розраховується за необхідності їх врахування.

Для виконання перевірочних розрахунків необхідний такий мінімум вихідних даних: площа водозбору (F , км²), середньозважений уклон водотоку (I , ‰), гідрографічна довжина річки (L , км), залісеність водозбору (f_l , ‰), заболоченість водозбору (f_{δ} , ‰). Порядок розрахунку опорного значення $q_p = q_{1\%}$ здійснюється в такій послідовності:

а) максимальний модуль схилового припливу $q'_{1\%}$ обчислюється за формулою

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} (S_m + \sum X)_{1\%} \eta, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2),$$

де $(n+1)/n$ – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу до руслової мережі;

T_0 – тривалість схилового припливу (у годинах);

η – коефіцієнт стоку;

S_m – максимальні снігозапаси до початку водопілля;

X – кількість опадів від дати S_m до закінчення водопілля:

1) коефіцієнт нерівномірності схилового припливу в період весняного водопілля $(n+1)/n$ для річок басейну Дніпра дорівнює 13,04;

2) тривалість схилового припливу T_0 визначається у такому порядку:

- за картою (рис. 4.17) по геометричному центру водозбору визначається величина T_0 (за умови $f_{\delta} = 0$ і $f_l = 0$);

- за схемою районування (рис. 4.16) визначається район, до якого відноситься водозбір;

- з табл. 4.2, відповідно до району, визначаються величини $a_{k_{\delta}}$ та a_{k_l} ;

- за формулами (4.55) та (4.56) визначаються коефіцієнти впливу заболоченості (k_{δ}) та залісеності (k_l) на тривалість схилового припливу T_0 (год);

- з урахуванням отриманих коефіцієнтів розраховується шукана величина T_0 за формулою вигляду:

$$T_0 = (T_0)_{f_L=0, f_{\bar{S}}=0} \cdot k_L \cdot k_{\bar{S}}; \quad (4.88)$$

3) коефіцієнт стоку η знімається з карти (рис. 4.14) по геометричних центрах водозборів;

4) сумарне надходження води на водозбір визначається як

$$(S_m + \sum X)_{1\%} = (\bar{S}_m + \sum X)k_{1\%}, \quad (4.89)$$

де $\bar{S}_m$ - середня багаторічна величина максимальних снігозапасів на початок водопілля, яка знімається з карти (рис. 4.8) по геометричному центру водозборів. Для врахування розбіжності у снігозаписах в полі і в лісі снігозапаси на басейні визначаються як середньозважене значення за формулою (4.23);

$\sum X$ - кількість опадів за період весняного водопілля, яка встановлюється за формулою (4.27);

$k_{1\%}$ - модульний коефіцієнт забезпеченістю $P = 1\%$, який розраховується за допомогою таблиць трипараметричного гама-розподілу, маючи на увазі, що $k_{1\%} = f(P = 1\%; C_v; C_s / C_v)$. Значення коефіцієнту варіації максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля визначаються за картою (рис. 4.9), а величина C_s / C_v - для досліджуваного басейну прийнята на рівні 1,5;

б) трансформаційна функція $\psi(t_p / T_0)$, в залежності від співвідношення t_p / T_0 , розраховується за формулами (4.75)-(4.76), або при відсутності основної морфометричної інформації, за формулою (4.77) в залежності від фізико-географічної зони (табл. 4.4);

- 1) час руслового добігання t_p , в свою чергу, визначається як $t_p = L/V_\partial$, через довжину річки та швидкість руслового добігання;
- 2) швидкість руслового добігання V_∂ визначається за формулою (4.70) з урахуванням параметрів, наведених у табл. 4.3;
- в) коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F установлюється за формулою (4.82) та табл. 4.5 в залежності від площі водозбору;
- г) коефіцієнт руслової трансформації r , який враховує можливий регулюючий вплив проточних озер та водосховищ, пропонується визначати за формулою (4.84), що рекомендована нормативним документом СНиП 2.01.14-83;
- г) якщо є необхідність переходу від опорної 1%-вої забезпеченості до інших ($P = 3, 5, 10 \%$), тоді за табл. 4.6 визначається коефіцієнт забезпеченості λ_p ;

Таблиця 4.6 - Перехідні коефіцієнти λ_p для максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро

P, %	1	3	5	10
λ_p	1,00	0,80	0,71	0,58

д) якщо на етапах первинної статистичної обробки виявлено наявність значущих трендів у величинах максимальних витрат води та аналіз показує, що ці тренди обумовлені сучасними змінами клімату, то у розрахунковій методиці є можливість врахування змін клімату через коефіцієнт $k_{зм}$. Розрахунок коефіцієнту виконується за формулою (4.3).

Результати перевірочних розрахунків представлені в дод. Ж та свідчать про те, що середнє відхилення розрахункових величин від вихідних значень становить $\pm 21,7\%$. Це повною мірою задовольняє точності вимірювання максимальних витрат води на стаціонарній мережі Гідрометслужби України та точності вихідної інформації по витратах води $Q_1\%$, яка дорівнює $\pm 14,3\%$.

4.4 Практична реалізація методики визначення максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра з урахуванням змін клімату та можливих гідрологічних ризиків

На сьогодні вплив пов'язаних з погодою і кліматом небезпек на економіку, здоров'я людини і екосистеми посилюється соціально-економічними змінами і змінами навколишнього середовища (наприклад, демографічний розвиток, зміни в землекористуванні та зміна клімату).

За оцінками світових експертів [53] в останні роки на нашій планеті стали частіше спостерігатися екстремальні погодні явища, які мають свій негативний вплив на розвиток світової економіки. Як добре ілюструє рис. 4.24, за період 2007-2016 рр. кількість катастрофічних природних явищ склала 354, а за один 2017 рік - 335! Серед розглянутих природних явищ особливе місце займають паводки різного походження, які поряд з ураганами, мають найбільшу повторюваність.

Зусилля щодо зниження ризику лих та в той же час адаптації до змінюється клімату стали глобальним і європейським пріоритетом.

Адаптація до зміни клімату та зниження ризику стихійних природних лих вимагають створення низки взаємодоповнюючих підходів до управління кліматичними ризиками з метою сталого розвитку суспільства. Обидва напрями є наскрізними і складними проблемами розвитку з варіаціями, наприклад, адаптація враховує в основному небезпечні явища, пов'язані з погодою і кліматом, і фокусуються на майбутньому шляхом усунення невизначеності і нових ризиків, в той час як зниження ризику фокусується на розгляді існуючих ризиків від усіх небезпек. Підвищення узгодженості між політикою і практикою цих двох підходів вимагає підвищення обізнаності, мобілізації ресурсів та дій з боку державних і приватних зацікавлених сторін, з врахуванням рекомендацій науковців, у тісному та плідному партнерстві.

Occurrence of natural disasters

Figure 1

Number of disasters by continent and top 10 countries



Figure 2

Occurrence by disaster type: 2017 compared to 2007-2016



Рисунок 4.24 - Частота виникнення стихійних лих за період 2007-2017 рр. [53]

4.4.1 Зміни клімату та їх наслідки на водні ресурси

Зміна клімату - один з найбільших викликів людському суспільству в сучасний період. Статистика показує, що в останні десятиліття вже спостерігається різке зростання економічних, соціальних та екологічних збитків через кліматичні та погодні природні небезпеки - і вчені очікують, що частота та інтенсивність таких екстремальних ситуацій зростатимуть через зміни клімату. Однак розмір збитків частково є свідченням нашого нерозуміння та нездатності підготуватися та адаптуватися до зміни клімату. Від глобального до місцевого рівня інститути державного та приватного сектору шукають інструменти та знання для управління кліматичними ризиками. Керівники, які приймають рішення, на всіх рівнях задають питання, як вони можуть краще керувати

пов'язаними з кліматом ризиками та можливостями. Попит на корисні кліматичні знання та інформацію зростає. Таким чином, існуючі знання та інструменти щодо клімату потрібно вдосконалити та зробити їх доступними у всьому світі [53].

Міжурядова група експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) була спільно заснована в 1988 році Всесвітньою Метеорологічною Організацією (ВМО) і Програмою Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (ЮНЕП) з метою оцінити наукову інформацію, яка відноситься до проблеми зміни клімату, а також все, що необхідно для оцінки екологічних і соціально-економічних наслідків, і розробити практично здійсненні стратегії реагування. З цього часу багатотомні оцінки МГЕЗК зіграли визначальну роль з надання допомоги урядам у виборі і здійсненні політики реагування на зміну клімату, зокрема у відповідні потреби в авторитетних консультаціях на адресу конференції Сторін (КС) Рамкової конвенції Організації об'єднаних Націй зі зміни клімату (РКЗК ООН), яка була прийнята в 1992 році, і її Кіотського протоколу 1997 року [54].

З часу свого заснування МГЕЗК випустила серію Доповідей про оцінку (1990, 1995, 2001 2007 і останній 2014 року), спеціальних доповідей, технічних документів і доповідей про методології, які стали постійно цитованими роботами, широко використовуються політиками, вченими та іншими експертами. В 2019 році опублікований Спеціальний звіт МГЕЗК щодо впливу глобального потепління на 1,5°C порівняно з доіндустріальним рівнем та пов'язаних із ними глобальних викидів парникових газів в контексті посилення глобальної реакції на загрозу зміни клімату, сталого розвитку та зусиль з ліквідації бідності [54]-[55].

4.4.1.1 Основні сценарії четвертої оціночної доповіді МГЕЗК

Підґрунтям для сучасних досліджень проєкцій змін клімату і водних ресурсів є чотири основні сюжетні лінії СДСВ. Чотири якісних сюжетних лінії дають чотири набори сценаріїв, іменованих «сім'ями»: A1, A2, B1 і B2. В цілому 40 сценаріїв СДСВ були розроблені шістьма групами з моделювання. Всі вони

мають рівну значущість без будь-яких встановлених ймовірностей події. Набір сценаріїв складається з шести сценарних груп, отриманих з чотирьох сімей: кожна група в A2, B1, B2, і трьох груп в рамках сім'ї A1, що характеризують альтернативні види розвитку енергетичних технологій: A1FI (значна частка викопних видів палива), A1T (збалансований варіант) і A1B (головним чином невикопного виду палива). В рамках кожної сім'ї і групи сценаріїв в деяких з них поділяються «узгоджені» припущення щодо глобального населення, зростання світової продукції і остаточної енергії. Ці варіанти позначені як «HS» для позначення узгоджених сценаріїв. «OS» означає сценарії, в яких розглядаються невизначеності щодо визначальних чинників крім тих, що містяться в узгоджених сценаріях (рис. 4.25).



Рисунок 4.25 - Схематична ілюстрація сценаріїв СДСВ [56]

На рис. 4.25 також показано кількість сценаріїв, розроблених в рамках кожної категорії. Для кожної з шести сценарних груп дається ілюстративний сценарій (які завжди є узгодженими). Чотири ілюстративних сигнальних сценаріїв - по одному для кожної сценарної сім'ї - були використані у вигляді проекту у відкритому процесі СДСВ в 1998 р. і включені до переглянутого варіанту цієї доповіді. Наводяться два додаткових ілюстративних сценарії для груп A1F і A1T,

які завершують набір з шести елементів, що ілюструють всі сценарні групи. Всі вони є в рівній мірі обґрунтованими.

Як відмічають автори [56], до 2100 р. світ зміниться таким чином, який важко передбачити - настільки важко, наскільки в кінці XIX століття було б важко уявити зміни, що відбулися через 100 років. Кожна сюжетна лінія передбачає зовсім інший напрямок майбутніх подій, в результаті чого чотири сюжетні лінії відрізняються все більш незворотнім чином. Разом вони дають опис різних варіантів майбутнього, які охоплюють значну частку основних невизначеностей в чотирьох визначальних фактори. Вони охоплюють широкий діапазон ключових «майбутніх» характеристик, таких, як демографічні зміни, економічний розвиток і технологічні зміни. В силу цієї причини їх правдоподібність або здійсненність не слід розглядати виключно на основі екстраполяції поточних економічних, технологічних і соціальних тенденцій.

Сюжетна лінія і сценарна сім'я A1 містять опис майбутнього світу, що характеризується дуже швидким економічним зростанням, глобальним населенням, показники якого досягають пікових значень в середині століття з подальшим зменшенням, а також швидким впровадженням нових і більш ефективних технологій. Основоположними темами є поступове зближення різних регіонів, створення потенціалу та активізація культурних і соціальних взаємозв'язків при значному зменшенні регіональних відмінностей в доході на душу населення. Сценарна сім'я A1 розділяється на три групи, що дають опис альтернативних варіантів технологічних змін в енергетичній системі. Три групи A1 відрізняються своїм центральним технологічним елементом: значна частка викопних видів палива (A1FI), невикопного джерела енергії (A1T) або рівновагу між усіма джерелами (A1B).

У сюжетної лінії і сценарної сім'ї A2 дається опис дуже неоднорідного світу. Основною темою є самозабезпечення і збереження місцевої самобутності. Показники народжуваності в різних регіонах дуже повільно зближуються, результатом чого є постійне зростання загальної чисельності населення. Економічний розвиток має головним чином регіональну спрямованість, а

економічне зростання в розрахунку на душу населення і технологічні зміни є більш фрагментарними і повільними в порівнянні з іншими сюжетними лініями.

Сюжетна лінія і сценарна сім'я В1 містять опис рухомого в одному напрямку світу з тим же самим глобальним населенням, яке досягає максимальної чисельності в середині століття, а потім зменшується, як і в сюжетній лінії А1. Однак при швидких змінах в економічних структурах у напрямку сервісної та інформаційної економіки зі зменшенням матеріальної інтенсивності і впровадженням чистих і ресурсозберігаючих технологій. Головна увага приділяється глобальним рішенням економічної, соціальної та екологічної стійкості, включаючи значну справедливість, але без додаткових ініціатив, пов'язаних з кліматом.

Сюжетна лінія і сценарна сім'я В2 містять опис світу, в якому головна увага приділяється локальним рішенням проблем економічної, соціальної та екологічної стійкості. Це світ з постійно збільшенням глобального населення при темпах нижче ніж А2, проміжними рівнями економічного розвитку і менш швидкими і більш різноманітними технологічними змінами в порівнянні з сюжетними лініями В1 і А1. Хоча даний сценарій також орієнтований на охорону навколишнього середовища та соціальну справедливість, головна увага в ньому приділяється місцевим і регіональним рівнями.

Основні результати регіональних проекцій змін клімату, згідно четвертій оціночній доповіді 2007р. [54], можна резюмувати так :

- найбільш сильне потепління очікується на суші, причому найбільше в найвищих північних широтах, а найменше - по Південному океану і північним районам Атлантичного океану, що продовжить тенденції, які спостерігаються на початку ХХІ сторіччя (рис. 4.26);
- площа снігового покриву зменшиться, збільшиться глибина відтавання вічної мерзлоти в більшості районів і зменшиться протяжність морського льоду; в деяких проекціях з використанням сценаріїв СДСВ арктичний морський лід наприкінці літа зникне майже повністю до кінця ХХІ століття;
- досить імовірно, що повторюваність екстремально високих температур, хвиль тепла і сильних опадів буде зростати;

Географічний розподіл приземного потепління

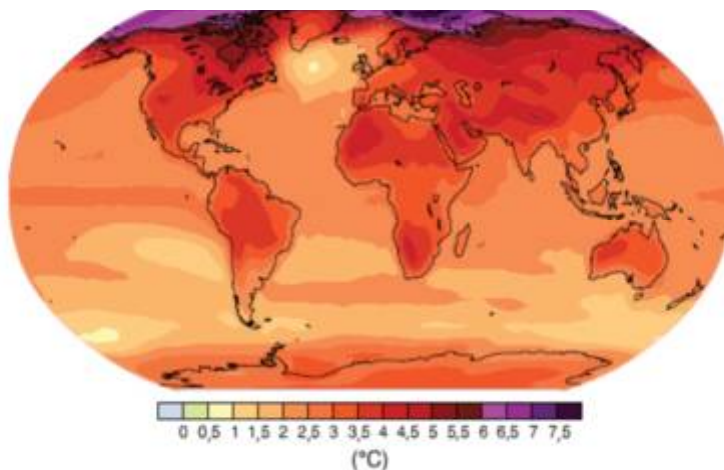


Рисунок 4.26 - Проекції приземної температури на кінець XXI сторіччя (2090-2099) - усереднена проекція декількох моделей МОЦАО для сценарію A1B СДСВ [56]. Усі температури представлені по відношенню до періоду 1980-1999 рр.

- відбудеться зміщення в напрямку до полюсів траєкторій поза тропічних циклонів з відповідними змінами режиму вітрів, опадів і температури;
- дуже ймовірно збільшення кількості опадів у високих широтах і, ймовірно, зменшення їх кількості в більшості субтропічних районів суші, що підтверджується характером змін, які спостерігаються в останні періоди;
- висока ступінь достовірності того, що в середині століття щорічний річковий стік і водозабезпеченість, згідно з проекціями, збільшиться в високих широтах (і в деяких вологих тропічних районах) і зменшаться в деяких посушливих регіонах в середніх широтах і тропіках. Існує також висока ступінь достовірності того, що багато напівпосушливих регіонів (наприклад, Середземноморський басейн, західна частина США, Південна Африка і північно-східна Бразилія) страждатимуть від скорочення водних ресурсів внаслідок змін клімату.

Окремий розділ в доповіді присвячений *змінам в гідрологічному циклі* [54], [57]. Як очікується, зміна клімату посилить сучасні навантаження на водні ресурси в результаті зростання народонаселення, економічних змін і змін в землекористуванні, включаючи урбанізацію. У регіональному масштабі життєво

важливу роль для забезпечення прісною водою буде відігравати сніговий покрив гір, льодовики і невеликі льодовикові куполи. Згідно проєкціях, широкомасштабні втрати льодовикової маси і скорочення снігового покриву, що спостерігалися в останні десятиліття, будуть відбуватися швидшими темпами протягом ХХІ століття, зменшуючи водозабезпеченість, потенціал для вироблення гідроелектроенергії і змінюючи сезонний характер водних потоків в регіонах, що живляться талою водою з великих гірських масивів (наприклад, Гіндукуш, Гімалаї, Анди), де в даний час проживає більше однієї шостої частини світового населення.

Зміни температури і опадів ведуть до змін стоку і водозабезпеченості. Згідно проєкціям, існує висока ступінь достовірності збільшення стоку на 10-40% до середини століття в більш високих широтах і в деяких вологих тропічних районах, включаючи густонаселені райони в Східній і Південно-Східній Азії, і зменшення на 10-30% в деяких посушливих регіонах в середніх широтах і посушливих тропічних районах в результаті зменшення опадів і більш високих показників евапотранспірації. Існує також висока ступінь достовірності того, що напівпосушливі райони постраждають в результаті зменшення водних ресурсів, викликаних зміною клімату.

Суцільні лінії на рис. 4.27 представляють собою мультімодельні глобальні середні значення приземного потепління (відносно 1980-1999 років) за сценаріями A2, A1B і B1 СДСВ [56] які побудовані в результаті моделювання. Рожева лінія відповідає експерименту, при якому концентрації приймалися постійними на рівні 2000 року.

Сірі стовпчики праворуч позначають найкращу оцінку (суцільна лінія в кожному стовпчику) і ймовірний діапазон, оцінений для шести сигнальних сценаріїв СДСВ в період 2090-2099 рр. порівняно з 1980-1999 рр. Аналіз найкращої оцінки та ймовірних діапазонів, показаний за допомогою вертикальних стовпчиків в лівій частині рисунку, включає моделі загальної циркуляції атмосфера-океан (МЗЦАО), а також результати, отримані на основі ієрархії незалежних моделей і обмежень при проведенні спостережень.

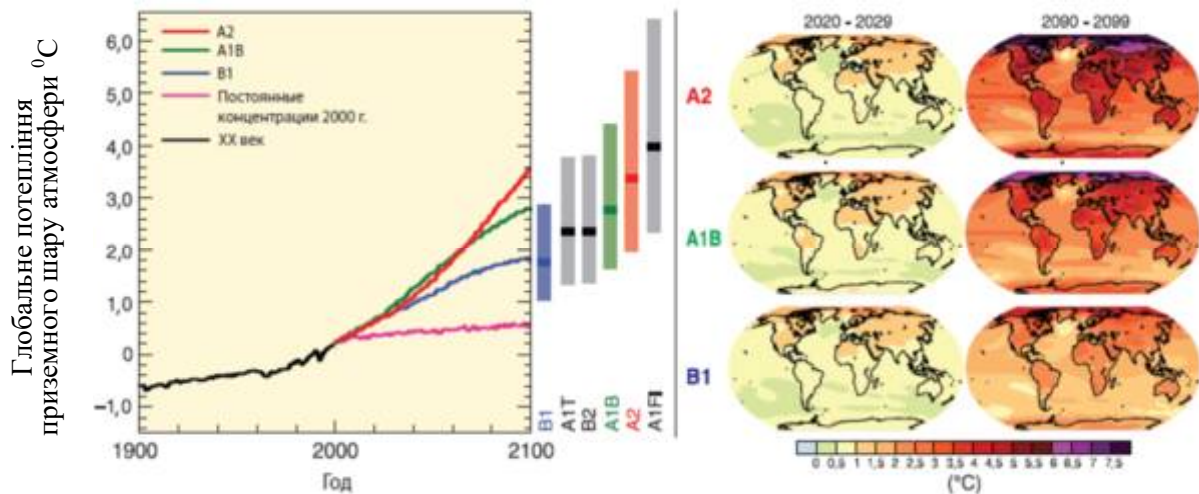


Рисунок 4.27 – Потепління приземного шару атмосфери згідно з проекціями загальної циркуляції системи атмосфера-океан [54]

Права частина: Проекції зміни приземної температури на начало і кінець ХХІ століття в порівнянні з періодом 1980-1999 рр. Ці зображення показують мультимодельні середні проекції МЗЦАО для сценаріїв А2 (на горі), А1В (в середині) і В1 (внизу) СДСВ, усереднені за десятиріччя 2020-2029 роки (ліворуч) і 2090-2099 роки (праворуч) [54].

На рис. 4.28 значення представляють собою мультимодельні середні величини, засновані на сценарії А1В СДСВ за період грудень-лютий (зліва) і червень-серпень (праворуч). Білі ділянки - це місця, де менше 66% моделей дають однаковий знак зміни, а пунктирні частини - це місця, де більше 90% моделей дають однаковий знак зміни [55].

Площі схильних до посухи районів, згідно проекціям, збільшаться, що може мати негативні наслідки для численних секторів, наприклад, сільського господарства, водопостачання, виробництва енергії та охорони здоров'я.

Розглянемо прогнозовані зміни стоку, які представлені на рис. 4.29. Представлені на ньому величини показують середнє значення вибірки з 12 кліматичних моделей з використанням сценарію А1В СДСВ. Білі ділянки відображують райони, в яких менше 66% з 12 моделей збігаються за знаком зміни, а заштриховані ділянки показують райони, в яких більше 90% моделей узгоджуються за знаком змін.

Мультимедійні проєкції змін режиму опадів

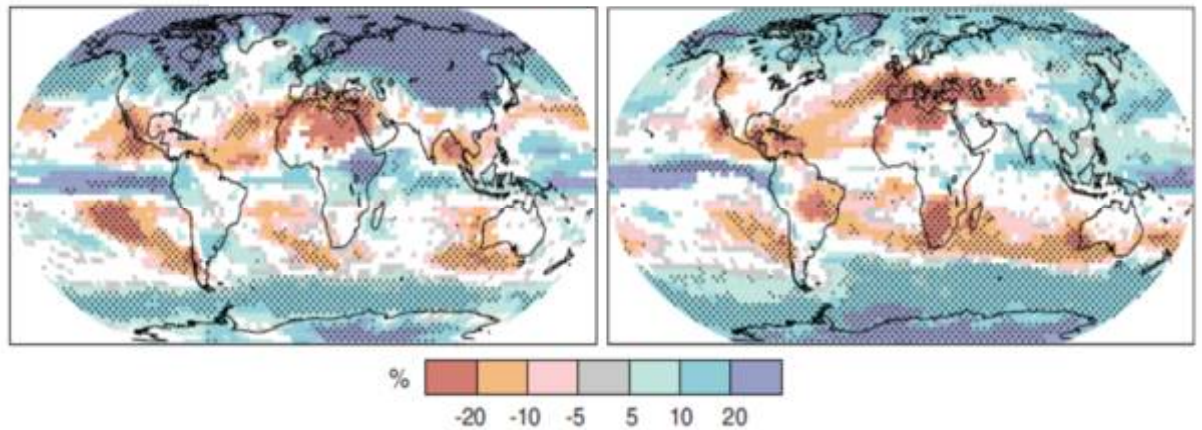


Рисунок 4.28 - Відносні зміни кількості опадів (у відсотках) за період 2090-2099 роки в порівнянні з 1980-1999 роками [55]

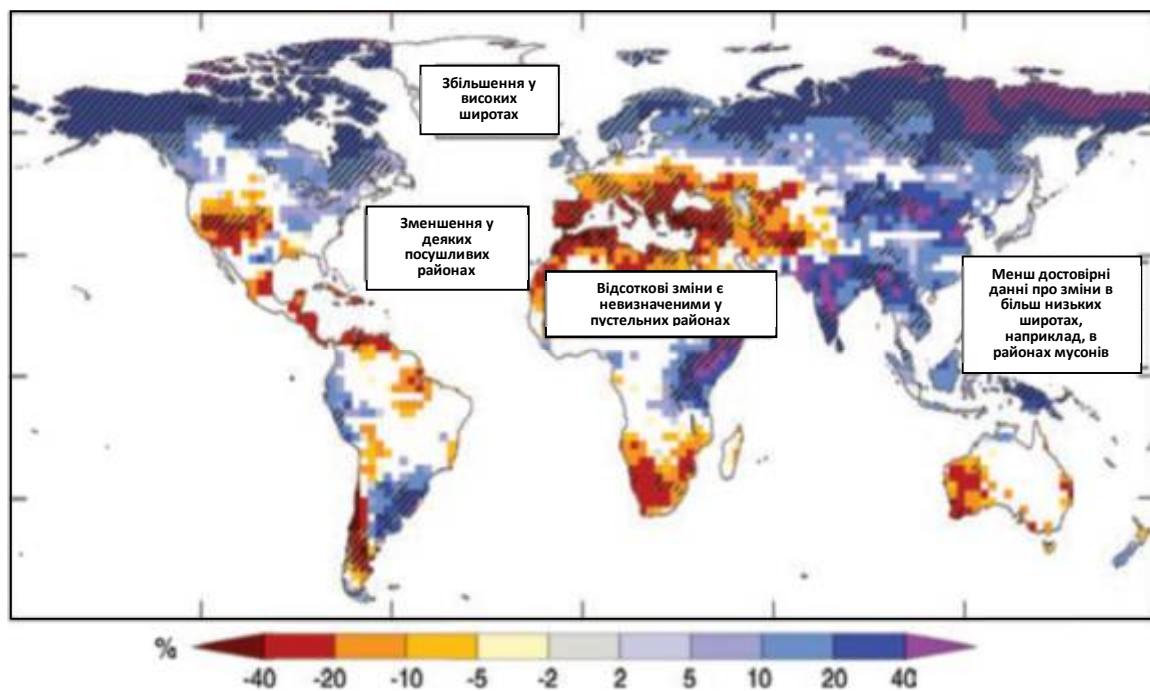


Рисунок 4.29 - Великомасштабні відносні зміни річного стоку в період 2090-2099 рр., порівняно з 1980-1999 рр.(водозабезпеченість у %) [55]

Якість моделювання великомасштабного стоку в XX столітті використовується як основа для відбору 12 моделей з мультимодельного ансамблю. Автори [54] відмічають, що глобальна карта річного стоку дається у

великому масштабі і не призначена для позначення менших часових і просторових масштабів. У районах, в яких рівень дощових опадів і стік є надто низькими (наприклад, пустельні райони), невеликі зміни стоку можуть привести до значних відсоткових змін. У деяких регіонах знак проєкцій змін стоку відрізняється від спостережуваних тенденцій у теперішній час. У деяких районах, для яких проєкції дають збільшення стоку, очікуються інші сезонні наслідки, такі як збільшення стоку під час вологого сезону і його зменшення в посушливий сезон. Дані досліджень з використанням результатів невеликої кількості кліматичних моделей можуть значною мірою відрізнятися від результатів, представлених в документі [54].

У регіональному масштабі проєкції дають значне збільшення попиту на воду для цілей іригації в результаті зміни клімату. Негативні наслідки зміни клімату для прісноводних систем переважають вигоди від нього (висока ступінь достовірності). Райони, в яких, згідно проєкціям, зменшиться стік, стикаються з проблемою зниження вартості послуг, що надаються завдяки водним ресурсам (дуже висока ступінь достовірності). Позитивні наслідки збільшення щорічного стоку в деяких районах зводяться, ймовірно, нанівець в результаті негативних впливів на водопостачання, якість води і посилення небезпеки повеней внаслідок зростаючої мінливості режиму опадів і порушень сезонного розподілу стоку.

Проведені дослідження свідчать про значне збільшення в майбутньому сильних дощових опадів у багатьох районах, в тому числі в деяких районах, в яких, згідно проєкціям, середня кількість опадів зменшиться. Збільшений в результаті цього *ризик повеней* створює серйозні проблеми для населення, фізичної інфраструктури та якості води.

Ймовірно, що до 20% світового народонаселення буде проживати в районах, в яких потенційна можливість *річкових повеней* може зрости до 2080-х років. Згідно проєкціям, збільшення частоти і суворості повеней і засух негативно вплинуть на сталий розвиток. У прибережних районах підвищення рівня моря посилить брак водних ресурсів внаслідок засолення джерел підземних вод [19].

4.4.1.2 Сценарії репрезентативних траєкторій концентрації п'ятої оціночної доповіді МГЕЗК

У преамбулі п'ятої оціночної доповіді [55], відмічається, що з моменту виходу четвертої оціночної доповіді ДО4 [54] експерименти, спостереження і моделі, які використовуються для оцінки майбутніх впливів і ризиків, були удосконалені, при цьому покращилося розуміння досліджуваної проблеми в рамках секторів та регіонів. Наприклад, удосконалення бази знань дозволило розширити оцінку ризиків для безпеки людини і засобів існування, а також для океанів. Для деяких аспектів змін клімату і впливу змін клімату зменшилась невизначеність у відношенні майбутніх результатів. Для інших аспектів невизначеність зберігається.

У матеріалах П'ятої оціночної доповіді Міжурядової групи експертів по зміні клімату (МГЕЗК) використовується новий набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (РТК) рис. 4.30 [55].

Проекції змін у всіх компонентах кліматичної системи ґрунтуються на результатах модельних імітацій з використанням нового набору сценаріїв РТК, заснованих на концентраціях вуглецю в атмосфері, на відміну від сценаріїв викидів, що використовувалися в Четвертій оціночній доповіді [54].

Прогнозована зміна клімату за сценаріями РТК є схожою з прогнозом за сценаріями викидів як за характером, так й величиною, з врахуванням відмінностей між сценаріями. РТК визначаються приблизною сумарною величиною радіаційної дії (РД) в 2100 році в порівнянні з 1750 роком. Радіаційна дія є мірою результуючої зміни енергетичного балансу системи Земля як реакції на деяке зовнішнє збурення, при цьому додатна РД веде до потепління, а від'ємна РД – до похолодання. З чотирьох нових сценаріїв один передбачає скорочення викидів з вельми низьким рівнем дії (РТК2.6), два сценарії передбачають стабілізацію викидів (РТК4.5 і РТК6.0) і один сценарій відповідає вельми високим рівням викидів парникових газів (РТК8.5), рис. 4.31.

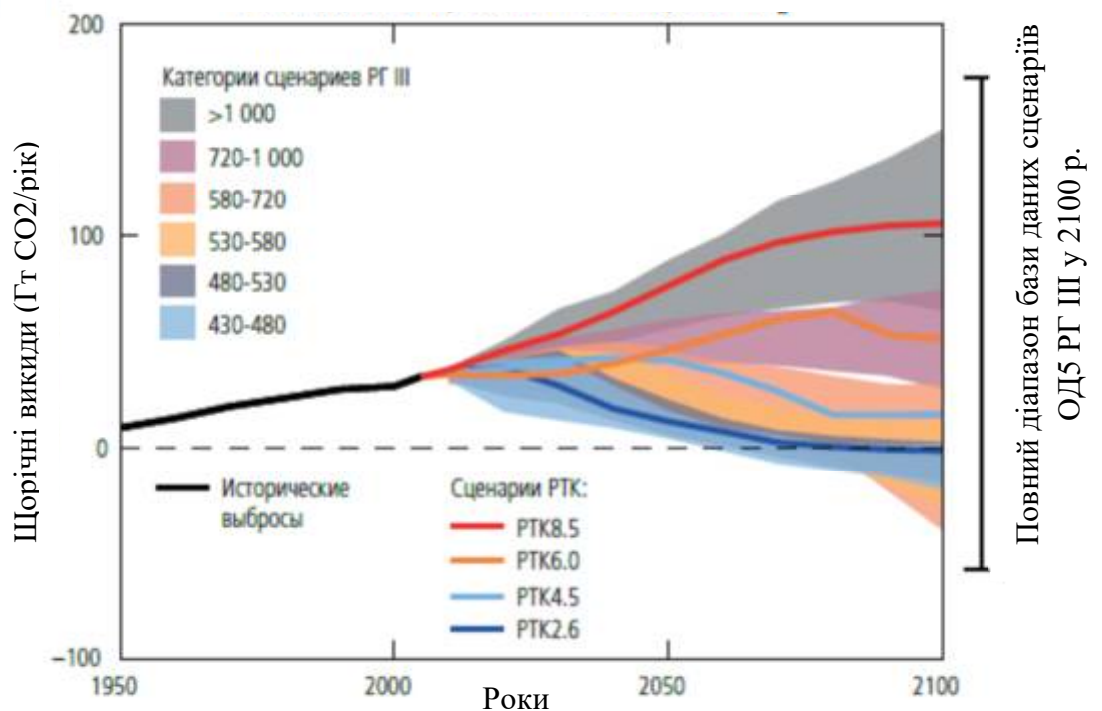
Щорічні антропогенні викиди CO₂

Рисунок 4.30 - Проекції аномалій середньорічної глобальної приземної температури повітря (відносно 1986-2005 рр.) для сценаріїв РТК за результатами експериментів ППСМ5 для мультимодельного середнього (суцільні лінії) та стандартного відхилення 1,64 (5-95%) [55]

Згідно РТК6.0 і РТК8.5, радіаційна дія не досягає максимального значення до 2100 р.; в РТК2.6 вона досягає максимуму і потім знижується; в РТК4.5 вона стабілізується до 2100 р.

З точки зору загального впливу РТК8.5, в цілому порівняння зі сценарієм A2/A1FI СДСВ, РТК6.0 - з B2, а РТК4.5 - з B1. Для РТК2.6 будь-який еквівалентний сценарій в СДСВ відсутній. В результаті, різниця між абсолютними значеннями кліматичних перспективних оцінок, наведеними в ДО4 і ОД5, здебільшого викликані включенням в оцінку більш широкого діапазону викидів [55].

На рис. 4.31 кількість моделей, використаних при розрахунку мультимодельного середнього значення, наведено в верхньому правому куті кожної частини рисунку.

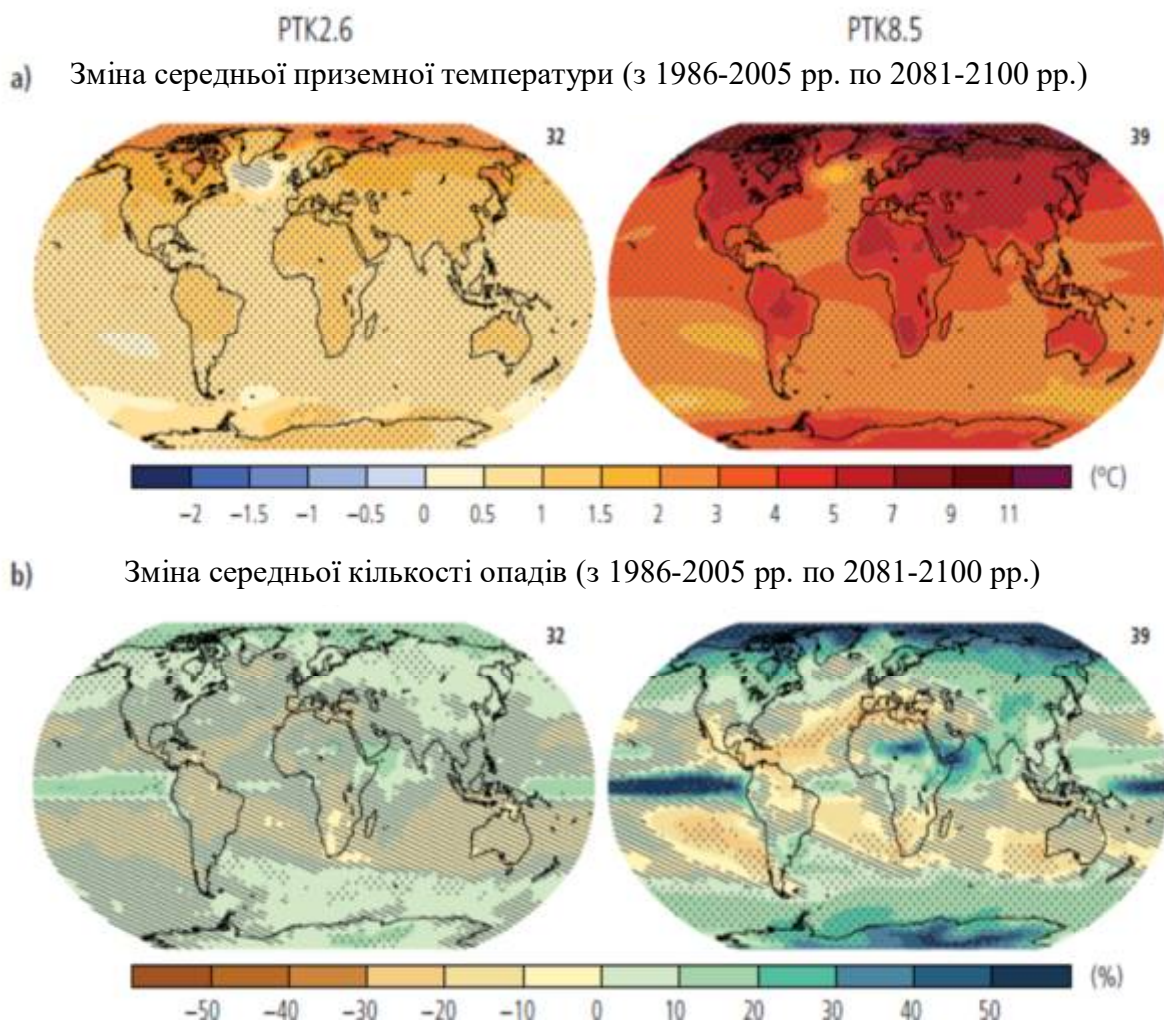


Рисунок 4.31- Перспективні оцінки мультимодельного середнього (тобто середнє значення наявних модельних перспективних оцінок), отримані в рамках 5-го етапу Проекту для періоду 2081-2100 рр. згідно з сценаріями РТК2.6 (зліва) і РТК8.5 (праворуч) для (а) зміни середньорічної приземної температури, (б) зміни середньорічної кількості опадів, в процентах, і (с) зміни середнього рівня моря.

Зміни наведені щодо періоду 1986-2005 рр. [54]

Точковим штрихуванням на зображеннях (а) і (б) позначені регіони, в яких зміна, згідно перспективних оцінок, значна у порівнянні з природною внутрішньою мінливістю (тобто перевищує два стандартних відхилення внутрішньої мінливості 20-річного ряду середніх) і за якими серед 90% моделей узгоджуються щодо знаку змін. Штрихуванням у вигляді діагональних ліній на (а) і (б) показані регіони, в яких зміна, згідно перспективних оцінок, менше одного стандартного відхилення природної внутрішньої мінливості 20-річного ряду середніх.

Стосовно змін у гідрологічному циклі в ОД5 відмічається наступне:

- Зміни кількості опадів при світовому потеплінні будуть однорідними. Згідно зі сценарієм РТК8.5, до кінця цього століття в високих широтах і екваторіальній частині Тихого океану матиме місце, ймовірно, збільшення середньорічної кількості опадів. За сценарієм РТК8.5 в багатьох посушливих регіонах в середніх широтах і в субтропіках середня кількість опадів, ймовірно, зменшиться, в той час як у багатьох вологих регіонах в середніх широтах до кінця цього століття вона, ймовірно, зросте (рис. 4.31).
- До кінця цього століття по мірі підвищення середньої глобальної приземної температури інтенсивність і повторюваність явищ екстремальних опадів над більшою частиною суші в середніх широтах і над вологими тропічними регіонами, дуже ймовірно, збільшиться.
- В цілому, згідно з усіма сценаріями РТК, ймовірно, що область, охоплена мусонними системами, розшириться, а мусонні опади, ймовірно, посиляться; пов'язана з Ель-Ніньо/Південним коливанням (ЕНСО) мінливість опадів на регіональних масштабах, ймовірно, збільшиться.

Отже, як можна бачити, прогнози ОД-5 доволі стримані, та залишають багато питань для подальшого спостереження та дослідження [19].

4.4.1.3 Спеціальна доповідь МГЕЗК про вплив глобального потепління на 1.5 °C

Як вже було відмічено вище, в 2019 році опублікована Спеціальна доповідь МГЕЗК щодо впливу глобального потепління на 1,5 °C, порівняно з до індустріальним рівнем та пов'язаних з ними глобальних викидів парникових газів [55]. Відповідно до неї, у зв'язку з глобальним потеплінням до 1,5 °C, відбуваються регіональні зміни клімату, які включають збільшення частоти випадків екстремальних температур повітря, а також частоти, інтенсивності і кількості сильних опадів в деяких регіонах, з одного боку, а з іншого - збільшення інтенсивності і частоти засух в інших регіонах.

Передбачається, що екстремальні температури будуть прогрівати сушу більше, ніж океан: температура в екстремально спекотні дні в середніх широтах підвищиться приблизно на 3°C при глобальному потеплінні $1,5^{\circ}\text{C}$ і близько 4°C - при 2°C , а екстремально холодні ночі у високих широтах потеплішають приблизно на $4,5^{\circ}\text{C}$ при $1,5^{\circ}\text{C}$ і на 6°C - при 2°C . Отже, прогнозується збільшення кількості спекотних днів в більшості регіонів суші з найбільшим збільшенням в тропіках.

Рівень моря. До 2100 року, згідно з прогнозами, глобальне підвищення середнього рівня моря буде на 0,1 метра нижче з урахуванням глобального потепління на $1,5^{\circ}\text{C}$ - в порівнянні з 2°C . Тобто, рівень моря буде продовжувати рости набагато далі 2100 року, а величина і швидкість цього зростання залежать від майбутніх варіантів розвитку подій. Більш повільні темпи підйому рівня моря відкривають великі можливості для адаптації людини в екологічних системах малих островів, низинних прибережних районів і дельт [58].

На основі моделі прогнозу глобального підвищення середнього рівня моря (щодо 1986-2005 рр.) припускають, що орієнтовний діапазон підвищення від 0,26 м до 0,77 м до 2100 року для $1,5^{\circ}\text{C}$ глобального потепління на 0,1 м (0,04-0,16 м) менше, ніж для глобального потепління на 2°C . Але підвищення рівня моря продовжиться після 2100 року, навіть якщо глобальне потепління буде обмежено $1,5^{\circ}\text{C}$ в 21-м столітті. Зниження глобального рівня моря на 0,1 м означає, що до 10 мільйонів чоловік будуть схильні до пов'язаним з цих ризиків: просочування солоної води в ґрунт, повені та збитків інфраструктури.

У північній півкулі нестабільність морського крижаного покриву в Антарктиці або необоротна втрата крижаного покриву Гренландії можуть призвести до багатометрового підйому рівня моря в період від сотень до тисяч років. Ці нестабільності можуть бути викликані при глобальному підвищенні температури від $1,5^{\circ}\text{C}$ до 2°C .

Чим повільніше швидкість підвищення рівня моря при глобальному потеплінні на $1,5^{\circ}\text{C}$, тим більше знижуються ризики, надаючи більш широкі можливості для адаптації, в тому числі управління і відновлення природних

прибережних екосистем і зміцнення інфраструктури. прогнозується, що 1,5 °C в порівнянні з 2 °C знизить вплив на наземні, прісноводні і прибережні райони [58].

Передбачається, що приблизно 4% глобальної земної площі піддається трансформації екосистем від одного типу до іншого при 1 °C глобального потепління в порівнянні з 13 % - при 2 °C. це вказує на те, що прогнозована площа буде приблизно на 50 % нижче за 1,5 °C - в порівнянні з 2 °C.

Океан. Прогнозується, що обмеження глобального потепління до 1,5 °C в порівнянні з 2 °C призведе до зниження зростання температури океану, а також пов'язане з цим підвищення кислотності океану і зниження рівня кисню в океані. Отже, обмеження глобального потепління до 1,5 °C, за прогнозами, зменшить ризики морському біорізноманіттю, рибальству і екосистемам, а також їх функцій і послуг для людей [58].

Як показують недавні зміни в арктичному морському льоду існує висока ступінь впевненості в тому, що ймовірність того, що влітку рівень Північного Льодовитого океану буде значно нижче в глобальному масштабі при потеплінні на 1,5 °C - в порівнянні з 2 °C. Так, з урахуванням глобального потепління на 1,5 °C одне арктичне літо без морського льоду прогнозується на 100 років. Ця ймовірність зростає як мінімум до одного в десятиліття при 2 °C глобального потепління. Вплив перепадів температури оборотні для арктичного морського крижаного покриву в масштабах десятиліть.

Водозабезпеченість населення. Залежно від майбутніх соціально-економічних умов обмеження глобального потепління до 1,5 °C, в порівнянні з 2 °C, може знизити частку населення світу, схильного зміні клімату, яке викликає збільшення браку води до 50 %, хоча існує значна мінливість між регіонами.

Резюме. Всі перераховані ризики залежать від величини і швидкості потепління, географічного положення, рівнів розвитку і уразливості, а також вибору і реалізації варіантів адаптації і пом'якшення наслідків від глобального потепління [58].

4.4.2 Основні напрямки адаптаційної стратегії для Європи в умовах впливу змін клімату на водні ресурси

Загальний зареєстрований економічний збиток, викликаний екстремальними погодними і кліматичними явищами в країнах-членах Європейського економічного простору за період 1980-2015 рр., становить понад 433 млрд. євро. Погодні та кліматичні, гідрологічні та геофізичні природні небезпеки призводять до значних і зростаючих фінансових і економічних втрат. Фінансові втрати складаються з вартості втраченого капіталу, витрат на відновлення і альтернативних витрат. Прямі фінансові втрати можуть спровокувати шоки попиту і пропозиції, які торкнуться регіональних економік в районах, постраждалих від стихійних лих, і за їх межами. Найбільша частка економічних наслідків викликана повеннями (38 %), за якими слідують шторми (25 %), посухи (9 %) і хвилі тепла (6 %).

У 2015 році ООН узгодила відновлене глобальне партнерство в інтересах сталого розвитку та Порядок денний в галузі сталого розвитку на період до 2030 року, які засновані на декількох взаємодоповнюючих багатосторонніх програмах: SFDRR (Сендайська рамкова програма по зниженню ризику лих), Паризька хартія про зміну клімату (UNFCCC) та Аддіс-Абебська програма дій по фінансуванню розвитку (AAAA). У 2016 році в Порядку денному для людства і Новій програмі розвитку міст був продовжений Порядок денний в галузі сталого розвитку на період до 2030 року ССА (Адаптація до зміни клімату) і зниження ризику стихійних лих (DRR) є одними з основних цілей Порядку денного в галузі сталого розвитку на період до 2030 року, озвученої в ході цих великих конференцій і зустрічей на вищому рівні ООН, проведених в 2015 і 2016 роках [59].

Структура ЄС по зниженню ризиків була утворена рядом тематичних законодавчих актів, центральним з яких є Механізм громадянського захисту ЄС. Узгоджені європейською дією по адаптації до змін клімату послідували у кінці 2000-х років (Зелена книга «Адаптація до зміни клімату в Європі - різноманітні

чинники ЄС» стала першою віхою (2007 р.) [60], за якою у 2009 р. послідувала Біла книга ЄС з адаптації до змін клімату [61], а в 2013 р. - Стратегія ЄС з адаптації до змін клімату [62]). Всі ці документи інтегруються в ключові політичні та стратегічні напрями ЄС, що захищають громадянську інфраструктуру, навколишнє середовище, трансграничні проблеми безпеки, сільське господарство, продовольчу безпеку та безпеку харчування, а також комплексне управління прибережною зоною.

В травні 2017 року Європейська Комісія опублікувала зведений звіт і огляд зібраних Національних оцінок ризику (NRA) [63]. У доповіді розглядаються 11 основних ризиків лих, серед яких повені, екстремальні погодні умови і лісові пожежі. В подальшому звіті більший упор буде зроблений на те, щоб зробити NRA більш порівнянними і однаковими, а також на проведенні оцінки ризиків на регіональному рівні, всередині і між державами-членами ЄС. Для першої мети в звіті вказана передова практика в методологіях і процесах NRA. Ще більш всеосяжна оцінка та картування ризику запропоновані Паводковою Директивою [64], в якій слід враховувати можливий вплив зміни клімату на частоту і інтенсивність паводків, починаючи, найпізніше, з другого циклу планування (2016-2021 рр.). Нещодавно ЕЕА (Європейське агентство з навколишнього середовища) опублікувало звіт, в якому досліджується синергізм між відновленням заплави і водогосподарською та іншою тематичною політикою ЄС [65].

Центр знань з управління ризиками стихійних лих (DRMKS) - це нова ініціатива Європейської комісії щодо поліпшення і поглиблення взаємодії між політиками і вченими в області УРБ, заснована на трьох основних принципах: партнерство, знання та інновації. DRMKS розробив керівництво ЄС для реєстрації та обміну даними про пошкодження і втрати в результаті лих [66]-[68].

В рамках унікальних спільних зусиль різних європейських модельних інститутів була зроблена спроба оцінити «гарячі точки стихійних лих», як це визначено Forzieri et al. (2015), і розвиток цих процесів в зв'язку зі зміною клімату в Європі. Автори [69] виявили, що в регіонах на півдні Європи (на Піренейському півострові, на півдні Франції, на півночі Італії і на Балканах уздовж Дунаю) буде

спостерігатися «прогресивне і сильне збільшення загальних кліматичних небезпек» [70]. Частота річкових паводків потроїться (при нинішніх 100-літніх подіях, що відбуваються приблизно кожні 30 років (в 2080-х роках на півдні Франції і в північній Італії і, можливо, протягом року в регіоні Дунаю) частота теплових хвиль, засух і лісових пожеж збільшиться більш ніж в 10 разів за той же період (в основному в південній Європі). Однак найбільше накопичення майбутніх ризиків буде відбуватися в прибережних регіонах, що межують з Північним морем, таких як Британські острови і Нідерланди, які є густонаселеними і мають ключове значення для Європи. Загальна схильність множинним (незалежним) небезпекам показує позитивний градієнт, який «ще більш виражений, ніж в сценаріях з однією небезпекою» [70].

Взаємодії небезпек і їх «вторинні ефекти» не могли бути оцінені в цьому дослідженні через нестачу «знань про фізичні взаємодії між небезпеками» і відсутності метричних даних про небезпеки з більш точним тимчасовим дозволом, де будуть потрібні щомісячні дані [70] про стан прибережної зони і заплав. Тривалі і сильні опади і танення снігу можуть самі по собі або в поєднанні призвести до повеней в річках, коли рівень води піднімається на багато метрів вище нормального рівня для прилеглих територій. Сьогодні річкові системи в Європі, як і в багатьох інших частинах світу, сильно змінені в порівнянні з їх природним станом. За минулий тисячу років і, що найбільш важливо, в 20-м столітті прибережні зони і заплави були все більш забудовані в результаті діяльності людини. Вирівнювання річкових русел з метою полегшення навігації змінило природну гідроморфології річки, прибережні зони осушені, а заплави забудовані. Такий розвиток територій підвищує ризик економічного збитку, і повені стають одним з найдорожчих стихійних лих в Європі [65], [71]-[72].

Річкові паводки завдають шкоди інфраструктурі, промисловим підприємствам, майну і сільськогосподарським угіддям і можуть побічно викликати виробничі втрати, викликані пошкодженням транспортної чи енергетичної інфраструктури. Повені можуть також призвести до загибелі людей, переміщення людей і пошкодження культурної спадщини. Також в період

повеней часто збільшуються рівні забруднення, що може впливати на здоров'я людини, наприклад через забруднення сільськогосподарської продукції і води для купання, або забруднення питної води.

4.4.3 Методи оцінки сучасних змін екстремальності клімату

4.4.3.1 Світовий досвід оцінки ймовірних ризиків від паводків

Тенденції в частоті появи річкових паводків можуть бути оцінені або шляхом аналізу кількості випадків паводків, або шляхом аналізу економічних втрат. Виявлення значущих тенденцій в кількості випадків річкових паводків у Європі часто утруднено через їх великий природної мінливості [72]-[74]. Надійне визначення зміни частоти повеней вимагає довгострокових спостережень за стоком річок. Часто тимчасові ряди не є достатньо довгими для виявлення тенденцій, а гідрологічні мережі зазвичай скорочуються за бюджетними причин. Проте, на підставі інформації з архіву Дартмутської паводкової обсерваторії (DFO) число великих повеней збільшилося в період 1985-2009 рр.

За даними досліджень європейських вчених, зокрема групи дослідників з Технічного Університету Відня під керівництвом проф. Guenter Bloeschl [75], тенденції щодо змін у кількості та величинах повеней різного походження на території Європи не однозначні. В якості прикладу наводиться хронологічний ряд спостережень за річними максимумами стоку на р. Дунай у Відні (рис. 4.32).

Розглядаючи хронологію повеней у Відні, Bloeschl відмічає, що існують роки з відносно невеликим піковим стоком (який насправді не призводить до "повені"), і є роки з дуже великим стоком, які, безумовно, кваліфікуються як повені. Чотири з найбільших повеней були позначені колами – це повені, що сталися в червні 2013р., серпні 2002р., липні 1954р. та вересні 1899р. Всі ці повені були утворені сильними опадами, причому максимальна кількість опадів за декілька днів перевищувала 300 мм. Винятком стали опади у вересні 1899 року,

коли їх кількість була набагато вищою (більше 500 мм), однак максимальний стік не дуже відрізнявся від інших випадків. Це пояснюється тим, що у вересні підстильна поверхня була досить сухою через невисокі літні опади. Значна частина опадів, таким чином, пішла на інфільтрацію, і тому фактичний стік дещо зменшився [76].

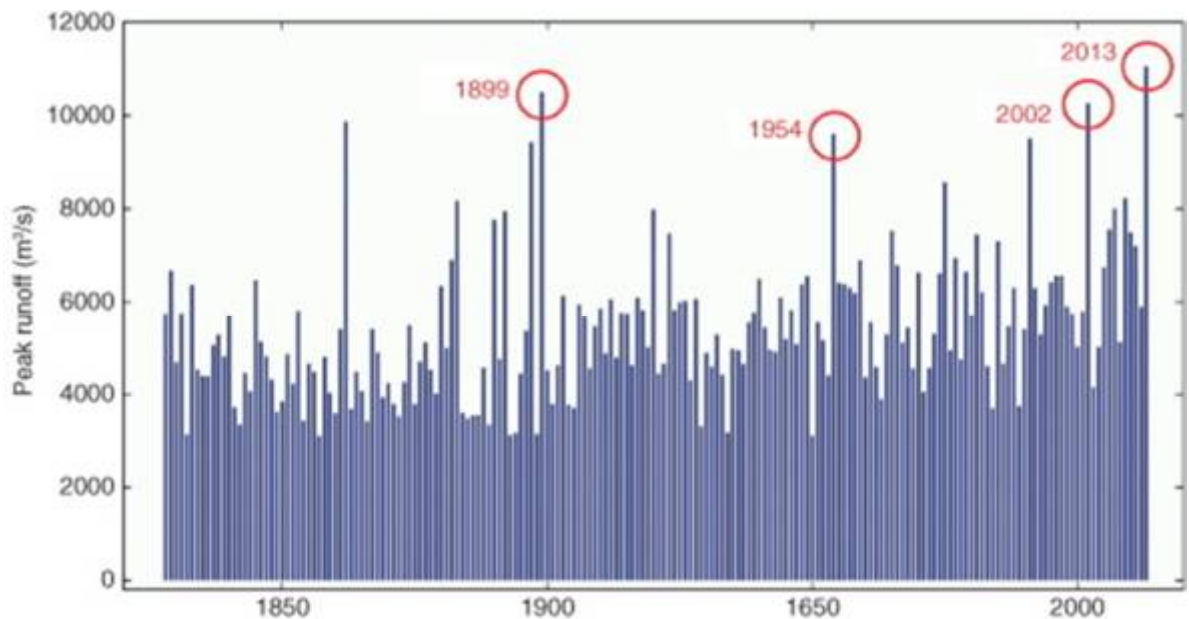


Рисунок 4.32- Максимальний річний стік повені (найбільша витрата у кожному році) для Дунаю у Відні в період між 1828 та 2013 роками [75]

Подібні хронологічні ряди спостережень були проаналізовані численними дослідниками для річок Європи, щоб зрозуміти чи мають місце будь-які зміни величин і частоти повені протягом останніх десятиліть [77-81].

Для перевірки існування тренду використовувалась лінійна регресія, а також оцінювалась, чи тенденція є статистично значимою. В цілому ці дослідження за останні десятиліття продемонстрували велику увагу до хронології повеней на річках у всьому світі, але отримані дані свідчать про їх велику просторову неоднорідність. Природно, що ця гетерогенність обумовлена, головним чином, місцевими процесами, які впливають на масштаби повені. Але існують також цікаві великомасштабні тенденції, які виявлені в результаті аналізу [79]. Зокрема, на Піренейському півострові та у Північно-Східній Європі

спостерігається тенденція до зменшення повеней (внаслідок більш ранніх дат сніготанення), а у Західній Європі – до збільшення (внаслідок збільшення опадів). Однак, автори дослідження [79] відмічають, що результати аналізу тенденцій незмінно залежать від періоду спостережень за серією повеней, а він не однаковий для всіх досліджуваних регіонів, отже отримані тенденції потребують подальшого корегування. Слід зазначити, що територія України, також як й Європейська територія Росії, не були включені до дослідження, отже тенденції в ході максимального стоку річок на цих територіях не аналізувались.

У 2015-2016 роках проф. G.Bloeschl та доктор J.Hall ініціювали нове масштабне дослідження, в якому прийняли участь 35 вчених з більшості Європейських країн, в тому числі із України – представник УкрГМІ Л. Горбачова та один з авторів даної роботи – В. Овчарук. Задача дослідження полягала в зборі та аналізі даних по максимальному стоку річок Європи за період з 1960 по 2010 роки. Було зібрано інформацію практично по 5000 гідрологічних станціях, в тому числі по 261 станції в Україні. В результаті аналізу хронологічних рядів річних максимумів та дат їх спостереження на наявність трендів виявлені райони однорідних трендів (рис. 4.33) [82].

Авторами [82] виділено 4 регіони з однаковою направленістю трендів та особливостями формування максимальних витрат води: 1 – Північно-Східна Європа: раннє сніготанення; 2 – регіон Північного моря: пізні зимові шторми; 3 – Західна Європа уздовж Атлантичного узбережжя: більш ранні строки настання максимальної вологості ґрунту; 4 – частини Середземноморського узбережжя: більш сильний вплив Атлантики взимку.

У подальшому дослідження групи авторів були продовжені, а їх останні результати представлені у роботі (Blöschl, et al., 2019) [82]. На рис. 4.34 представлені уточнені результати стосовно наявних трендів у рядах паводків в Європі. Так на рис. 4.34 (а) представлені результати за даними тільки 664 станцій, на яких відмічається значущий тренд, а на рис. 4.34 (б) показані результати для станцій, відстань яких одна від одною перевищує 50 км. В першому випадку ступень змін в датах проходження максимальних витрат збільшилася, у другому -

тренди дещо менші, але загальні тенденції зберігаються в обох випадках [82].

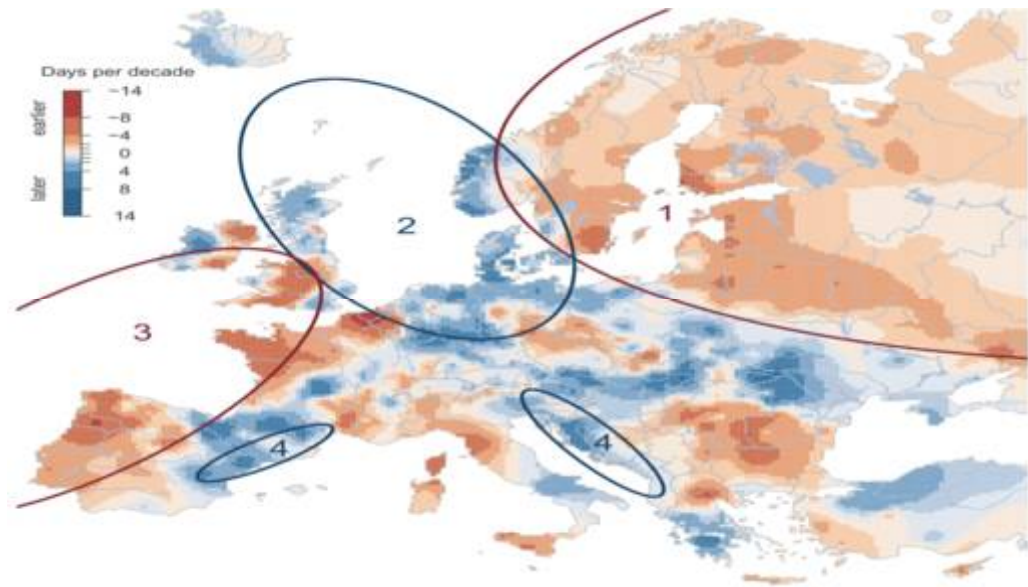


Рисунок - 4.33 Спостережувані часові тенденції максимального річкового стоку в Європі (1960-2010 рр.) [75]

З іншого боку, дані про економічні втрати можуть стати ще одним джерелом для аналізу тенденцій впливу повеней, але вони можуть бути не завжди об'єктивними. Таку інформацію, наприклад, можна отримати в підтримуваній базі даних втрат NatCatSERVICE в Мюнхені. База даних містить майже 1 500 зареєстрованих подій повеней в період 1980-2015 рр. в 33 країнах-членах ЄАНС. Однак тільки 120 з 1500 можуть бути класифіковані як визначні паводки, поріг економічних втрат яких перевищує 100 мільйонів євро (рис. 4.35).

Згідно [84], економічні втрати від повеней в Європі значно збільшилися (до 1970-х років). Тенденція до збільшення економічного збитку від річкових паводків в першу чергу пов'язана з соціально-економічними факторами, такими як збільшення добробуту населення в зонах затоплення, проте керування річковими руслами і зміни клімату також відіграють свою роль. З огляду на регіональний валовий внутрішній продукт (ВВП), ризики повеней найбільш високі в значній частині Східної Європи, Скандинавії, Австрії, Великобританії та деяких об'єктах Франції і Італії [73].

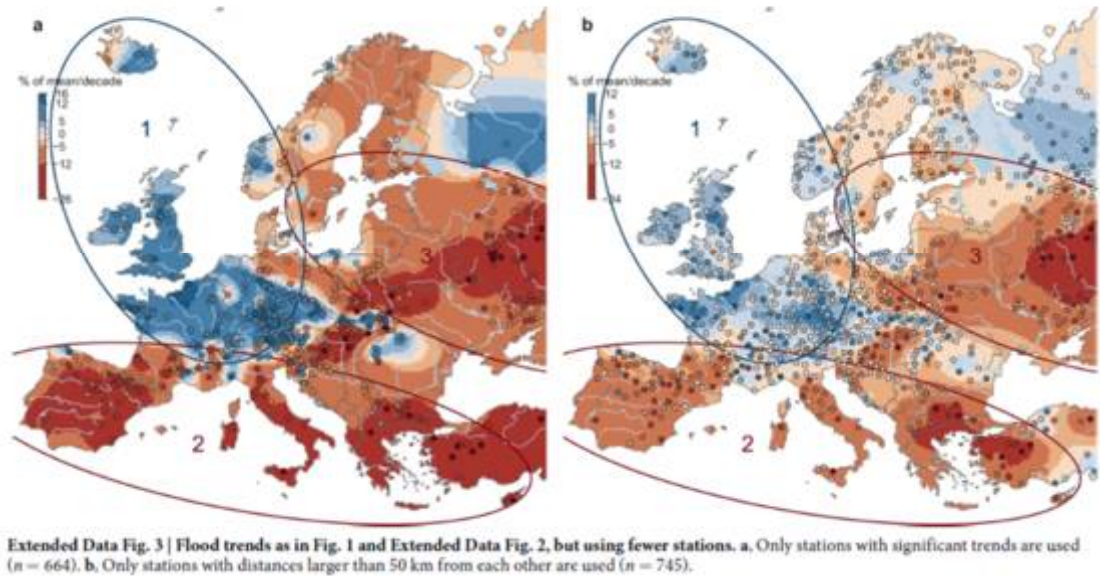
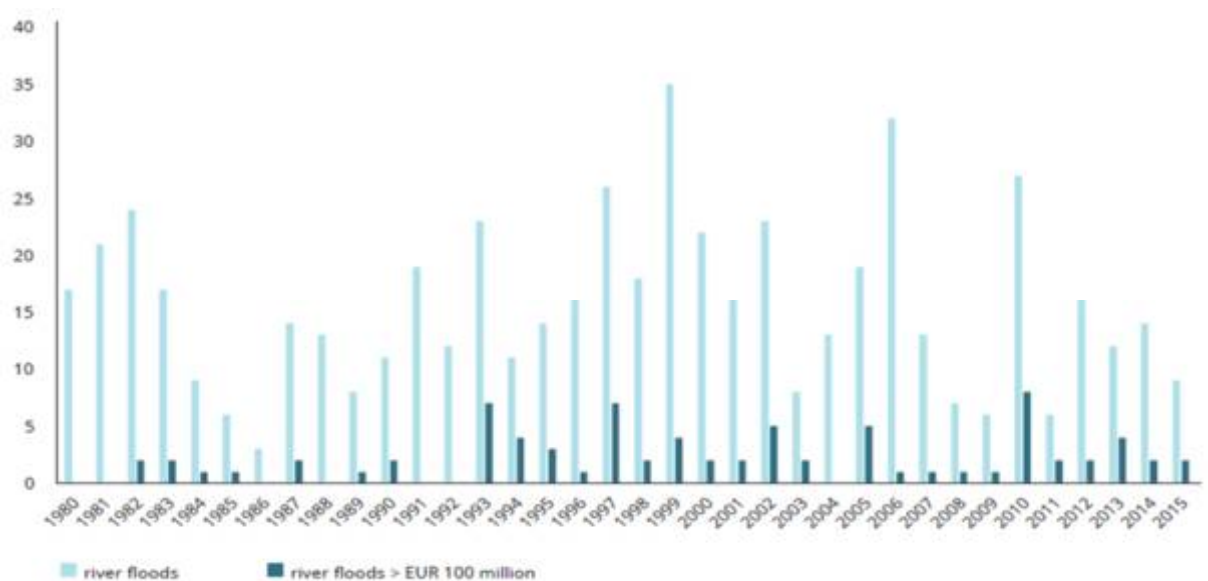


Рисунок 4.34 – Тенденції в часових рядах паводків в Європі при різних вихідних даних [82]



Примітка. Світло-блакитні стовпчики показують всі зареєстровані річкові паводки, а темно-сині стовпці показують тільки події повені, що перевищують економічні збитки на суму понад 100 млн. євро.

Рисунок 4.35- Кількість випадків паводків в період між 1980 і 2015 рр. у країнах-членах ЄС (Munich RE [83] provided to EEA under institutional agreement)

Майбутні зміни в ризику паводків в Європі були змодельовані з використанням гідрологічної моделі, заснованої на ансамблі моделювання клімату [85]-[88]. Особливий інтерес представляє частотний аналіз піків паводків вище 100-річного рівня, який є середнім рівнем захисту європейської річкової мережі, хоча й зі значними регіональними відмінностями [82], [89]-[90] і змодельована оцінка ризику повеней в Європі на основі високих концентрацій парникових газів в атмосфері (RCP8.5) [86].

Використовуючи три різних майбутніх періоди на основі гідрологічної моделі LISFLOOD і ансамбль з семи кліматичних моделей Euro-CORDEX, (сценарій RCP8.5) в роботі [86], показані зміни рівня 100-літніх (Q_{100}) повеней (рис. 4.36-4.38). На представлений карті синій колір вказує на підвищення рівня паводків, а червоний - на зниження; в цілому в межах Європи спостерігаються великі регіональні відмінності. Відносні зміни представлені для тимчасових інтервалів 2006-2035 рр. (2020 р.), 2036-2065 (2050 р.) і 2066-2095 (2080 р.) в порівнянні із середнім по ансамблю базовим рівнем (1976-2005 рр.). Узгодженість моделі оцінювались за допомогою коефіцієнта варіації (C_v) відносних змін. Менші C_v вказують на кращу збіжність моделі, річки з великими значеннями C_v (більше 1) показані сірим кольором (рис. 4.36-4.38). Нарешті XXI століття найбільше збільшення паводків Q_{100} прогнозується на Британських островах, північному заході і південному сході Франції, в північній Італії і деяких регіонах на південному сході Іспанії, на Балканах і в Карпатах.

Невелике збільшення прогнозується для центральної Європи, верхній частині Дунаю і його основних приток. Навпаки, зменшення повеней Q_{100} прогнозується в значній частині північно-східної Європи через зменшення накопичення снігу і, отже, повеней, пов'язаних з таненням, при більш м'яких зимових температурах. Ці результати узгоджуються з більш ранніми дослідженнями [85], [91]-[92]. Слід також зазначити, що на рис. 4.36-4.38 показано середнє значення по декількох моделях, що забезпечує найкращу оцінку при семи моделях. Однак результати окремих моделей можуть істотно відрізнятися, і всі результати можуть бути невизначеними, зумовленими декількома факторами.

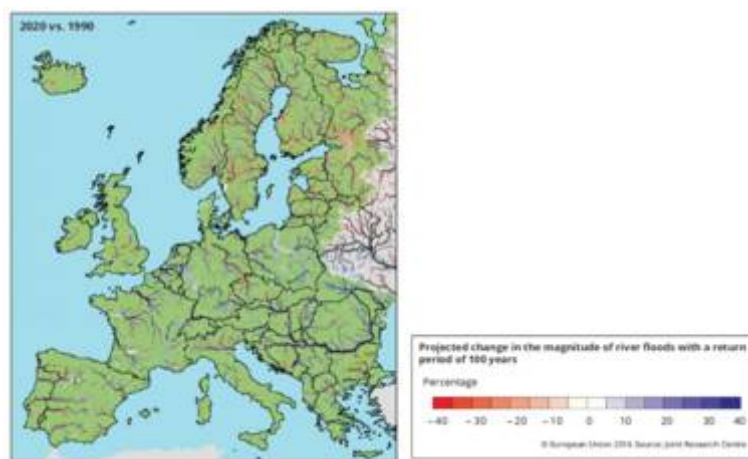


Рисунок 4.36 - Прогнозовані зміни в річкових паводків з періодом повторення 1 раз в 100 років для раннього періоду (до 2020 р.) [86]

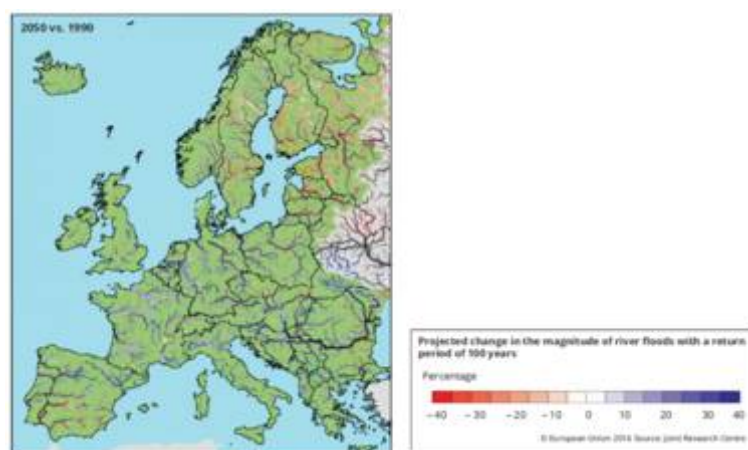


Рисунок 4.37 - Прогнозовані зміни в річкових паводків з періодом повторення 1 раз в 100 років для середнього періоду (до 2050 р.) [86]

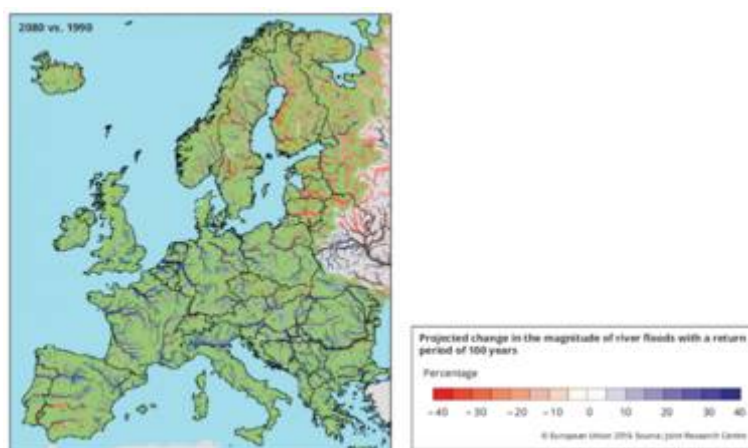


Рисунок 4.38 - Прогнозовані зміни в річкових паводків з періодом повторення 1 раз в 100 років для пізнього періоду (до 2080 р.) [86]

Існують невизначеності, пов'язані з кліматичними сценаріями, які використовуються в якості основи для прогнозів. Аналіз LISFLOOD обмежується більш великими річками в Європі, які можуть бути не характерні для цілої країни або регіону. Наприклад, в північній Європі кількість паводків на невеликих річках, де в якості основного джерела живлення переважають опади, може збільшитися через прогнозоване збільшення кількості опадів, навіть якщо прогнозується, що паводки на великих річках, в живленні яких переважає сніготанення, зменшаться [93]. Недолік наземних даних адекватних якості і кількості також є причиною невизначеності в прогнозах, оскільки матеріал для калібрування і перевірки не є задовільним [88].

Подальше дослідження об'єднало результати оцінки небезпеки повеней з докладними картами впливу для оцінки економічних ризиків і ризиків для здоров'я від повеней в Європі [94]. Результати свідчать, що сценарій сильної зміни клімату може збільшити соціально-економічний вплив повеней в Європі більш ніж в три рази до кінця XXI століття. Найбільше зростання ризику повеней, заснованих на очікуваному річній кількості населення, прогнозується в Австрії, Угорщині, Словаччині та Словенії [87]. Заходи з адаптації були оцінені для істотного зниження економічного збитку від (річкових і прибережних) повеней (Мокреч і ін., 2014; Альфieri і ін., 2016).

Схожі дослідження представлені в роботі [82], де проаналізовано періоди 100-річних паводкових витрат за період з 1960 р. по 2010 р. (рис. 4.39). На рис. 4.39 сині точки показують, що період повернення низький, тобто ймовірність Q_{100} підвищується – така тенденція характерна для Великобританії, Півночі Європи та Росії. Красний колір, навпаки, показує на великий період повернення, тобто зменшення паводкових витрат; така тенденція простежується для Півдня Європи та практично для всієї території України, Білорусі та центру Європейської частини Росії.

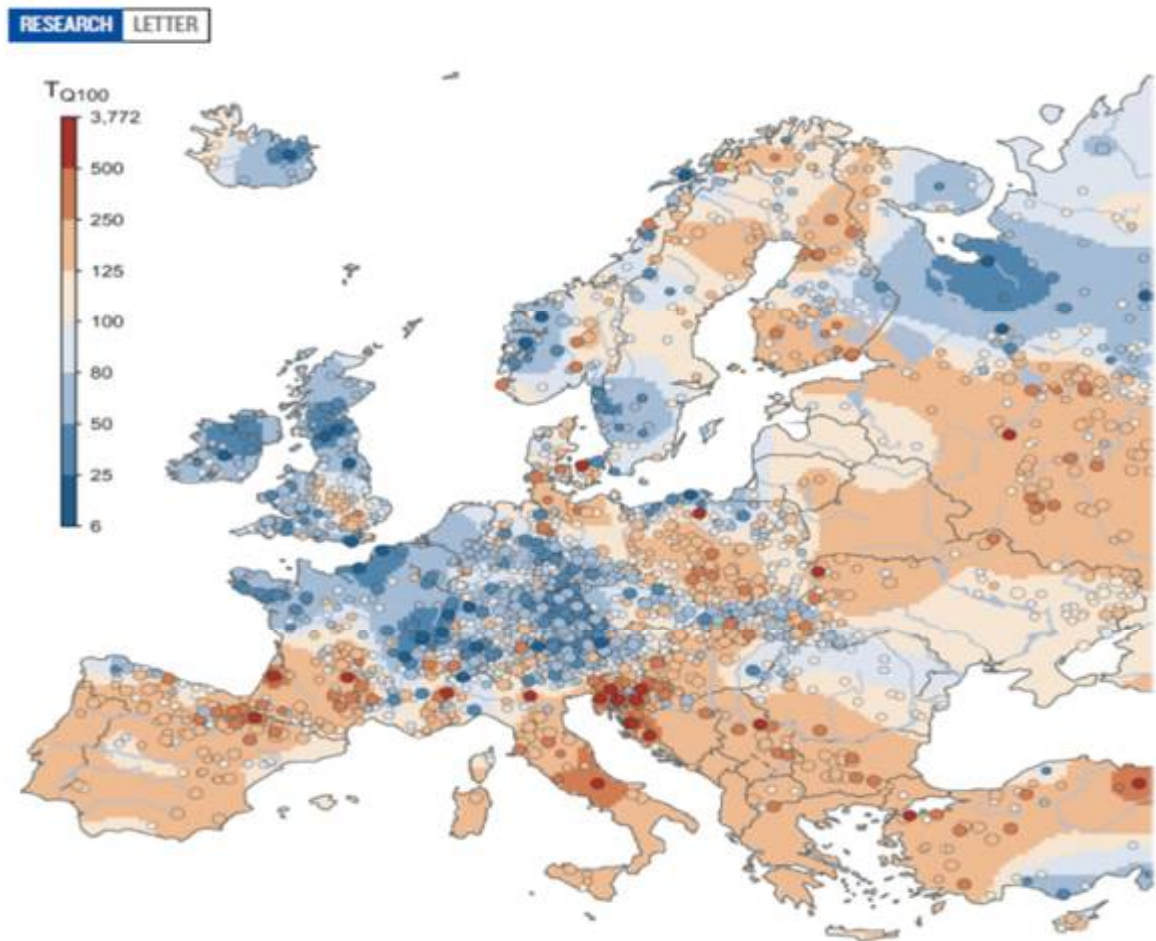


Рисунок 4.39 - Оцінка періоду повернення 100-річних витрат паводків за період з 1960 по 2010 рр. [82]

Таким чином, аналіз показує, що тенденції в частоті і інтенсивності річкових паводків є невизначеними через низький тимчасовий і просторовий прояв паводків і невідповідностей в історичних даних, а також із-за змін в морфології річок, що виникають в результаті випрямлення річок, будівництва гребель, відводів, природних змін об'ємів русел, а також змін в землекористуванні і мінливості клімату. Дані про вплив повеней можуть бути отримані з таких баз даних, як DFO [95], з Університету Колорадо, База даних з надзвичайних ситуацій (EM-DAT) [96], Центру досліджень з епідеміології стихійних лих і NatCatSERVICE від Munich RE [97]. Інформація по картах небезпеки і ризику річкових паводків для Європи доступна відповідно до Європейської директиви про повені [64] з 2013 року і переглядається кожні шість років. Оскільки багато

річок перетинають кордони, директива підтримує міжнародне співробітництво, що вимагає розробки планів управління ризиками повеней в кожному з приблизно 180 районів річкових басейнів в Європі. Інформація, яка може зменшити кількість стихійних лих в результаті повені в Європі, спрямована на з'ясування небезпеки повеней та ризику повеней, а також на розвиток систем раннього попередження і знань про заходи запобігання та захисту. Небезпека повені відображається як зона, на яку впливає, наприклад, 100-літня повінь, а картування ризику повені об'єднує небезпечну зону з активами, схильними до ризику несприятливих впливів. Система раннього попередження - це модель, яка на основі вхідних даних карт небезпеки і ризику повеней, умов в річці і її навколишньому басейні, тривалості та інтенсивності дощових опадів можуть в короткі терміни прогнозувати висоту рівня води уздовж річкового русла і видавати попередження про ризики. Хоча ступінь повені визначається більшістю держав-членів ЄС, різні країни використовують різні підходи, і в даний час карта небезпеки повеней в Європі недоступна. Отже, оцінка ризику повені, заснована на єдиній методології, також недоступна в європейському масштабі. Однак європейська оцінка небезпеки повеней та ризику повеней є вельми актуальним інструментом, необхідним для отримання цілісного погляду на потреби управління. Оскільки заходи щодо зниження ризику повеней, такі як будівництво нових дамб або гребель, є дорогими і можуть як посилити ризик повеней, так і завдати шкоди довкіллю, існує підвищений інтерес до технічних рішень в використанні, так і рішень на основі природи (NBS) для управління ризиками повеней. Такі рішення, засновані на відновленні природних відлиг, утримуючих властивих частин річки. Наприклад, це може бути досягнуто шляхом забезпечення затоплення уздовж певних частин річки з метою зменшення загальної висоти повені або шляхом переміщення дамб від безпосередньої близькості річкового каналу, щоб звільнити більше місця для води під час повені. В даний час є обмежена інформація про використання таких заходів на європейському рівні, наприклад, огляд зелених заходів, пов'язаних з метою політики «вжити адекватних та скоординованих заходів для зниження ризику повеней» [98].

4.4.3.2 Оцінка ймовірних ризиків від паводків в Україні

За даними Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), за останнє десятиріччя в світі було зареєстровано рекордно велику кількість стихійних катастроф, від яких потерпіло біля 2,7 млрд. чоловік, тобто більше третини населення планети. Україна вперше стає одним зі світових лідерів по кількості жертв від стихійних явищ. Згідно з рейтингом CRED на восьме місце в цьому списку в 2006 р. нашу країну вивела зима, коли від лютих морозів загинула 801 людина і постраждало близько 60000 і на дев'яте в 2008 р. – паводків, коли постраждало близько 225 000 і загинуло 38 чоловік [53].

Для того щоб інформація про стихійне лихо, була введена в базу даних CRED, необхідна прийняття одного із таких критеріїв:

- Повідомлення про загибель десяти (10) або більше людей.
- Сто (100) або більше людей повідомили, що постраждали.
- Декларування надзвичайного стану.
- Звернення до міжнародної допомоги.

На рис. 4.40 представлена діаграма розподілу частот, або повторюваності небезпечних природних явищ для території України за даними CRED. Найбільша повторюваність - 51,9%, відповідає паводкам, найменш характерна для посух.

На наступній діаграмі (рис. 4.41) показаний ймовірний розподіл економічних втрат від посух, екстремальної температури, паводків та злив різного походження. За цим показником найбільші втрати очікуються внаслідок посух, але на другому місці, з доволі великим відсотком (39,4%), все ж таки залишаються паводки.

Відповідно до Глобальної доповіді про оцінку безпеки стихійних лих 2015 року (GAR-2015) [99], ймовірнісна оцінка ризиків використовує математичні моделі для об'єднання будь-яких можливих майбутніх сценаріїв безпеки та інформацію про виявлення вразливості, для надання результатів оцінки можливих рівнів втрат у регіоні, який аналізується.

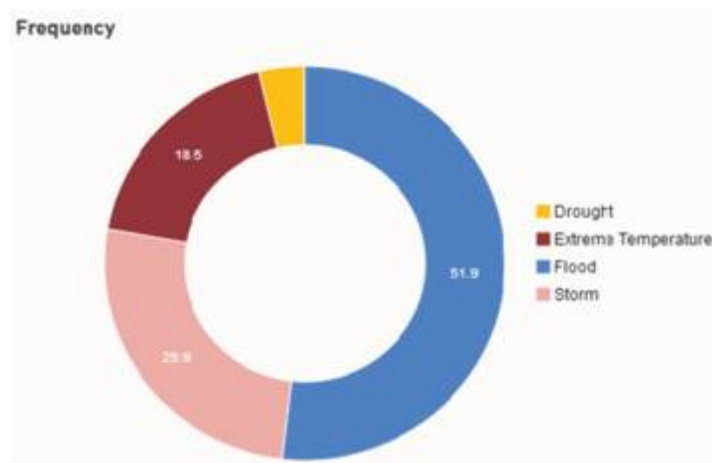


Рисунок 4.40 - Повторюваність небезпечних природних явищ на території України, за даними Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) за період 1990-2014 рр.

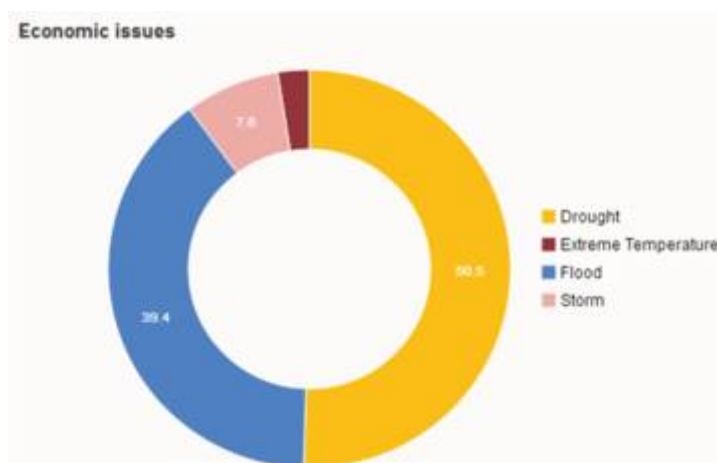


Рисунок 4.41 - Розподіл можливих економічних втрат внаслідок небезпечних природних явищ на території України, за даними CRED [53].

На відміну від історичних оцінок, ймовірнісні оцінки ризику враховують всі стихійні лиха, які можуть виникнути в майбутньому, включаючи дуже інтенсивні збитки з довгими періодами повернення втрат, а також долають обмеження, пов'язані з оцінками, отриманими на основі історичних даних.

Важливим є те, що ймовірнісна оцінка ризиків дає можливу величину розрахункових втрат, яку можна використовувати для прогнозування та планування майбутніх збитків. Ця інформація може бути використана для

планування та визначення пріоритетів інвестицій та стратегій управління ризиком стихійних лих.

В якості розрахункової величини втрат використовується поняття середній річний збиток (AAL), який представляє очікувані збитки на рік, пов'язані з виникненням майбутніх небезпек, використовуючи тривалий час спостереження. Ще одним показником є, так званий, максимальний збиток (PML), який представляє собою показник ризику, що відображає максимальну втрату, очікуваної в середньому протягом певної кількості років.

PML широко використовується для встановлення лімітів, пов'язаних із розміром резервів, які, наприклад, страхові компанії або уряд повинні мати для врахування буферних збитків: чим вище період повернення збитків, тим вище очікувані втрати. PML завжди пов'язаний із середнім періодом повернення.

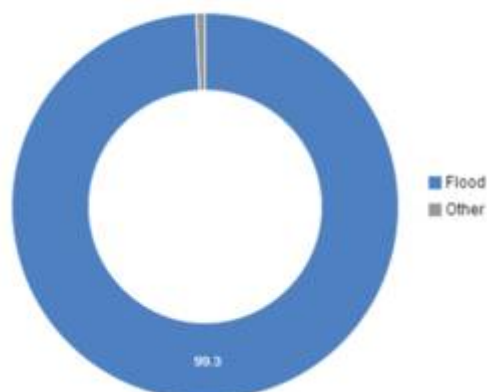
Середній період повернення 100, 250, 500, 1000 і 1500 років означає 5 %, 2 %, 1 %, 0,5 % та 0,3 % ймовірності перевищення цих втрати за 5 років.

Результати ймовірнісної оцінки збитків від небезпечних природних явищ, за показником AAL для України, представлено нижче. В якості основних небезпек виділено землетруси та паводки, причому величина збитків від паводків становить 99,3% від загальної величини (рис. 4.42) й обчислюється більше чим в 1 млн. доларів США!

На сайті CRED також представлені дані розрахунку індексу ризиків за моделлю INFORM [53]. Модель "ИНФОРМ" використовує три аспекти вразливості - аспекти фізичного впливу та фізичної вразливості інтегровані в аспект *небезпеки*, аспект нестабільності соціально-економічної системи стає в INFORM аспектом *вразливості*, тоді як відсутність стійкості до відновлення розглядається як відсутність *потенціалу спротиву*.

Отже, як показано на рис. 4.43, індекс ризику для України на 2018 рік є достатньо великим у порівнянні із сусідніми країнами і найбільша його складова представляє собою фізичну небезпеку природного характеру. За останні три роки цей ризик має тенденцію до зростання, також як й індекс нестабільності соціально-економічної системи.

Hazard contribution to AAL



Probabilistic risk results

Average Annual Loss (AAL) by hazard

Hazard	Absolute [Million US\$]	Capital stock [%]	GFCF [%]	Social exp [%]	Total Reserves [%]	Gross Savings [%]
Earthquake	8.67	0.001	0.027	0.021	0.046	0.032
Flood	1,153.80	0.170	3.579	2.759	6.145	4.197
Multi- Hazard	1,162.47	0.172	3.606	2.779	6.191	4.228

Рисунок 4.42 - Розподіл середнього річного збитку (AAL) внаслідок можливих небезпек природного характеру [53].

UKRAINE

Eastern Europe
Lower middle income

INFORM Country Risk Profile

VERSION 2018

	Value	Rank	Trend (3 years)
INFORM Risk	5.4	29	→
Hazard & Exposure	7.0	19	→
Vulnerability	4.5	58	→
Lack of Coping Capacity	5.0	76	→

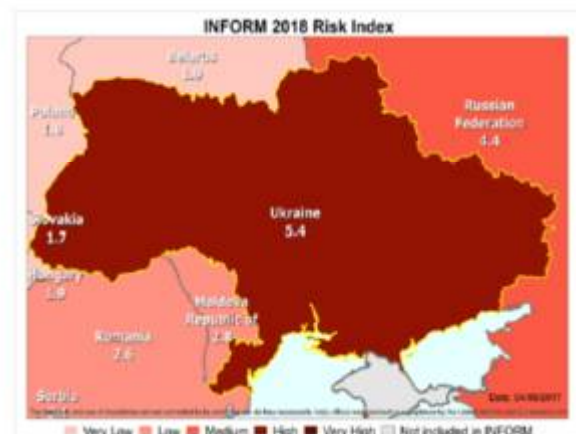


Рисунок 4.43 – Інформація про ризики на Україні у 2018 році [53]

4.4.4 Методика врахування впливу можливих змін клімату на розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля

Проведений короткий аналіз основних положень доповідей МГЕЗК [55] та адаптаційної стратегії для Європи в умовах впливу змін клімату [60] вказує на необхідність врахування можливих змін клімату у гідрологічних моделях й при моделюванні максимального стоку, зокрема.

Українські провідні гідрологи останні роки також досить ретельно займаються цією проблемою. В галузі розрахунків річного стоку фундаментальні дослідження, щодо антропогенного впливу, включаючи водогосподарські перетворення на фоні змін клімату, ведуться Н.С. Лободою у співпраці з Є.Д. Гопченком та іншими вченими ОДЕКУ [100]-[103]. Серед представників наукової школи Київського національного університету імені Тараса Шевченка, слід відмітити роботи В.В. Гребеня, який в своїх роботах [104], [105] проаналізував зміни фаз водного режиму річок України, в тому числі й весняного водопілля [106], підтвердивши факт початку кліматичних змін на більшості території 1980-х років.

Окреме ґрунтовне дослідження «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату» виконане вченими УкрГМП під керівництвом Л.О. Горбачової [107], [108].

Тим не менш, що стосується безпосереднього врахування можливих змін клімату при визначенні величин максимального стоку річок заданої ймовірності перевищення конкретних рекомендацій та досліджень немає. В розд. 4 показаний варіант, який пропонується автором даного дослідження для вирішення цієї проблеми. Зокрема запропоновано модифікований варіант операторної методики, де у розрахункову формулу (4.1) для визначення максимальних витрат води заданої ймовірності перевищення введений новий коефіцієнт, який дозволить врахувати можливий вплив змін клімату на максимальний стік річок в період

весняного водопілля:

$$q_m = q'_m \psi(t_p/T_0) \cdot \varepsilon_F \cdot r \cdot k_{зм}.$$

В розд. 4 обґрунтовані основні параметри базової методики, а саме характеристики схилового припливу, які є складовими максимального модуля схилового припливу q'_m , а також трансформаційні функції, що описують вплив руслового добігання, русло-заплавного регулювання та озер и водосховищ проточного типу на максимальні модулі стоку в період весняного водопілля на рівнинних річках України.

З метою обґрунтування методично-розрахункової бази для визначення коефіцієнту можливих змін характеристик максимального стоку весняного водопілля на майбутнє ($k_{зм}$) за матеріалами кліматичного кадастру України [109] по даних 103 метеостанцій по снігозапасах і 315 метеостанцій по опадах, які розташовані на рівнинній частині України, побудовані залежності середньобаторічних максимальних снігозапасів, опадів теплого періоду (III–V місяці) та розрахованих авторами [110] коефіцієнтів стоку весняного водопілля від середньобаторічних опадів і температур повітря. Описуються вони лінійними рівняннями :

$$\bar{S}_m = 0,204\bar{X} - 68,3, \quad r = 0,88; \quad (4.90)$$

$$\bar{S}_m = 147,8 - 12,9\bar{t}, \quad r = 0,90; \quad (4.91)$$

$$\bar{X}(III - V) = 0,22\bar{X}, \quad r = 0,90; \quad (4.92)$$

$$\bar{\eta} = 1 - 0,102(\bar{t} - 4), \quad r = 0,90, \quad (4.93)$$

де $\bar{X}$ та $\bar{t}$ - середньобаторічні річні значення температури повітря та опадів.

Високі коефіцієнти кореляції дозволяють використовувати рівняння (4.90)-(4.93) для прогнозування величин S_m , $X(III - V)$ та η на різні періоди за різними моделями і сценаріями.

Проте реалізація й цієї моделі потребує деяких попередніх визначень. Зокрема, необхідно методично здійснити перехід від $X(III - V)$ у формулі (4.92) до ΣX . З цією метою на сучасних матеріалах спостережень були встановлені перехідні коефіцієнти k_s (дод. II)

$$k_s = \bar{X} / \bar{X}(III - V) \quad (4.94)$$

У цьому жє додатку наведені й розрахункові складові $(\bar{S}_m + \Sigma \bar{X})_{np}$ та η_{np} , по яких особисто надалі й проводилась оцінка впливу глобальних змін клімату [111]. Якщо прийняти, що в сценарних варіантах тривалість схилового припливу T_0 зберігається незмінною по відношенню до базових величин, то тоді досить просто можна встановити коефіцієнти змін витрат води весняного водопілля

$$k_{зм} = \frac{((\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{прогн.}}{((\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{сучасн.}} \quad (4.95)$$

В формулі (4.95) прогностні значення середньобогаторічних максимальних снігозапасів, опадів та коефіцієнтів стоку весняного водопілля отримані з використанням залежностей (4.90)-(4.93) по прогностних значеннях температури та опадів за обраним сценарієм та моделлю. Відповідні сучасні значення тих же самих величин отримані за результатами розрахунків по наявних рядах спостережень.

Запропонований варіант врахування змін клімату може бути реалізований, як в рамках операторної структури [112], так і в модифікованій структурі граничної інтенсивності [113].

Як вже було показано вище, на основі базової операторної методики розрахункова формула має вигляд (4.1); розглянемо порядок визначення максимальних модулів стоку в період весняного водопілля заданої ймовірності перевищення з урахуванням впливу змін клімату.

Необхідний мінімум вихідних даних: площа водозбору (F , км²), середньозважений уклон водотоку (I , ‰), гідрографічна довжина річки (L , км), залісеність водозбору (f_d , ‰), заболоченість водозбору (f_6 , ‰), прогнозні значення середньобогаторічних річних температури повітря та опадів за вибраною кліматичною моделлю та сценарієм для географічних координат геометричного центру водозбору. Порядок розрахунку опорного значення $q_p = q_{1\%}$ здійснюється в такій послідовності:

а) максимальний модуль схилового припливу $q'_{1\%}$, а також трансформаційні функції $\psi(t_p / T_o)$, ε_F та r визначаються за порядком, представленим в розд. 4;

б) на останньому етапі розрахунку визначаються коефіцієнти впливу змін клімату на максимальні модулі стоку 1%-ої забезпеченості $k_{зм}$ в такій послідовності:

1) за даними глобального кліматичного моделювання обирається модель та сценарій, за якими буде врахований вплив змін клімату на максимальний стік весняного водопілля досліджуваного водозбору або регіону. При обранні сценарію та моделі слід, перш за все, враховувати ті, які верифіковані для даної території, або рекомендовані попередніми дослідниками для використання, наприклад, для рівнинної території України;

2) після обрання розрахункової моделі та сценарію, визначається період на який будуть використовуватися прогнозні значення середньобогаторічної річної температури повітря та опадів, наприклад, в ОД-4 це періоди 2010-2039; 2040-2069; 2070-2099 рр.;

3) для розрахункового періоду та за координатами геометричного центру водозбору визначаються прогнозні значення середньобогаторічної річної температури повітря та опадів $\bar{t}_{np}$ й $\bar{X}_{np}$;

4) за рівняннями (4.90) або (4.91) визначаються прогнозні значення середньобогаторічних максимальних снігозапасів $\bar{S}_{mnp}$:

$$(\bar{S}_m)_{np} = 0,204 \bar{X} - 68,3; \quad (4.96)$$

або

$$(\bar{S}_m)_{np} = 147,8 - 12,9 \bar{t}_{np}. \quad (4.97)$$

Вибір рівняння (4.96) або (4.97) визначається при верифікації обраної моделі, тобто обирається прогнозна величина, яка показує кращу збіжність з фактичними даними. Зазвичай, температура повітря прогнозується краще у більшості моделей, отже для визначення прогнозних максимальних снігозаспасів пріоритетним є використання рівняння (4.97);

5) наступним етапом є визначення прогнозних значень опадів в період весняного водопілля. З цією метою, використовуючи величину $\bar{X}_{np}$, за рівнянням (4.92), спочатку розраховуються прогнозні значення опадів теплого періоду (III–V місяці):

$$\bar{X}(III - V)_{np} = 0,22 \bar{X}_{np}. \quad (4.98)$$

Для переходу від $\bar{X}(III - V)_{np}$ до $\sum X_{np}$ за формулою (4.94) по даних кліматичного кадастру встановлюються перехідні коефіцієнти k_s , як відношення норми річних опадів до норми опадів теплого періоду для досліджуваного регіону. Для рівнинної території України значення k_s коливаються від 0,60 на півночі до 0,25 - на півдні. Отже для отримання параметра $\sum X_{np}$, який необхідний для визначення сумарної водоподачі на водозбір, виконується розрахунок за рівнянням вигляду

$$\sum X_{np} = 0,22 \bar{X}_{np} \cdot k_s; \quad (4.99)$$

6) останній прогнозний параметр - коефіцієнт стоку η . Для його визначення використовується рівняння (4.93). Отже за наявності величини $\bar{t}_{np}$ прогнозне значення коефіцієнту стоку буде дорівнювати

$$\eta_{np} = 1 - 0,102(\bar{t}_{np} - 4); \quad (4.100)$$

7) після того як встановлені всі прогностичні параметри, а саме - η_{np} та $\bar{S}_{mnp}$, ΣX_{np} розраховується коефіцієнт впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля 1 %-ої ймовірності перевищення за формулою (4.95).

4.4.5 Визначення коефіцієнтів впливу змін клімату для річок басейну Дніпра

Визначення коефіцієнтів змін клімату виконувалось на матеріалах четвертої та п'ятої оціночних доповідей IPCC [114]. Розглянемо результати обох розрахунків послідовно.

Перший варіант за сценаріями ДО4. З метою отримання прогностичних значень температури та опадів на території рівнинної України в дослідженні були використанні результати моделювання двох глобальних кліматичних моделей різних прогностичних центрів, які представлені на сайті Центру розповсюдження даних (DDC) Міжурядової групи по кліматичних змінах (IPCC, <http://ipcc-data.org>) - *Модель HadCM3* розроблена Центром Хедлі по дослідженню та прогнозуванню клімату (метеорологічна служба Великобританії MetOffice) та *Модель CCSM3*, розроблена Національним центром атмосферних досліджень (NCAR, США).

Прогнозовані середні зміни річних опадів і температур повітря за моделлю за цими двома моделями для сценаріїв A1B, A2, B1 та COMMIT для території України на періоди 2010-2039 рр., 2040-2069 рр. та 2070-2099 рр. по відношенню до 1980-1999 р. представлені залежностями цих величин від географічних координат місцевості (рис. 4.44).

Розрахункові значення коефіцієнту k_{3m} для моделі CCSM3 (сценарій A1B) представлені в дод. II (табл. II.1), а розподіл цих величин по суббасейнах Дніпра - на рис. 4.45.

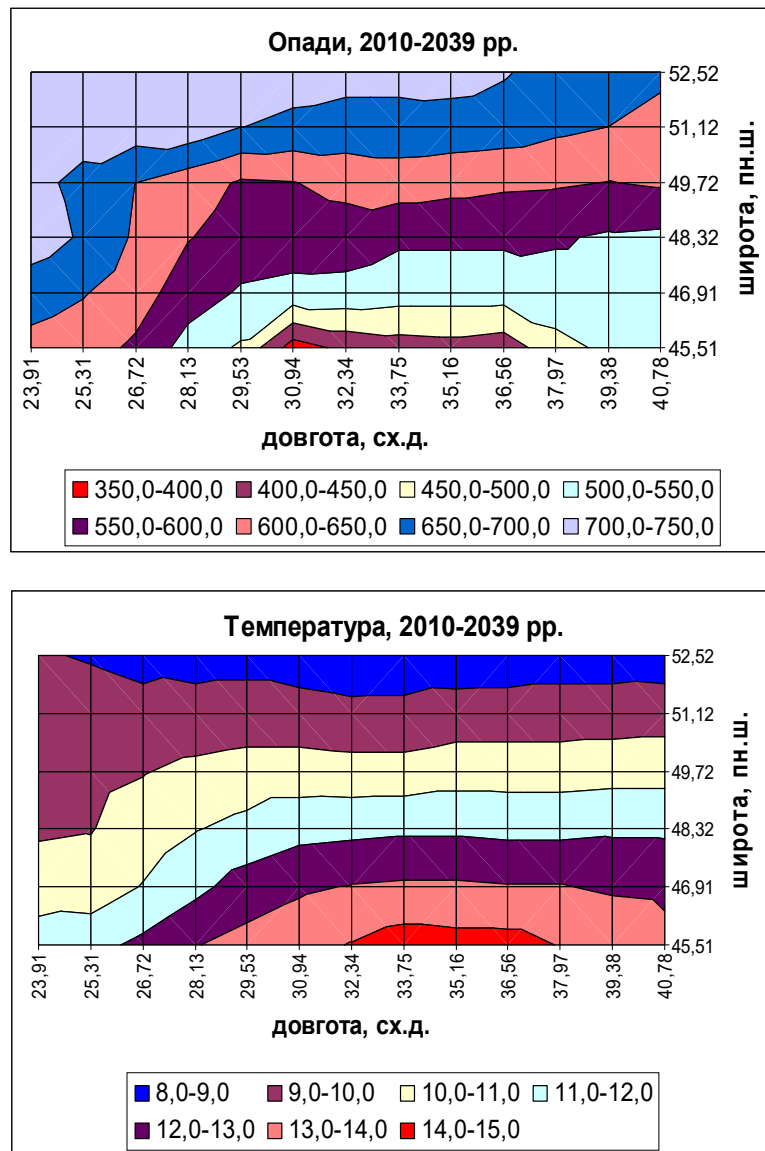


Рисунок 4.44 – Прогнозні значення річних опадів (мм) і температури повітря (°C) за моделлю CCSM3 (сценарій A1B) для території України [24], [111]

Аналізуючи отримані результати, можна відмітити, що до 2039 р. для північних районів басейну Дніпра (суббасейн Десни) прогнозується зменшення величин максимальних витрат весняного водопілля в межах 6 %, тоді як для суббасейнів Прип'яті та Середнього Дніпра – вже на 11-17 %. По мірі просування на південь $k_{зм}$ зменшується, а отже збільшуються прогнозоване зменшення витрат води максимального стоку весняного водопілля. Так, для суббасейну Нижнього Дніпра зменшення максимального стоку прогнозується на рівні вже 35 %.

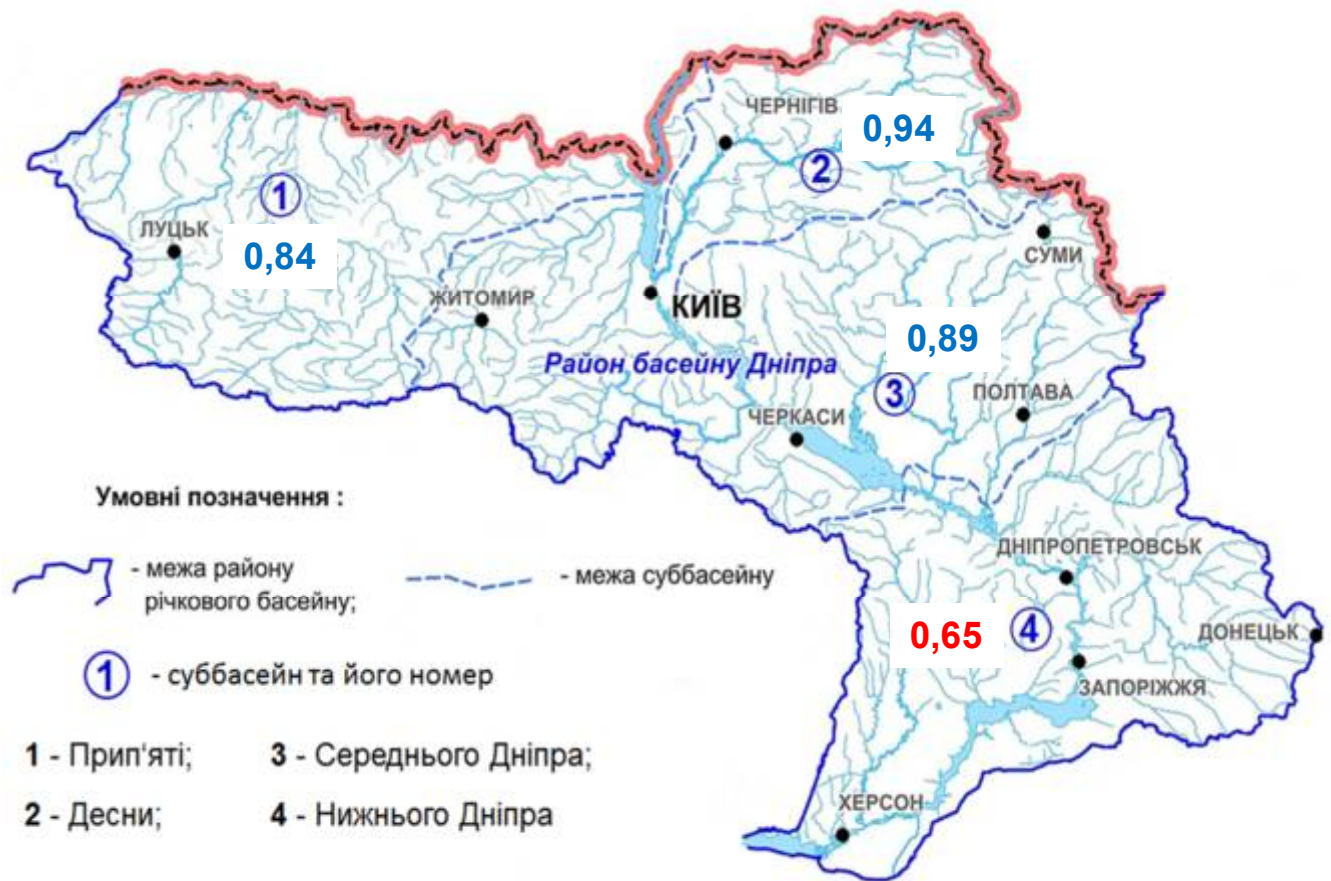


Рисунок 4.45- Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату k_{zm} на максимальний стік весняного водопілля по суббасейнах Дніпра (модель CCSM3, сценарій A1B) на період до 2039р.

Інтерес також представляє дослідження прогнозованих змін водних ресурсів по окремих річках за різними моделями. Для прикладу обраний суббасейн Прип'яті.

За моделлю HADCM3 для річки Прип'ять за сценарієм A1B коефіцієнти змін клімату зростають для періоду 2010-2039 рр. ($k_{zm}=1,88$), а для періодів 2040-2069 рр., 2070-2099 рр., навпаки, зменшуються - $k_{zm}=1,09$, $k_{zm}=0,54$, відповідно (рис. 4.46). Аналогічні результати отримані і для розрахунку кліматичних змін за сценарієм A2: для періоду 2010-2039 рр. коефіцієнт змін клімату дорівнює $k_{zm}=1,98$; для 2040-2069 рр. - $k_{zm}=1,22$; для 2070-2099 рр. - 0,54.

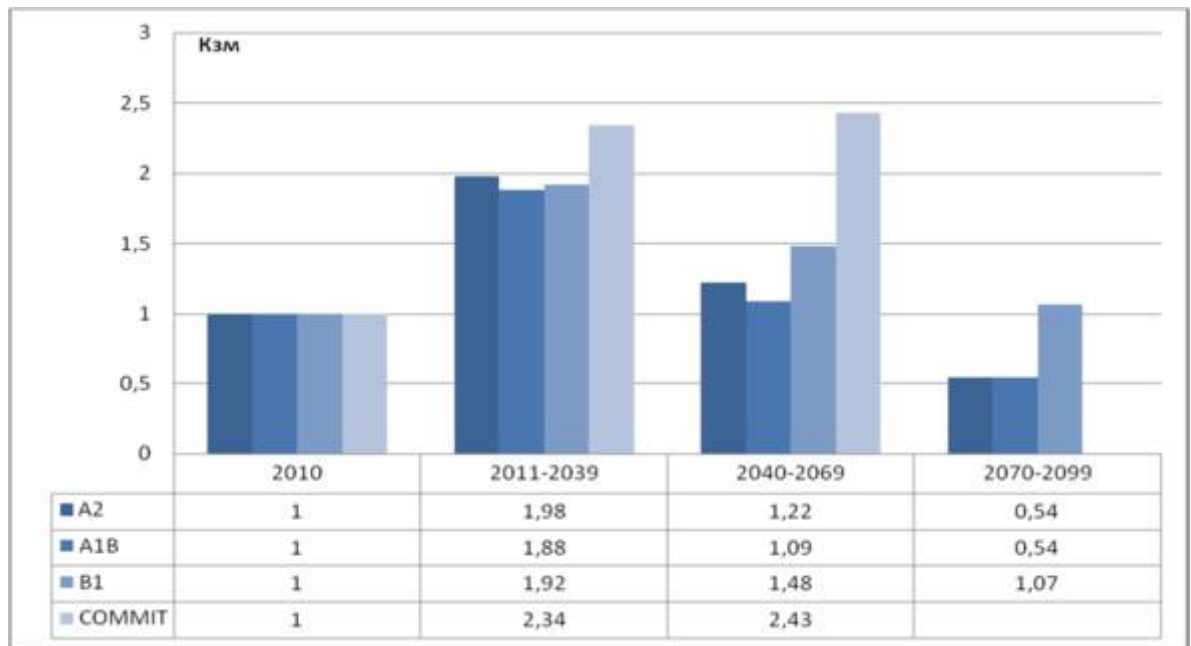


Рисунок 4.46 - Прогнозні середньобаторічні значення k_{3M} для врахування впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля річки Прип'ять за моделлю *HADCM3* (сценарії A1B, A2, B1, Commit)

За сценарієм B1 прогнозується збільшення стоку річок, як і за попередніми сценаріями, для періоду 2010-2039 рр. - $k_{3M}=1,92$. Проте для періодів 2040-2069 рр., 2070-2099 рр. отримані більші значення, ніж за сценаріями A1B та A2 - коефіцієнти змін клімату дорівнюють $k_{3M}=1,48$ та $k_{3M}=1,07$, відповідно. Результати розрахунків за сценарієм COMMIT значно відрізняються від розрахунків за іншими сценаріями. Тут прогнозується незначне збільшення стоку на кожен наступний період років: для 2010-2039 рр. - $k_{3M}=2,34$; для 2040-2069 рр. - $k_{3M}=2,43$.

Розрахунки за моделлю *CCSM3* мають дещо інший результат (рис. 4.47). Сценарій A1B вказує на поступове зменшення стоку річок з кожним наступним періодом років (2010-2039 рр. - $k_{3M}=0,87$; 2040-2069 рр. - $k_{3M}=0,56$; 2070-2099 рр. - $k_{3M}=0,44$). За сценарієм A2 прогнозується зменшення стоку для всіх трьох періодів (коефіцієнти змін клімату дорівнюють: $k_{3M}=0,91$, $k_{3M}=0,68$ та $k_{3M}=0,21$, відповідно). За сценарієм B1 отримані схожі результати (2010-2039 рр. -

$k_{зм}=0,95$; 2040-2069 рр. – $k_{зм}=0,73$), а за період 2070-2099 рр. очікується невелике збільшення стоку ($k_{зм}=0,78$). За сценарієм COMMIT для періодів 2010-2039 рр. та 2040-2069 рр. отримані однакові результати $k_{зм}=1,13$, а в період 2070-2099 рр. – очікуватиметься невелике збільшення стоку, порівняно з попередніми роками – $k_{зм}=1,15$.

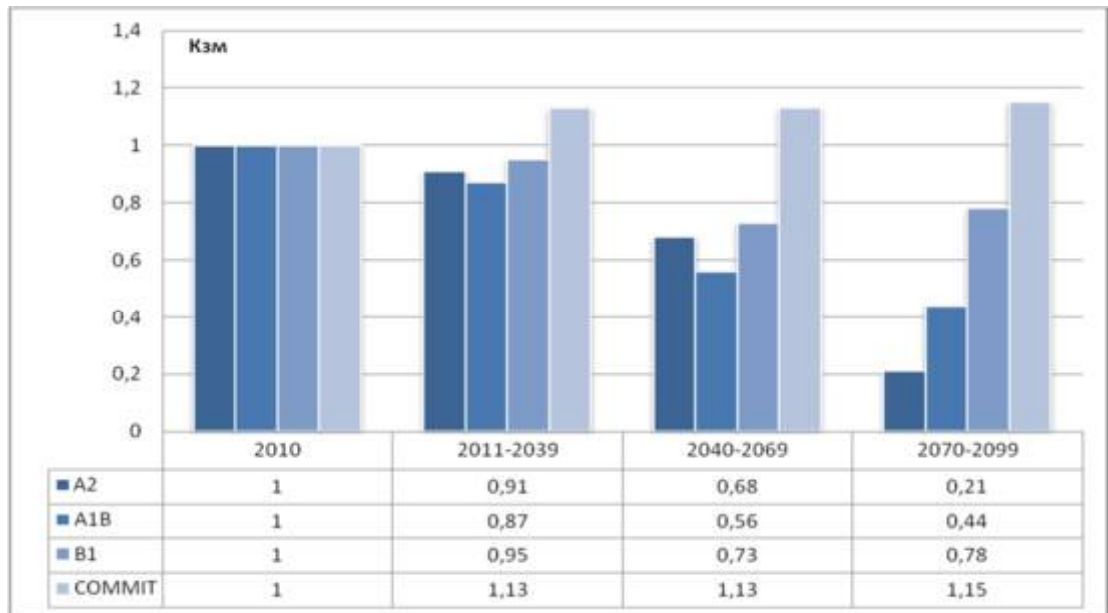


Рисунок 4.47 - - Прогнозні середньобагаторічні значення $k_{зм}$ для врахування впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля річки Прип'ять за моделлю *NCAR_CCSM3* (сценарії A1B, A2, B1, COMMIT)

Другий варіант визначення $k_{зм}$ за репрезентативними траєкторіями концентрації ОД-5. В цьому варіанті моделювання використовувались дані експерименту CORDEX – Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, що створений Всесвітньою програмою досліджень клімату для формування ансамблю прогностичних регіональних кліматичних моделей на всіх континентах в глобальному масштабі. Також CORDEX використовується для проектування клімату в регіональному масштабі, використовуючи статистичні та динамічні методи. Структура проектування клімату в межах CORDEX базується на новому наборі глобальних кліматичних моделей CMIP5. При проектуванні клімату

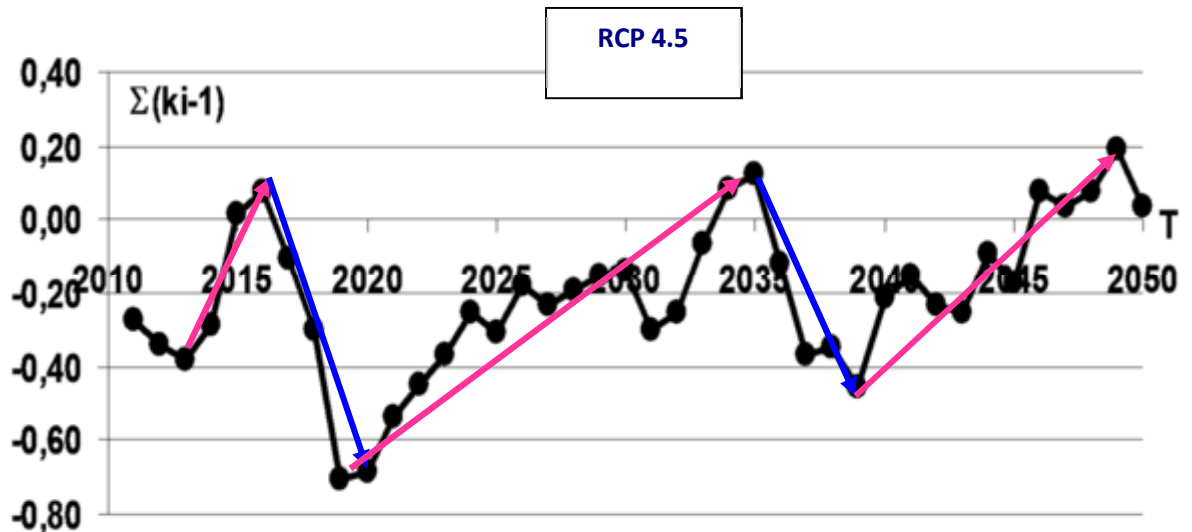
CORDEX зосереджується на експериментах з використанням сценаріїв викидів – RCP4.5 і RCP8.5, які являють собою сценарії середнього та високого рівня викидів [114], [115].

Для досліджень використовувались дані про опади та температуру повітря, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі RASMO2. Модель RASMO2 поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (ECMWF) [116] і динамічну основу від моделі HIRLAM [117]. Вона пристосована для використання на льодових поверхнях та включає складну схему визначення альбедо снігу. RASMO2 має 40 вертикальних атмосферних рівнів з кроком сітки по горизонталі ~ 11 км, що забезпечує високу точність отриманих результатів. Також RASMO2 виконує моделювання атмосферних полів з 6-годинною часовою дискретністю [118].

Дані за моделлю RASMO2 представлені для 82 метеостанцій України, які достатньо рівномірно розташовані по досліджуваній території. Період за який наявні дані – з 2011 р. по 2050 р. Порівняння прогнозних величин температури повітря та опадів зі спостереженими показали, що краща збіжність має місце у випадку температури. Отже, подальше моделювання виконувалось, спираючись на прогнозовані дані саме цієї характеристики. З метою виділення періодів для аналізу побудовані різницеві інтегральні криві для прогнозованих значень температури повітря за двома варіантами сценаріїв RCP4.5 і RCP8.5, які представлені на рис. 4.48. Як добре ілюструє цей рисунок, в досліджуваному періоді можна виділити період підвищення та зниження температури, які тривають приблизно від 5 до 10 років. Так, за сценарієм RCP4.5, це періоди підвищення температури з 2011 р. по 2016 р, з 2021 р. по 2035 р. та з 2040 р. по 2050 р., в свою чергу вони передуються з періодами зниження температури з 2017 р. по 2020 р., та з 2036 по 2039 р. (рис. 4.48, а).

За сценарієм RCP8.5 до 2040 року періоди практично протилежні; так, з 2011 р. по 2014 р. прогнозується зниження температури, потім підвищення до 2020 р., після чого до 2039 року очікується тривале зниження температури, яке зміниться на підвищення з 2040 р. до 2050 року (рис. 4.48, б).

а)



б)

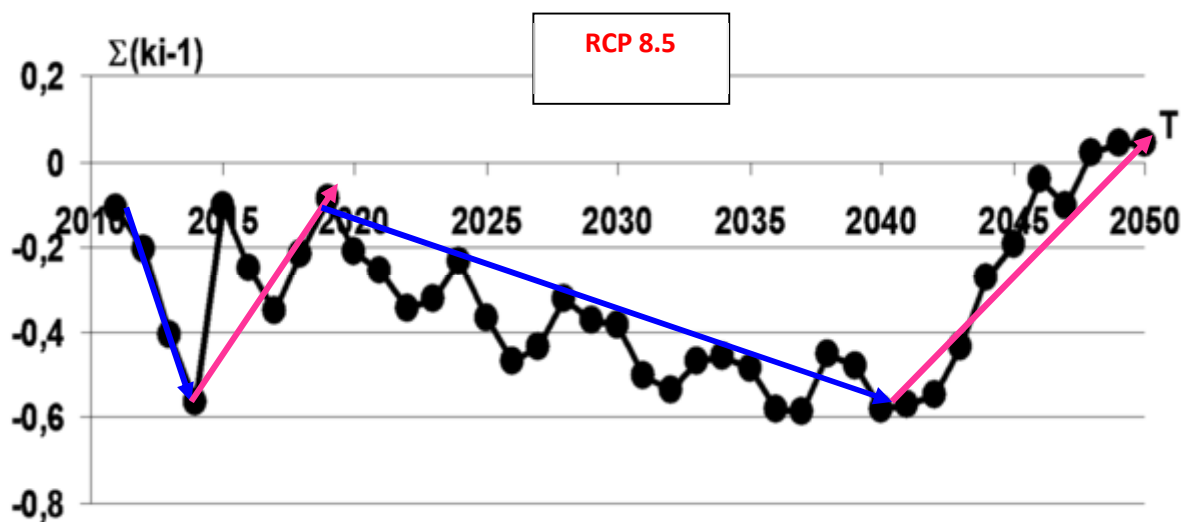


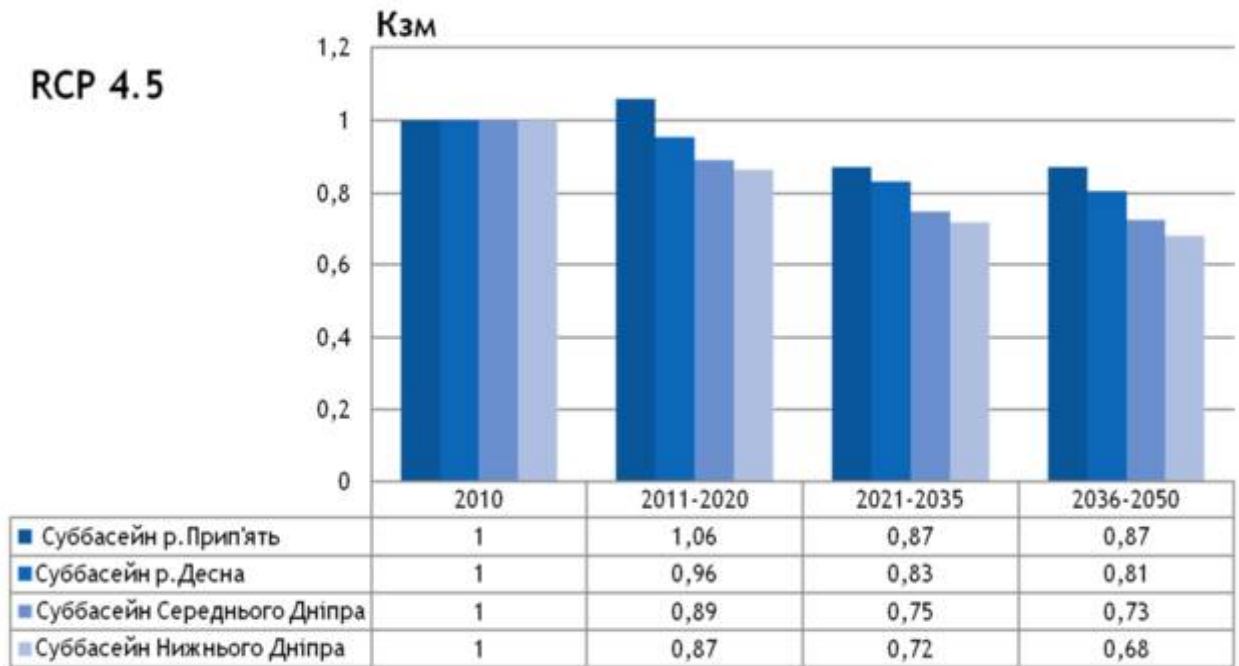
Рисунок 4.48 - Різницеві інтегральні криві прогнозованого ходу температури повітря за моделлю RASMO2 для території рівнинної України

Визначені періоди для обох сценаріїв були прийняті в якості розрахункових й отже для них за тією ж схемою, що й у першому варіанті, але враховуючи залежності розрахункових параметрів тільки від температури, отримані значення $k_{зм}$ для басейнів рівнини річок України (дод. II, табл. II.2).

Використання даних за моделлю RASMO2 дає можливість виконати більш детальне моделювання для окремих суббасейнів.

Розрахунок коефіцієнтів кліматичних змін для річок басейну Дніпра за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 представлений у вигляді графіків рис. 4.49 та карто-схем зміни прогнозних величин коефіцієнтів змін клімату (рис. 4.50).

а)



б)

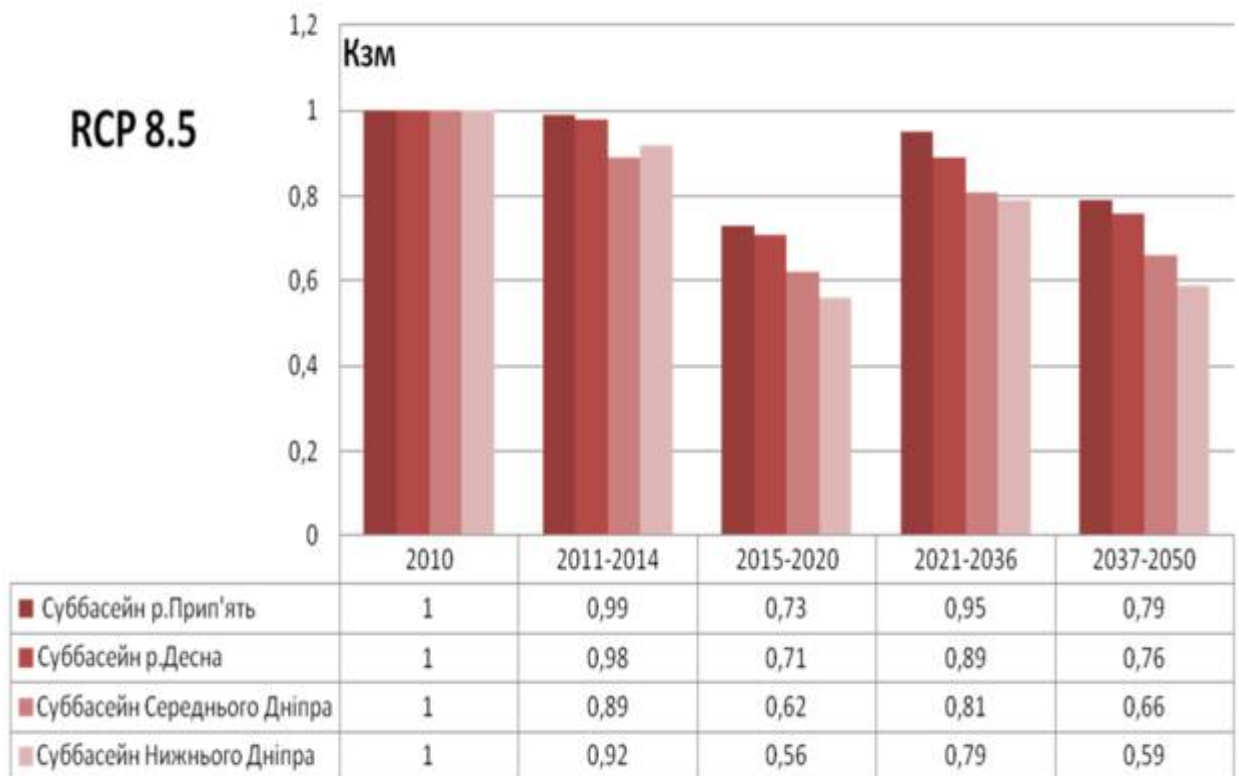


Рисунок 4.49 - Прогнозні середньобаторічні значення k_{zm} для врахування впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля в басейні Дніпра (за сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5)

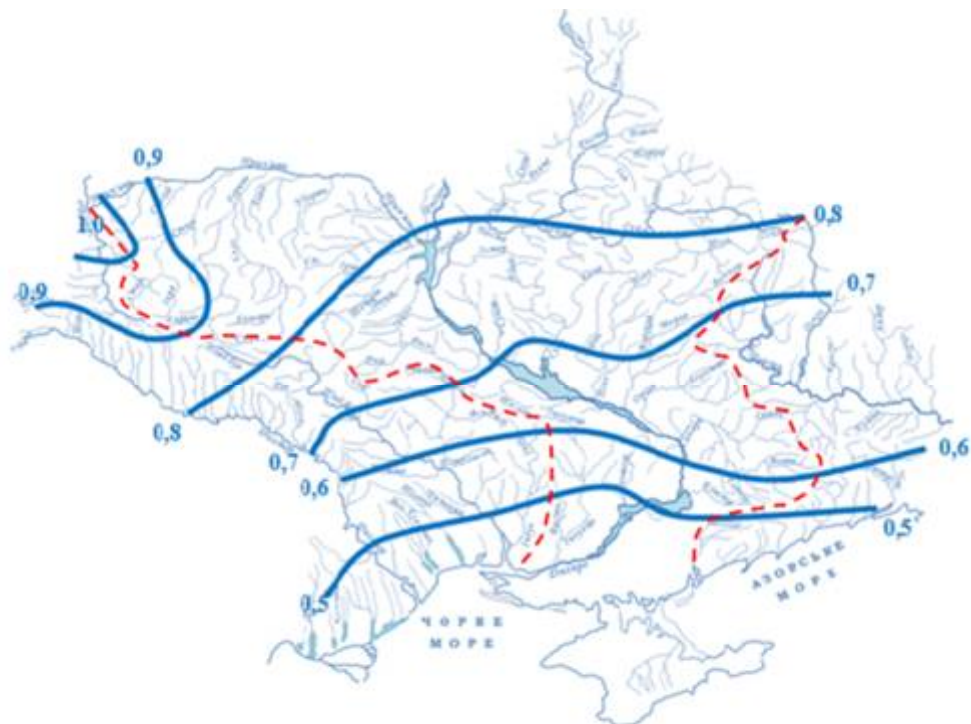
За сценарієм RCP4.5 прогнозні середньобаторічні значення $k_{зм}$ для врахування впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля в басейні Дніпра поступово зменшуються від періоду до періоду по всіх суббасейнах Дніпра. А саме у період з 2011 р. по 2020 р. лише для суббасейну Прип'яті прогнозується збільшення $k_{зм}$ до рівня 1,06, в той час по інших суббасейнах в межах Дніпра прогнозується зменшення $k_{зм}$ до 0,96-0,87. Потім продовжує знижуватися до 2035 р. від 0,87 у суббасейні Прип'яті - до 0,72 у суббасейні Нижнього Дніпра. Для наступного періоду (до 2050 року) очікується тривале зниження $k_{зм}$: до рівня 0,87 – у суббасейні Прип'яті, 0,81 – у суббасейні Десни, 0,73 – у суббасейні Середнього Дніпра та 0,68 – у суббасейні Нижнього Дніпра.

Тоді як за сценарієм RCP8.5 прогнозні середньобаторічні значення $k_{зм}$ для врахування впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля в басейні Дніпра також відмічається тенденція до зменшення величин коефіцієнтів $k_{зм}$: від 0,99-0,89 (2011-2014 рр.) до 0,79-0,59 (2037-2050 рр.). Проте у період 2021-2036 рр. відмічається різке збільшення $k_{зм}$ по всіх суббасейнах Дніпра, але вони не перевищують значення 0,79 (суббасейн Нижнього Дніпра) - 0,95 (суббасейн Прип'яті).

Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території басейну Дніпра на період 2011-2050 рр., відносно даних до 2010 р. за сценаріями RCP 4.5 (рис. 4.50 а) показує, що $k_{зм}$ змінюється від 1,0 у верхів'ях Прип'ять (Українська частина) і поступово зменшується на південь до 0,5 - у нижній частині басейну.

За сценарієм RCP 8.5 (рис. 4.50 б) розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території басейну Дніпра на період 2011- 2050 рр., відносно даних до 2010 р. також мають загальну тенденцію до зменшення величин $k_{зм}$ по території від 0,9 на північному заході суббасейну Прип'яті – до 0,4 на півдні суббасейну Нижнього Дніпра.

a)



б)



Рисунок 4.50 - Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території рівнинної України на період 2011-2050 рр., відносно даних до 2010 р. за сценаріями RCP 4.5 (а) та RCP 8.5 (б)

5 МЕТОДИКА ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. ДНІПРО

Головною метою даного розділу досліджень є розробка теоретичної бази комплексного методу довгострокового прогнозування характеристик весняного водопілля на річках басейну Дніпра з метою покращення водогосподарської обстановки в Дніпровському регіоні України та завчасної оцінки можливих гідрологічних ризиків від проходження весняного водопілля.

При цьому основні завдання полягають в обґрунтуванні параметрів, розробці і реалізації моделі територіального довгострокового прогнозування висоти максимального підйому рівнів та величини витрат води, об'єму стоку весняного водопілля, встановленні ймовірності їх настання у багаторічному розрізі на річках басейну Дніпра та їх картографічному представленні. Розробка методики територіальних довгострокових прогнозів ведеться з урахуванням часових тенденцій змін водності водопіль шляхом введення відповідних регіональних коефіцієнтів до середньобагаторічних величин стоку (п. 3.4).

В основу наукових досліджень покладений генетичний підхід до визначення та прогнозування поверхневого максимального стоку на водозборах річок, у тому числі й рідкісної ймовірності перевищення. Такий підхід дасть змогу вперше здійснювати поточне прогнозування характеристик стоку для невивчених у гідрологічному відношенні річок території та встановлення ймовірності їх настання у багаторічному періоді.

Практична реалізація методу територіального довгострокового прогнозування (с завчасністю до 20-40 діб і більше) максимальних витрат та рівнів води, об'ємів стоку води водопілля для річок басейну Дніпра буде корисною для ранньої оцінки паводкової ситуації як на окремих річках, так і на території в цілому при визначенні можливого розливу річок і виникнення загрози підтоплення заплавних територій.

5.1 Основні теоретичні положення методики територіального довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля при врахуванні комплексу гідрометеорологічних чинників

5.1.1 Методична база для довгострокового прогнозу характеристик весняного водопілля

При науково-теоретичному обґрунтуванні комплексної моделі прогнозування максимального весняного стоку в її основу покладено теорію руслових ізохрон, тобто природних закономірностей процесів формування поверхневого схилового і руслового стоку річок будь-якого розміру та географічного положення.

Здійснений у розд. 1 сучасний аналітичний огляд існуючих в гідрологічній науці математичних моделей розрахунків та прогнозування весняного стоку рівнинних річок дозволив використати модель одномодальних типових гідрографів водопіль (пп. 1.1-1.4) й для довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля річок в басейні р. Дніпро.

Методичною базою комплексного підходу до територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля (шарів стоку та максимальних витрат води) рівнинних річок є встановлення регіональних залежностей стокових величин від сумарної кількості води, що формує стік водопілля – максимальних запасів води в сніговому покриві, дощових опадів періоду танення снігу і на спаді водопільної хвилі.

Враховуючи обмеженість вихідної інформації по стоку річок, особливо по невеликих водотоках, де матеріали спостережень майже завжди відсутні, прогностичні залежності будуються для обраних опорних гідрологічних водозборів, що забезпечені багаторічними сумісними рядами гідрологічних і метеорологічних спостережень. Для подальшого географічного узагальнення кількісних параметрів прогнозованої схеми залежності представлені у вигляді модульних коефіцієнтів, тобто нормовані по їх середньо багаторічних

величинах [1], [2]:

- для шарів стоку

$$\frac{Y_m}{Y_0} = f\left(\frac{S_m + X_1 + X_2}{S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}}\right) \text{ або } k_Y = f(k_X); \quad (5.1)$$

- для максимальних витрат води

$$\frac{q_m}{q_0} = f\left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}}\right) \text{ або } k_q = f(k_X), \quad (5.2)$$

де Y_m і Y_0 – шар весняного стоку і його середньобаторічна величина, мм;

q_m і q_0 – максимальний модуль весняного водопілля і його середньобаторічна величина, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$;

S_m і S_0 – максимальний запас води в сніговому покриві і його середньобаторічна величина, мм;

X_1 і X_{1_0} – опади періоду танення снігу і їх середньобаторічна величина, мм;

X_2 і X_{2_0} – опади періоду спаду весняного водопілля і їх середньо баторічна величина, мм;

k_Y та k_q – модульний коефіцієнт шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля;

k_X – модульний коефіцієнт сумарного надходження води на водозбір у період формування загального шару стоку чи максимальної витрати води весняного водопілля.

5.1.2 Врахування комплексу гідрометеорологічних чинників при прогнозуванні типу водності весняного водопілля річок

Враховуючи багатофакторність процесу формування максимального стоку весняного водопілля річок, який пов'язаний з процесами зимового накопичення та весняного танення снігу на водозборах, випадіння дощових опадів, формування поверхневого схилового стоку за різних умов підстильної поверхні, утворення руслового стоку річок, в основу побудови прогнозних залежностей для визначення шарів весняного стоку (5.1) чи максимальних витрат води (5.2) від цих чинників покладено типізацію водопіль за їх водністю. Ймовірне сполучення гідрометеорологічних чинників весняного водопілля у кожному році призводить до формування багато-, середньо- чи маловодних за об'ємом чи максимальною ординатою водопіль. Для виявлення угруповань використано апарат дискримінантної функції – багатовимірної статистичної моделі, яка дозволяє за комплексом гідрометеорологічних чинників (вектор-предиктором), що впливають на формування процесу, поділити вихідну вибірку на групи або класи [3].

При цьому для m -мірного простору ознак лінійна дискримінантна функція [3],[4]

$$DF = a_0 + a_1 + \dots + a_m x_m, \quad (5.3)$$

є рівнянням розділяючої всі випадки площини за умов $DF(x_1, x_2, \dots, x_m) = 0$, а вектор лінійних коефіцієнтів $A(a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ повинен вибиратися так, щоб при найкращому поділенні, два одновимірних розподіли «перекривалися» в найменшій мірі [5]. Коефіцієнт a_0 обчислюється за умови, що рівність $DF = 0$ визначає точку розділу між двома групами подій. При цьому, якщо $DF > 0$, подія відноситься до першої групи, якщо $DF < 0$ – до другої.

Стосовно стоку весняного водопілля річок вектор-предиктор $X(x_1, x_2, \dots, x_m)$

включає низку гідрометеорологічних чинників включає низку (дискримінантних змінних m ($j = 1, 2, \dots, m$), які найбільш вдало описують процес формування талодощового стоку у досліджуваному регіоні та підлягають практичній можливості їх одержання чи розрахунку.

Використання моделі дискримінантної функції (5.3) дозволяє за комплексом підібраних гідрометеорологічних чинників (предикторів) попередньо розбити вихідну вибірку шарів стоку чи максимальних витрат води водопіль (предиктанта) на групи водності, на що вказує розташування точок (модульних коефіцієнтів) на графіках зв'язку (5.1) чи (5.2).

При цьому, коли дискримінантна функція $DF > 0$, то прогнозується формування об'ємів чи максимумів весняних вод весняного водопілля вищими за їх середньобагаторічні величини, за умов $DF1 \leq 0$, а $DF2 \geq 0$ – водопілля очікується близьким, а коли $DF1 < 0$ і $DF2 < 0$ – нижчим за середньобагаторічне.

Слід зазначити, що коефіцієнти дискримінантних рівнянь (5.3) узагальнюються для річок з близькими умовами формування водопіль в межах виділених під час розробки прогностичної методики однорідних природних районів і підрайонів.

5.1.3 Встановлення прогностичних зв'язків

Встановлення прогностичних зв'язків (5.1) та (5.2) у вигляді відносних величин (модульних коефіцієнтів) шарів стоку k_Y та максимальних витрат води весняного водопілля річок k_q здійснюється в прогностичній методиці при врахуванні груп водності водопіль, що одержані за знаком дискримінантних рівнянь (більше або менше нуля) за рівняннями типу [1], [2]

$$k_Y(k_q) = b_0 + b_1 k_X + b_2 k_X^2 + b_3 k_X^3, \quad (5.4)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти при модульних коефіцієнтах сумарних запасів водина водозборі k_X , що формують весняний стік річок.

Такі залежності будуються для опорних річкових водозборів, забезпечених тривалими даними сумісних гідрологічних, метеорологічних і агрометеорологічних спостережень, а коефіцієнти підлягають встановленню для кривих, що побудовані відповідно до знаку дискримінантних рівнянь і узагальнюються для річок з однотипними умовами формування водопіль, які розташовані в межах однорідних районів і підрайонів.

5.1.4 Методика визначення забезпеченості прогностичних величин

Комплексний метод територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля річок дає змогу визначення не тільки кількісних характеристик стоку, а й встановлення ймовірнісних величин їх настання у багаторічному періоді, що стає найбільш актуальною задачею при прогнозуванні водопіль рідкісної ймовірності перевищення, що призводять до виникнення ризику підтоплення територій, особливо коли стокові спостереження на річках відсутні [1], [2].

За наявності часових рядів стокових спостережень поставлена задача вирішується шляхом побудови емпіричної кривої забезпеченості. За відсутності ж регулярних вимірів витрат води на річках і невеликих водотоках, встановлення забезпеченості прогностичних величин характеристик весняного водопілля може бути здійснено шляхом статистичної обробки часових рядів спостережень за весняним стоком за їх наявності. При просторовому узагальненні статистичних параметрів є можливість одержання статистичних параметрів для будь-яких за ступенем вивченості річок території.

Здійснений статистичний аналіз часових рядів шарів стоку та максимальних витрат води водопіль (встановлення коефіцієнтів асиметрії C_s ,

варіації C_v , співвідношення C_s/C_v) дозволив для оцінки забезпеченостей настання прогнозних величин $P_{Y(Q)}$ прийняти криву трипараметричного гамма-розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля (для встановленого середнього за територією значення C_s/C_v) [6]. При цьому прийнятий інтервал забезпеченостей (верхня P_1 і нижня P_2 межі, %, які встановлюються за таблицями в [7]) у вигляді

$$P_1 < P_{Y(Q)} < P_2. \quad (5.5)$$

5.1.5 Оцінка довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок

Відповідно до Керівного документа [8], для оцінки ефективності методики прогнозу водного режиму річок існують наступні критерії:

а) забезпеченість допустимої похибки прогнозів $\pm 0,674\sigma$, %;

б) відношення S/σ , де S – середня квадратична похибка перевірочних прогнозів, σ – середнє квадратичне відхилення передбачуваного явища від норми;

в) коефіцієнт (індекс) кореляції $-r(\rho)$;

Забезпеченість методики (забезпеченість допустимої похибки), під якою розуміють кількість випадків – прогнозів, які є справджуваними, від загальної кількості складених прогнозів, у відсотках

$$P = \frac{m}{n} 100\%, \quad (5.6)$$

де m – кількість випадків (прогнозів), похибка яких не перевищувала допустиму;

n – загальна кількість прогнозів, складених за даною методикою.

Методика прогнозу вважається ефективною, якщо забезпеченість допустимої похибки за методикою не менш, ніж на 10 % перевищує забезпеченість прогнозів по нормі (50 %), тобто мінімальне значення $P\%$ перевірних прогнозів повинне бути $P \geq 60\%$.

Критерій якості (ефективності) методики. Мірою точності методики є середня квадратична похибка перевірних прогнозів

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}{n}}, \quad (5.7)$$

де Y'_i - прогнозне значення величини Y_i .

Як було вказано, критерієм якості та ефективності методики є відношення S/σ або S/σ_Δ [8], [9]. Величина відношення показує у скільки разів варіація функції (прогнозованої змінної Y) менша варіації аргументу (вихідної змінної X).

Середнє квадратичне відхилення передбачуваного явища від його норми є статистичною мірою змінності випадкової величини і визначається за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}}, \quad (5.8)$$

де Y_i – значення прогнозованої гідрологічної характеристики;

$\bar{Y}$ – середнє багаторічне значення (норма) прогнозованої гідрологічної характеристики;

n – кількість членів ряду.

Середнє квадратичне відхилення σ можна взагалі розглядати як середню квадратичну похибку прогнозу за нормою.

Прогноз за розробленою методикою буде більш ефективний, ніж прогноз за нормою, якщо $S < \sigma$.

Оцінити тісноту будь-якого зв'язку можна також за коефіцієнтом парної кореляції (у випадку лінійного зв'язку). Якщо залежність криволінійна, то використовують кореляційне відношення

$$\rho = \sqrt{1 - \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2}, \quad (5.9)$$

де S – критерій тісноти зв'язку або точності методики.

Прогноз за розробленою методикою буде більш ефективний, ніж прогноз за нормою, якщо $S < \sigma$. Так, виходячи з точності спостережень за гідрометеорологічними величинами і оцінки розроблених методик прогнозу прийнято, що при числі членів ряду $n \geq 25$ категорія методики буде доброю ($P \geq 82\%$; $S/\sigma \leq 0,50$; $r(\rho) \geq 0,87$ чи задовільною ($P = 81-60\%$; $S/\sigma = 0,51-0,80$; $r(\rho) = 0,86-0,60$). При інших значеннях цих показників методика є неприйнятною для використання [8].

Якість методики прогнозу прогнозу залежить від її забезпеченості, яка в свою чергу залежить від допустимої похибки δ_{don} і має зв'язок з величиною S/σ , яка є показником якості прогнозу. За допустиму похибку прогнозу приймається відхилення прогнозової величини від середньобаторічного значення (норми) чи її змінення за період завчасності, тобто

$$\delta_{don} = \pm k_p \cdot \sigma \quad (5.10)$$

$$\delta_{don} = \pm k_p \cdot \sigma_{\Delta}. \quad (5.11)$$

Умовились, за δ_{don} приймати найбільш ймовірне значення σ - це значення похибки, яке попадає в 50%-ий інтервал забезпеченості.

Виходячи з припущення, що розподіл похибок прогнозу підпорядковується нормальному закону розподілу з нульовою асиметрією (відсутністю асиметрії), він описується кривою Гауса

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}\right). \quad (5.12)$$

Інтегрування кривої Гауса дає можливість визначити коефіцієнт k_p .— величину нормованого відхилення від норми в частках від середнього квадратичного. Значення k_p визначається забезпеченістю P %. При $P=50$ % $k_p = \pm 0,674$. Тоді

$$\delta_{don} = \pm 0,674 \cdot \sigma \quad (5.13)$$

називають ймовірним відхиленням від норми. Таким чином, допустима похибка прогнозу δ_{don} - це ймовірне відхилення прогнозової величини від середнього значення (норми) гідрологічної величини. Визначення δ_{don} за формулою (5.13) відбувається звичайно при довгострокових прогнозах водного режиму (наприклад, прогноз шару стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля).

Аналіз похибок прогнозів і оцінка ефективності методики прогнозу можуть бути дані на основі співставлення кривої забезпеченості похибок перевірних прогнозів і кривої відхилень прогнозного елемента режиму від його норми (рис. 5.1) [8]. Суттєве перевищення відхилень від норми над похибками прогнозів, які мають однакову забезпеченість, вказує на перевагу методу прогнозу порівняно зі статистичною оцінкою за нормою.

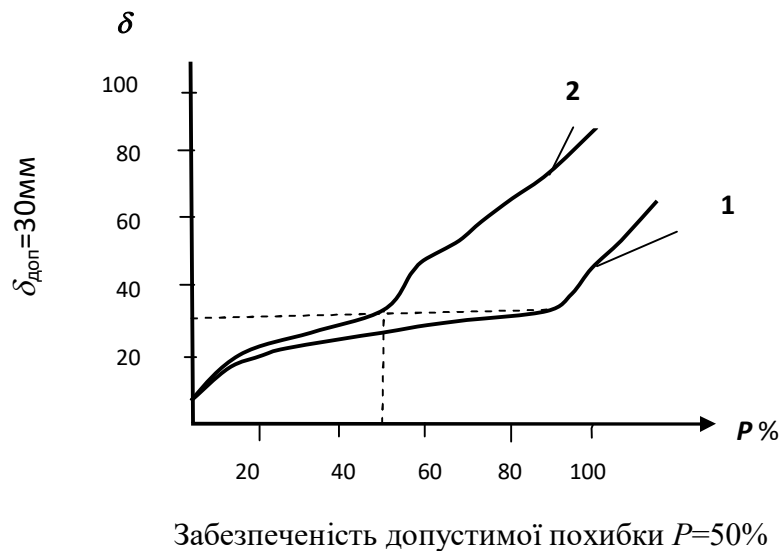


Рисунок 5.1 – Криві забезпеченості похибок прогнозу (1) і відхилень від норми (2)

5.1.6 Форма представлення територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок з метою оцінки можливих гідрологічних ризиків

Форми представлення прогнозів для споживачів має бути вірним, чітким для розуміння, наглядним, відповідати сучасному рівню, давати представлення про можливі похибки прогнозів та їх забезпеченість, а також про ймовірність настання гідрологічного явища у багаторічному періоді [8], [9].

Такі відомості надаються, зазвичай у табульованому варіанті або у вигляді кривих забезпеченості похибок прогнозу і відхилень від норми (див. рис. 5.1).

У сучасних математичних моделях, які використовуються для прогнозу елементів водного режиму річок, зокрема територіальному методі довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля, дат початку водопілля та проходження його максимальних витрат (рівнів) води формою представлення прогнозів є найбільш наглядний метод – картографічне представлення прогнозних величин (у вигляді ізоліній цих величин) [2]. Це відноситься й до гідрометеорологічних чинників, що формують весняне

водопілля (максимальні запаси вологи в сніговому покриві, глибини промерзання ґрунтів та дати їх настання, температура повітря та ін.).

У нинішній час новітніх дослідницьких технологій гідрологічні дослідження з необхідністю обробки значних об'ємів емпіричних даних, складного моделювання і аналізу неможливі без залучення засобів геоінформаційних систем (ГІС) [10], [11]. Тим більш це стосується досліджень із вираженим просторовим аспектом, у тому числі при прогнозуванні характеристик максимального стоку весняного водопілля. Основний доробок авторів проекту за питаннями використання сучасних технологій щодо представлення просторової інформації наданий в роботах [12] [13].

Картографічна форма представлення запасів води в сніговому покриві та прогнозованих величин шарів весняного стоку передбачена й у моделі «Слой-2», автором якої є М.М. Сосєдко [14].

Карта-схеми дозволяють одержувати прогнозні значення для будь-яких водозборів в межах розглядуваної території, включаючи й річки, і невеликі водотоки, по яких відсутні дані гідрологічних спостережень, і надавати завчасну оцінку можливих гідрологічних ризиків, пов'язаних з затопленням територій при проходженні високих весняних водопіль, відповідно до вимог Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінки і управління ризиками затоплення, яка спрямована на запобігання, захист і зменшення негативного впливу повеней на навколишнє середовище [15].

Доцільним є представлення прогностичних стокових характеристик на основі карта-схем не в фактичних, а у відносних величинах модульних коефіцієнтів [1], [2]. Особливо це стосується максимальних витрат води, які взагалі не можуть бути безпосередньо представлені у вигляді карт в зв'язку із залежністю не тільки максимальних витрат води, а й їх модулів від розмірів річкових водозборів. Таким чином, спрогнозовані у кожному році по залежностях (5.1) чи (5.2) і описаній методиці величини модульних коефіцієнтів шарів стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля наносяться на карта-схему до геометричних центрів опорних водозборів, а потім проводяться ізолінії зміни

очікуваних величин по території.

Крім того, встановлені за методикою (п. 5.1.4) забезпеченості ($P\%$) прогнозних величин шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля у багаторічному розрізі також представляються у картографічному вигляді, що дає змогу їх визначення для будь-якого водозбору території, незалежно від стану гідрологічної вивченості річок, і оцінки ймовірності, у тому числі й рідкісної, настання гідрологічного явища за період. Такі вимоги є й у ВРД 2007/06/ЄС [15].

Таким чином, обґрунтовані в комплексному методі територіальних довгострокових прогнозів стокових характеристик весняного водопілля річок прогностичні карта-схеми дають можливість одночасно характеризувати велику територію басейну Дніпра, оцінюючи зони підвищеного весняного стоку в поточному році та визначати частоту повторюваності очікуваних шарів весняного стоку та максимальних витрат води в багаторічному періоді. У той же час, по карта-схемах очікуваних величин можна здійснювати прогноз шарів стоку чи максимальних витрат води водопілля, їх ймовірність настання у будь-якому пункті розглядуваної території, незалежно відбуваються там спостереження за річковим стоком чи ні.

Карта-схеми очікуваних гідрологічних характеристик та їх ймовірнісних оцінок щорічно складаються оперативними службами прогнозування і вчасно передаються до державних структур та відповідних служб України щодо оцінки зон підвищеної небезпеки та здійснення заходів по захисту від можливих гідрологічних ризиків у вигляді затоплення паводковими водами населених пунктів і об'єктів господарського призначення.

Можливість оцінки зон затоплення територій під час високих водопіль пов'язана з залученням топографічних карт місцевості (при використанні технологій геоінформаційної системи, ГІС) та наявністю очікуваних максимальних рівнів води водопілля, спрогнозованих за комплексним методом довгострокових прогнозів максимальних витрат води водопіль.

5.1.7 Одержання прогностичних величин шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля

В комплексному методі територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок перехід від прогнозованих за методикою модульних коефіцієнтів до величин шарів стоку чи максимальних витрат води здійснюється відповідно за рівняннями:

$$Y_m = k_Y \cdot Y_0 \quad (5.14)$$

$$Q_m = k_q \cdot Q_0 = k_q \cdot q_0 \cdot F, \quad (5.15)$$

де Y_0 або $Q_0(q_0)$ – середньобогаторічні величини шарів весняного стоку або максимальних витрат (модулів) води;

F – площі річкових водозборів, км².

За наявності тривалих стокових спостережень на річках визначення середньобогаторічних величин шарів стоку або максимальних витрат (модулів) води водопіль здійснюється для кожної річки за часовим рядом спостережень на ній. Для здійснення територіального прогнозу стокових величин весняного водопілля, тобто включаючи річки, не вивчені у гідрологічному відношенні, задача визначення цих величин ускладнюється.

В роботі обґрунтований метод територіального узагальнення шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля річок для їх одержання й на річках, і невеликих водотоках, по яких відсутні регулярні дані стокових спостережень. Саме в цьому полягає територіальний прогноз гідрологічних характеристик весняного водопілля в запропонованому комплексному методі.

5.1.8 Територіальне узагальнення шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро

При встановленні просторового розподілу шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро використаний географічний аналіз та досліджено вплив місцевих чинників на їх величини. До місцевих особливостей водозборів річок прийняті залісеність і заболоченість водозборів. Виявити направлену дію лісу і боліт на річковий стік доволі складно, на що вказують досить чисельні наукові публікації низки авторів різних років [16]-[19].

Просторове узагальнення шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро виконано при побудові карта-схеми розподілу їх величин по території. Зазначена карта-схема побудована авторами роботи при попередньому одержанні регіональних залежностей середньобаторічних величин шарів стоку від географічного положення центрів водозборів, їх залісеності і заболоченості шляхом поступового виключення впливу на стік цих чинників.

Так, встановлено, що для річок басейну Дніпра, як й інших рівнинних річок України, в цілому прослідковується направлена помірна редукція шарів стоку зі збільшенням заболоченості водозборів ($f_{\bar{o}}$) і незначна тенденція до збільшення весняного стоку – при збільшенні залісеності водозборів ($f_{\bar{l}}$) [2]. При цьому в [2] одержані регіональні рівняння для визначення коефіцієнтів впливу залісеності $k_{\bar{l}}$ і заболоченості $k_{\bar{o}}$ на середньобаторічні величини шарів стоку Y_0 виду

$$k_{\bar{l}} = 1 + 0,070 \cdot \lg(f_{\bar{l}} + 1); \quad (5.16)$$

$$k_{\bar{o}} = 1 - 0,081 \cdot \lg(f_{\bar{o}} + 1), \quad (5.17)$$

де $f_{\bar{l}}$ і $f_{\bar{o}}$ - залісеність і заболоченість водозборів річок.

Побудована карта-схема ізоліній середньобаторічних величин шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро після виключення впливу на них залісеності і заболоченості (рис. 5.2).

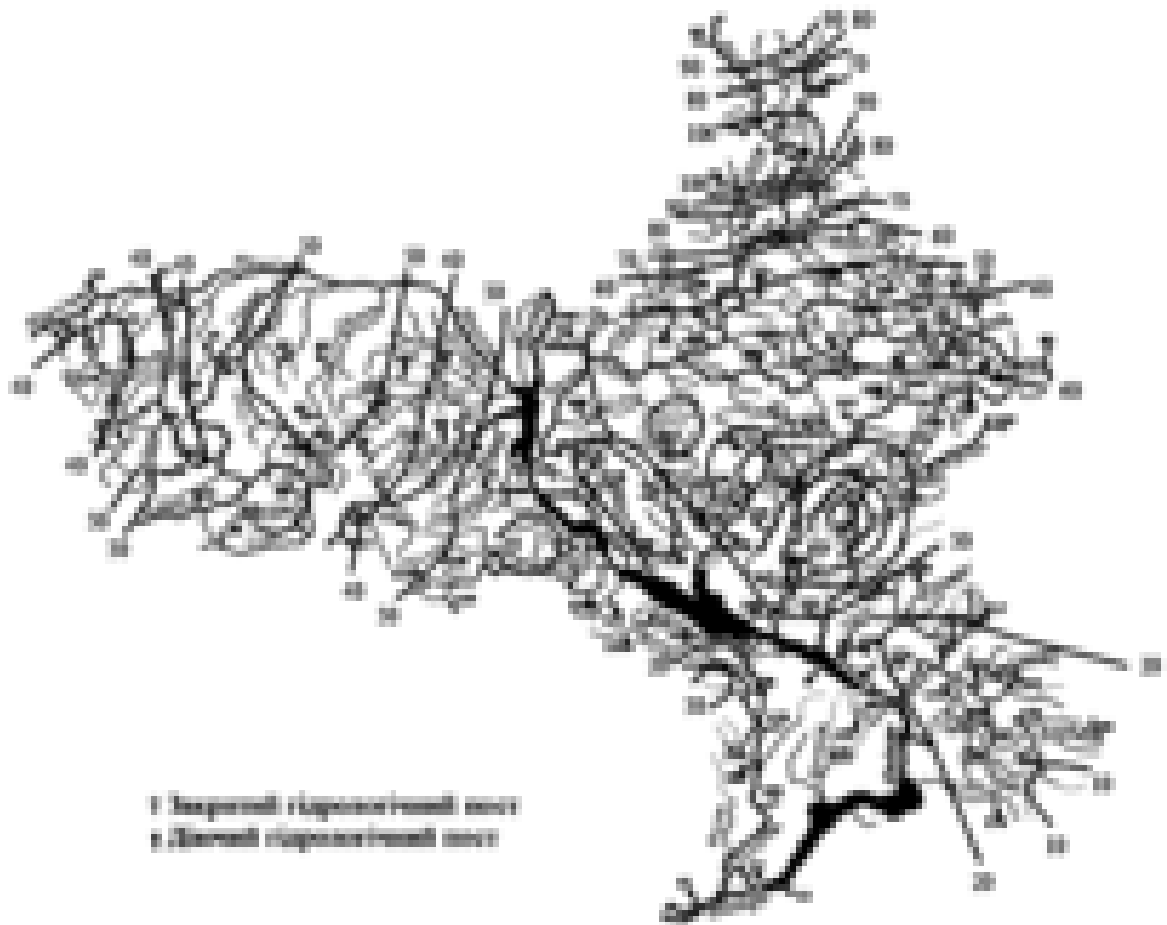


Рисунок 5.2 – Розподіл по території середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (при $f_L = 0$, $f_B = 0$) в басейнах річок Дніпра (в межах України), мм

Для річок суббасейну Десни (включаючи верхів'я р. Десна і р. Сейм) значення середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля $Y_0/(k_L k_B)$ (тобто при $f_L = 0$, $f_B = 0$) змінюються від 100 мм - 80 мм до 50 мм, для суббасейну Прип'яті – в середньому становлять 50 мм - 30 мм із замкненими областями в межах розповсюдження карстових утворень [20].

Величини $Y_0/(k_L k_B)$ для суббасейну Середнього Дніпра змінюються в діапазоні від 60 мм до 30 мм (в межах лівобережної його частини) та від 30 мм до 20 мм – на правобережжі. Однак, на фоні розподілу величин $Y_0/(k_L k_B)$ (в межах лівобережжя) відмічаються замкнуті області підвищеного стоку (до 60 мм – 70 мм), які пов'язані з геолого-геоморфологічною будовою території [20].

Так, в межах Полтавської рівнини спостерігається чергування плоских вододілів з широкими (до 10 км -12 км) долинами річок (Сули, Псла, Ворскли та ін.). При цьому глибина врізу річкових долин сягає 60 м-80 м, на схилах розвинута ґрунтово-балкова мережа, а на вододільних ділянках подекуди є ізольовані підняття [20].

Для суббасейну Нижнього Дніпра значення середньобігаторічних величин шарів стоку весняного водопілля змінюються в південно-східному напрямку – від 30 мм до 10 мм.

Встановлення середньобігаторічних величин шарів стоку весняного водопілля Y_0 для невивчених у гідрологічному відношенні річок і невеликих водотоків, при використанні карта-схеми (див. рис. 5.2), здійснюється за рівнянням

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_{\text{л}} k_{\text{б}}, \quad (5.18)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ – значення середньобігаторічних шарів весняного стоку, зняті з карта-схеми (див. рис. 5.2) для геометричних центрів водозборів.

Слід зазначити, що авторами проекту пропонується й інший варіант одержання середньобігаторічних величин шарів стоку весняних водопілля, а саме, шляхом визначення середньобігаторічних сум максимальних запасів води в сніговому покриві та опадів і коефіцієнтів стоку водопілля у рамках операторної моделі формування стоку весняного водопілля річок [21], [22]. Зазначені величини узагальнюються по території басейну р. Дніпро і можуть визначатися для різних річкових водозборів незалежно від стану їх гідрометеорологічної вивченості. Крім того, такий варіант моделі дозволить врахувати вплив кліматичних змін на стік весняного водопілля річок. З цією метою авторами моделі пропонується використання кліматичних поправок до стокових величин. Застосування такого варіанту розрахункової методики обґрунтовано авторами у пп. 4.4.4, 4.4.5.

5.2 Розробка методики територіального довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля при врахуванні комплексу гідрометеорологічних чинників в басейні р. Дніпро

5.2.1 Формування вектор-предиктора комплексу гідрометеорологічних чинників при прогнозі максимального весняного стоку річок

Як було вказано раніше, стокоформуючими чинниками весняного водопілля в річковому басейні р. Дніпро є максимальні запаси води в сніговому покриві, рідкі опади періоду весняного водопілля, а також зволоження та глибина промерзання ґрунтів, які визначають втрати тало-дощових вод на басейнах. Враховуючи різноманітність умов формування стоку весняного водопілля в суббасейнах Дніпра – Прип'яті, Десни, Середнього та Нижнього Дніпра, що розташовані в різних природних умовах, в роботі виконаний ретельний аналіз гідрометеорологічних чинників весняного водопілля в різних районах розглядуваної території. Такий аналіз покладено в основу складання вектор-предиктора дискримінантної функції при діагнозі весен за типом їх водності.

Максимальні запаси води в сніговому покриві та весняні опади періоду сніготанення і спаду весняного водопілля включені у вектор-предиктор дискримінантної функції DF і в прогнозну схему у вигляді модульних коефіцієнтів [2]:

- при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля

$$k_X = (S_m + X_1) / (S_0 + X_{1_0}); \quad (5.19)$$

- при прогнозуванні шарів стоку весняного водопілля

$$k_X = (S_m + X_1 + X_2) / (S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}), \quad (5.20)$$

де S_m і S_0 - величини середніх в межах річкових водозборів максимальних

снігозапасів та їх середньобаторічні величини;

X_1 і X_{10} - дощові опади періоду весняного танення снігу і їх середньобаторічні величини;

X_2 і X_{20} - рідкі опади періоду спаду весняного водопілля та їх середньобаторічні величини.

На дати випуску прогнозів характеристик максимального стоку весняного водопілля, встановлених Гідрометцентром України (10, 20, 28 лютого, в дату накопичення максимальних снігозапасів) сумарні запаси вологи, що формують стік водопілля визначаються упрогнозній схемі:

- для максимальних витрат води весняного водопілля

$$(S_m + X_1')_{ДСП} = [S_{ДСП}(1 - f_l) + k_l S_{ДСП} f_l] + \Delta \bar{S} + X_1'; \quad (5.21)$$

- для шарів стоку весняного водопілля

$$(S_m + X_1' + X_2')_{ДСП} = [S_{ДСП}(1 - f_l) + k_l S_{ДСП} f_l] + \Delta \bar{S} + X_1' + X_2', \quad (5.22)$$

де $S_{ДСП}$ - максимальні запаси води в сніговому покриві (на польових ділянках), які накопичилися на дату складання прогнозу (ДСП), мм;

f_l - відносна площа лісів у межах річних водозборів;

k_l - коефіцієнт підвищеного накопичення снігу у лісі (прийнятий рівним для басейну Дніпра 1,12);

$\Delta \bar{S}$ - нормальні добавки при накопиченні снігу протягом зими до його максимальних величин, мм;

X_1' та X_2' - рідкі опади періоду весняного сніготанення та спаду водопілля, тобто періоду завчасності прогнозів максимальних витрат води та шарів весняного стоку, мм.

Не відомі на дату випуску прогнозу нормальні добавки снігу до максимальних снігозапасів води $\Delta \bar{S}$ та кількість рідких опадів X_1' та X_2' визначалися як осереднені величини з урахуванням прогнозу погоди. Визначення величин $\Delta \bar{S}$ здійснюється в залежності від географічного положення пунктів виміру снігозапасів [2] (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Нормальні добавки до максимальних запасів води в сніговому покриві $\Delta \bar{S}$, мм для басейнів рівнинних річок України $\Delta \bar{S} = b + a(\varphi^\circ - 50)$

Умови введення добавки ($\Delta \bar{S}$) в залежності від очікуваної температури повітря		$\Delta \bar{S}$	Значення коефіцієнтів рівняння	
ДСП: до дати 20 лютого	ДСП: від дати 20 лютого і пізніше		a	b
$\Theta_{02,03} \leq (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \leq (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta \bar{S}_1$	3,27-0,086 Д	26,8-0,55 Д
$(\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{02,03} > (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$(\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{03} > (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta \bar{S}_2$	3,38-0,109 Д	20,4-0,61 Д
$\Theta_{02,03} \geq (\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \geq (\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C})$	$\Delta \bar{S}_3$	2,14-0,074 Д	7,47-0,25 Д

Примітка 1. ДСП – дата складання прогнозу максимальних витрат води чи шарів стоку весняного водопілля.

Примітка 2. $\Theta_{02,03}$ і $\bar{\Theta}_{02,03}$ - середнє значення середньомісячних температур повітря в лютому і березні та середньобаторічні їх значення, відповідно, $^\circ\text{C}$.

Примітка 3. Θ_{03} і $\bar{\Theta}_{03}$ - середня температура повітря у березні та її середньобаторічне значення, відповідно, $^\circ\text{C}$.

Примітка 4. Д- кількість діб від 1-го лютого до дати складання прогнозу.

Примітка 5. φ° – географічна широта метеостанцій, в частках $^\circ$ півн.ш.

Розрахунок добавок снігу $\Delta \bar{S}$ у табл. 5.1 ведеться в залежності від очікуваної температури повітря періоду снігонакопичення як $\Delta \bar{S}_1$, $\Delta \bar{S}_2$ або $\Delta \bar{S}_3$. При цьому, чим раніше ДСП і чим нижче зимові (а іноді й весняні) температури

повітря, тим більші будуть величини добавок снігу до його максимальної величини. Природно, що нормальна добавка $\Delta \bar{S}$ в дату накопичення максимальних снігозапасів не вводиться.

Величини опадів (X_1' та X_2') на період завчасності прогнозу (до 30-50 діб) можуть оцінюватися в запропонованій прогнозній методиці:

а) за багаторічною нормою X_{1_0} або X_{2_0} ;

б) з урахуванням метеорологічного прогнозу, як опади очікуються: вище норми, на рівні норми або нижче норми, шляхом введення відповідного коефіцієнту до норм опадів [2]

$$X_1' = k_1 X_{1_0}; \quad (5.23)$$

$$X_2' = k_2 X_{2_0}. \quad (5.24)$$

Одержані величини коефіцієнтів k_1 та k_2 до середньобагаторічних величин опадів X_{1_0} та X_{2_0} розрізняються для різних за географічним положенням водозборів та враховуються за різних погодних умов періоду завчасності гідрологічного прогнозу шарів стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля, тобто з урахуванням метеорологічного прогнозу опадів (відносно кліматичної норми). Для рівнинної території України (у т.ч. для басейну Дніпра) коефіцієнти до норм опадів у формулах (5.23) і (5.24) представлені у табл. 5.2 та табл. 5.3.

Що стосується визначення середньобагаторічних величин максимальних снігозапасів перед весняним водопіллям та опадів періоду танення снігу і спаду водопілля в (5.19) та (5.20), то вони можуть визначатися відповідно узагальнень, виконаних авторами роботи раніше.

Важливими гідрометеорологічними чинниками втрат тало-дощових вод вперіод формування весняного водопілля є характеристики передвесняного стану басейнів – головним чином попереднє зволоження та ступінь промерзання ґрунтів.

Таблиця 5.2 – Коефіцієнти до норм опадів X_{1_0} з урахуванням метеорологічного прогнозу опадів

Умови введення коефіцієнтів до норм опадів X_{1_0}	Коефіцієнти до норм опадів у формулі(5.23)
Опади вищі за кліматичну норму ($X_1 > X_{1_0} + 10$ мм)	$k_1 = 1,83 - 0,055(\varphi^\circ - 50)$
Опади близьки до кліматичної норми [($X_{1_0} + 10$ мм) $\geq X_1 \geq$ ($X_{1_0} - 10$ мм)]	$k_1 = 0,84 + 0,009(\varphi^\circ - 50)$
Опади нижчі за кліматичну норму: ($X_1 < X_{1_0} - 10$ мм)	$k_1 = 0,29 + 0,029(\varphi^\circ - 50)$

Таблиця 5.3 – Коефіцієнти до норм опадів X_{2_0} з урахуванням метеорологічного прогнозу опадів

Умови введення коефіцієнтів до норм опадів X_{2_0}	Коефіцієнти до норм опадів у формулі (5.24)
Опади вище норми: ($X_2 > X_{2_0}$)	$k_2 = 1,75 - 0,027(\varphi^\circ - 50)$
Опади біля норми: ($X_2 = X_{2_0}$)	$k_2 = 0,86 + 0,022(\varphi^\circ - 50)$
Опади нижче норми: ($X_2 < X_{2_0}$)	$k_2 = 0,36 + 0,031(\varphi^\circ - 50)$

Примітка. φ° – широта геометричних центрів водозборів, в частках °півн.ш.

Індексом зволоження ґрунтів перед весняним таненням снігу в методі територіальних довгострокових прогнозів весняного стоку прийнята непряма його характеристика – середній річковий модуль стоку.

У складному в географічному і природному відношенні басейні р. Дніпро, детипові риси формування стоку весняного водопілля річок визначаються зональними особливостями геолого-геоморфологічної будови, характером рельєфу, ґрунтів, рослинності і клімату, індекс передвесняного зволоження ґрунтів прийнятий різним для лівобережної і правобережної частин басейну.

Так, для лівобережного Дніпра (рр. Десна, Сейм, Сула, Псел, Ворскла, Оріль і Самара), де стан підстильної поверхні формується протягом всього осінньо-зимового періоду, використаний середній річковий модуль стоку з вересня попереднього по січень поточного q_{09-01} років, віднесений до його норми $(q_{09-01})_0$

$$(k_{q_{09-01}})_i = \frac{(q_{09-01})_i}{(q_{09-01})_0}, \quad (5.25)$$

де $(q_{09-01})_i$ - середній модуль стоку з вересня по січень для i -ї весни, л/(с·км²).

За відсутності спостережень прийнята характеристика зволоження ґрунтів (як для багаторічного періоду, так і у поточному році) визначається за встановленими регіональними залежностями середнього модуля стоку з вересня по січень q_{09-01} від географічної широти геометричних центрів водозборів.

Для правобережжя Дніпра (суббасейну Прип'яті, приток Уж, Тетерів, Рось, Інгулець та ін.), де часто спостерігається додаткове суттєве зволоження ґрунтів у періоди зимових відлиг, в якості індексу передвесняного стану басейнів у вектор-предиктор дискримінантної моделі введений середньомісячний річковий стік в попередній від початку водопілля місяць або ж навіть передпаводкова витрата води $(Q_{нв}, \text{ м}^3/\text{с})$, віднесені до середньобагаторічного значення витрати води розрахункового місяця $(Q_{нв})_0$

$$(k_{q_{нв}})_i = \frac{(Q_{нв})_i}{(Q_{нв})_0}, \quad (5.26)$$

де $(Q_{нв})_i$ - середня витрата води i -го місяця перед весняним водопіллям, м³/с.

За відсутності стокових даних річок (як багаторічних, так і щорічних) будуються регіональні залежності середніх витрат води від площ річкових водозборів, наприклад $(Q_{нв})_0 = f(F)$.

Глибина промерзання ґрунтів. Для розробки методики прогнозу весняного стоку в басейні р. Дніпро використані величини максимальних глибин промерзання ґрунтів наприкінці зими (під озимими), осереднені по водозборах і з урахуванням даних усіх пунктів спостережень, розташованих у їх межах.

В вектор-предиктор дискримінантної функції DF ці характеристики також як і інші, прийняті у вигляді їх модульних коефіцієнтів

$$(k_L)_i = \frac{L_i}{L_0}, \quad (5.27)$$

де L_i – середнє по водозбору значення максимальної глибини промерзання ґрунту для i -го року, см;

L_0 – норма глибини промерзання ґрунтів на водозборі.

5.2.2 Параметри методики довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля

Регіональні залежності для прогнозу шарів стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра виду (5.1), побудовані авторами за даними багаторічних часових спостережень для опорних водозборів річок в басейні Дніпра – в суббасейнах Прип'яті, Десни, Середнього та Нижнього Дніпра.

За значного розкиду точок на графіках, їх уточнення досягається шляхом дискримінації водопіль за типом їх водності при використанні моделі DF (5.3). При цьому одержані рівняння дискримінантних функцій DF у вигляді:

- для лівобережної частини басейну Дніпра

$$DF = a_0 + a_1 k_x + a_2 k_{q_{09-01}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}; \quad (5.28)$$

- для правобережної частини басейну Дніпра

$$DF = a_0 + a_1 k_x + a_2 k_{Q_{n6}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}, \quad (5.29)$$

де Θ_{02} – середньомісячна температура повітря у лютому, °С.

За графічним виглядом регіональних прогнозних залежностей виду (5.1) і можливістю узагальнення параметрів прогнозної схеми в роботі виконано районування території басейну Дніпра. При цьому виділено, в основному по вододілах річок, дев'ять районів (з підрайонами) з близькими природними і кліматичними умовами утворення тало-дощового весняного стоку річок (рис. 5.3).



Рисунок 5.3 – Районування території басейну Дніпра при довгостроковому прогнозуванні характеристик весняного водопілля

Слід зазначити, що в межах виділених районів (підрайонів) має місце однаковий набір предикторів і однакові коефіцієнти рівнянь, які можуть використовуватися для усіх річок однорідного району.

Параметри дискримінантних рівнянь (5.28) та (5.29) в межах суббасейнів р. Дніпро і виділених однорідних районів наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій при прогнозуванні шарів стоку весняного водопілля на річках басейну Дніпра

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Суббасейн р. Прип'ять $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{Q_{n6}}{(Q_{n6})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
1	Прип'ять (до с. Люб'язь), Тур'я, Стохід, Стир	$DF1$	-0,15	-7,45	4,75	2,04	-0,21
		$DF2$	-0,43	-1,74	7,98	-3,00	-0,84
2	Горинь, Случ (до м.Новоград-Волинський)	$DF1$	0,07	-1,14	-0,66	15,5	1,71
		$DF2$	-1,00	-11,0	1,04	14,1	-0,15
3	Случ до м.Сарни, Уборть	$DF1$	1,48	-6,09	8,27	1,43	0,38
		$DF2$	-0,69	1,01	-5,58	-1,37	-1,13
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{Q_{n6}}{(Q_{n6})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
3	Уж, Норин	$DF1$	1,48	-6,09	8,27	1,43	0,38
		$DF2$	-0,69	1,01	-5,58	-1,37	-1,13
4	Тетерів (до м. Житомир), Ірша, Ірпінь	$DF1$	0,47	-17,3	5,70	10,0	-0,50
		$DF2$	-1,34	-6,11	10,6	-3,06	-0,31
5	Рось	$DF1$	0,31	-19,7	3,02	12,6	-0,09
		$DF2$	-0,55	-14,5	2,84	15,9	-0,14
Суббасейн Десни $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
6	Десна (до впадіння р. Сейм)	$DF1$	-0,26	-26,7	16,8	5,46	-0,38
7а	Сейм	$DF1$	0,41	-14,8	5,34	3,94	-0,23
		$DF2$	1,87	-23,2	10,8	8,34	-0,41
		$DF3$	0,58	-9,47	8,14	6,72	0,59
		$DF4$	-0,95	-15,1	20,9	22,4	1,77

Кінець таблиці 5.4

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
76	Сула	$DF1$	0,41	-14,8	5,34	3,94	-0,23
		$DF2$	1,87	-23,2	10,8	8,34	-0,41
		$DF3$	0,58	-9,47	8,14	6,72	0,59
		$DF4$	-0,95	-15,1	20,9	22,4	1,77
7в	Псел і Ворскла	$DF1$	0,80	-6,18	-0,20	12,7	1,47
		$DF2$	1,87	-23,2	10,8	8,34	-0,41
		$DF3$	0,58	-9,47	8,14	6,72	0,59
		$DF4$	0,27	-11,6	14,5	14,2	0,79
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
8 (а, б, в)	Оріль, Самара, Вовча	$DF1$	-1,40	-20,1	12,4	5,36	0,007
		$DF2$	0,27	-3,22	4,46	-2,77	-0,85
		$DF3$	0,75	-11,5	5,20	-1,67	-0,90
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{X}{X_0} + a_2 \frac{Q_{n6}}{(Q_{n6})_0} + a_3 \frac{L}{L_0}$							
9(а, б)	Інгулець, Тясмін, Базавлук	$DF1$	-1,88	-14,4	5,73	6,46	—
		$DF2$	0,82	-11,0	5,08	11,0	—

Примітка 1. X і X_0 – сумарна кількість максимальних запасів води в сніговому покриві та рідких опадів періоду весняного водопілля ($S_m + X_1 + X_2$) та їх середньобаторічна величина ($S_0 + X_{10} + X_{20}$), мм.

Примітка 2. Q_{n6} і $(Q_{n6})_0$ – середня витрата води i -го місяця перед весняним водопіллям та його середньобаторічна величина, м³/с.

Примітка 3. q_{09-01} і $(q_{09-01})_0$ – середній модуль стоку осінньо-зимового періоду і його середньобаторічна величина, л/(с·км²).

Примітка 4. L_m і L_0 – глибина промерзання ґрунтів і її середньобаторічна величина, см.

Примітка 5. θ_{02} – температура повітря лютого, °С.

Для кожного району одержано по дві дискримінантні функції для здійснення класифікації чи альтернативного (якісного) прогнозу типу водності майбутнього водопілля. За знаком $DF1$ виділяються спочатку високі та середні, а далі за знаком $DF2$ – середні та низькі за водністю водопілля. При цьому весняне водопілля прогнозується:

- вищим за середньобагаторічне, якщо дискримінантна функція $DF1 > 0$;
- близьким до середньобагаторічного, якщо $DF1 \leq 0$, а $DF2 \geq 0$;
- нижчим за середньобагаторічне у випадку, коли $DF1 < 0$ і $DF2 < 0$.

Побудовані прогнозні залежності (5.1) для визначення шарів стоку весняного водопілля (у вигляді модульних коефіцієнтів), враховуючи знак дискримінантних рівнянь описуються рівняннями виду

$$\frac{Y_m}{Y_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m + X_1 + X_2}{S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}} + b_2 \left(\frac{S_m + X_1 + X_2}{S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}} \right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m + X_1 + X_2}{S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}} \right)^3, \quad (5.30)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти рівняння при прогнозуванні шарів стоку весняного водопілля на річках, значення яких в межах суббасейнів р. Дніпро і виділених однорідних за умовами формування стоку весняного водопілля районів, в залежності від умов застосування кривих за знаком DF , представлені у табл. 5.5.

По спрогнозованим таким чином модульним коефіцієнтам шарів стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра в межах виконаного районування території (див. рис. 5.3) очікувані величини шарів стоку весняного водопілля Y_m визначаються наступним чином

$$Y_m = k_Y \cdot Y_0. \quad (5.31)$$

Таблиця 5.5– Коефіцієнти прогностичних рівнянь (5.30) при прогнозуванні шарів стоку весняного водопілля річках басейну Дніпра

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	Умови застосування прогностичних кривих за знаком DF	b_0	b_1	b_2	b_3
Суббасейн р. Прип'ять						
1	Прип'ять (до с.Любязь), Тур'я, Стохід, Смир	$DF1>0$	0,059	0,062	1,43	0,24
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,083	-0,44	1,25	-0,13
		$DF1<0; DF2<0$	0,030	-0,12	0,26	0,10
2	Горинь, Случ	$DF1>0$	0,009	0,68	0,66	0,16
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	0,48	0,19	0,24
		$DF1<0; DF2<0$	-0,016	0,33	-0,022	0,24
3	Уборть	$DF1>0$	0,041	-0,02	1,30	0,14
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,043	-0,34	0,89	-0,06
		$DF1<0; DF2<0$	0,03	-0,12	0,26	0,10
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра						
3	Уж	$DF1>0$	0,009	0,68	0,66	0,16
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	$0,6 \cdot 10^{-2}$	0,48	0,19	0,24
		$DF1<0; DF2<0$	-0,016	0,33	-0,022	0,24
3	Норин	$DF1>0$	0,041	-0,02	1,30	0,14
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,043	-0,34	0,89	-0,06
		$DF1<0; DF2<0$	0,03	-0,12	0,26	0,10
4	Тетерів, Ірша, Ірпінь	$DF1>0$	0,23	-1,44	3,40	-0,89
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,074	-0,18	0,36	0,30
		$DF1<0; DF2<0$	0,12	-0,40	0,34	0,16
5	Рось	$DF1>0$	0,022	0,12	0,59	0,67
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,002	0,36	-0,49	0,70
		$DF1<0; DF2<0$	-0,015	0,24	-0,29	0,34

Продовження таблиці 5.5

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	Умови застосування прогнозних кривих за знаком DF	b_0	b_1	b_2	b_3
Суббасейн р. Десна						
6	Десна (до впадіння Сейму)	$DF1>0$	0,060	-0,05	1,62	-0,37
		$DF1\leq 0$	0,027	-0,19	0,67	0,04
7а	Сейм	$DF1>0$	-0,14	1,73	-3,22	4,27
		$DF1\leq 0; DF2>0$	0,094	-0,29	0,64	0,66
		$DF2\leq 0; DF3\geq 0$	0,069	-0,14	0,081	0,59
		$DF3<0; DF4\geq 0$	0,055	-0,24	0,23	0,30
		$DF3<0, DF4<0$	-0,016	0,043	-0,016	0,18
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра						
7б	Сула	$DF1>0$	0,34	-1,28	4,66	-1,04
		$DF1\leq 0; DF2>0$	0,059	0,23	0,62	0,38
		$DF2\leq 0; DF3\geq 0$	0,16	-0,53	1,25	-0,21
		$DF3<0; DF4\geq 0$	0,098	-0,39	0,65	-0,046
		$DF3<0, DF4<0$	0,0038	0,11	-0,13	0,12
7в	Псел і Ворскла	$DF1>0$	0,35	-1,69	4,71	-1,67
		$DF1\leq 0; DF2>0$	-0,27	2,41	-3,67	2,33
		$DF2\leq 0; DF3\geq 0$	-0,041	0,54	-0,56	0,61
		$DF3<0; DF4\geq 0$	-0,086	0,61	-0,65	0,47
		$DF3<0, DF4<0$	-0,11	0,62	-0,64	0,35
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра						
8а	Оріль	$DF1>0; DF3>0$	0,0076	0,27	1,74	0,49
		$DF1>0; DF3\leq 0$	0,029	-0,056	0,88	0,90
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	-0,0012	0,099	0,50	0,22
		$DF1<0; DF2<0$	0,0078	-0,17	0,38	0,11
8б	Самара (до с. Коче-режки)	$DF1>0; DF3>0$	-0,03	1,26	-0,72	2,90
		$DF1>0; DF3\leq 0$	-0,05	1,15	-2,30	2,85
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,012	-0,30	0,94	-0,03
		$DF1<0; DF2<0$	0,019	-0,31	0,54	-0,038

Кінець таблиці 5.5

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	Умови застосування прогнозних кривих за знаком DF	b_0	b_1	b_2	b_3
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра						
8в	Вовча	$DF1>0;DF3>0$	0,076	-0,76	2,87	0,31
		$DF1>0;DF3\leq 0$	0,42	-2,61	4,36	-0,87
		$DF1\leq 0;DF2\geq 0$	0,0025	-0,06	0,28	0,14
		$DF1<0;DF2<0$	-0,001	-0,072	0,22	-0,0091
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра						
9а	Тясьмин	$DF1>0$	$2,10\cdot 10^{-2}$	0,52	-1,43	3,29
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	$-1,0\cdot 10^{-2}$	0,70	-2,04	1,91
		$DF1<0; DF2<0$	$-1,9\cdot 10^{-2}$	0,18	-0,28	0,16
9б	Базавлук, Інгулець	$DF1>0$	$2,10\cdot 10^{-2}$	0,52	-1,43	3,29
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	$-3,5\cdot 10^{-2}$	1,02	-2,40	1,79
		$DF1<0; DF2<0$	$-1,4\cdot 10^{-2}$	0,25	-0,56	0,38

Встановлення середньобагаторічних величин шарів весняного стоку Y_0 відбувається для кожної конкретної річки за часовим рядом стокових спостережень Y_i по ній або ж визначаються за карта-схемою розподілу Y_0 по досліджуваній території (див. рис. 5.2) для геометричних центрів водозборів, включаючи річки, по яких відсутні такі ряди, за рівнянням (5.18). Коефіцієнти впливу залісеності і заболоченості на середньобагаторічні величини шарів стоку, що входять до (5.18), отримуються за рівняннями (5.16) і (5.17) відповідно.

Забезпеченість прогнозованих величин Y_m у багаторічному розрізі встановлюється за описаним в п. 5.1.4 методом, тобто за спрогнозованим модульним коефіцієнтом шару стоку $k_Y = Y_m/Y_0$ і коефіцієнтом їх варіації $(C_v)_Y$, використовуючи таблицю трипараметричного гама-розподілу при $(C_s/C_v) = 2,5$ [7]. Знаходиться забезпеченість очікуваного шару весняного стоку $(P_Y\%)$ у вигляді інтервалу забезпеченостей

$$P_1 < P_Y < P_2, \quad (5.32)$$

де P_1 і P_2 – верхня та нижня межі забезпеченості [7].

На основі статистичної обробки часових рядів шарів стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра (в межах рівнинної території України) автором роботи [2] одержані регіональні рівняння для визначення коефіцієнтів варіації не вивчених у гідрологічному відношенні річок $(C_v)_Y$ у вигляді:

$$(C_v)_Y = 0,81 - 0,12(\varphi^\circ - 50) \quad (5.33)$$

або

$$(C_v)_Y = 1,62 \left(\frac{Y_0}{5} \right)^{-0,38}, \quad (5.34)$$

де φ° – географічна широта геометричних центрів водозборів (в частках °півн.ш.).

Як зазначено вище, при територіальному прогнозуванні найбільш наглядною формою є картографічне представлення прогнозних величин. Крім того, карта-схеми дають змогу визначати розміри майбутнього водопілля й для невивчених річок території, тому доцільним є представлення їх на основі карта-схем не в фактичних, а в відносних величинах модульних коефіцієнтів шарів стоку k_Y [2]. Крім карта-схем k_Y складаються й карта-схеми забезпеченості ($P\%$) прогнозних величин шарів стоку весняного водопілля у багаторічному часовому періоді (незалежно від стану гідрологічної вивченості річок).

5.2.3 Параметри методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля

Для довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля річок басейну Дніпра використані регіональні залежності виду (5.2), побудовані авторами за даними багаторічних часових спостережень для опорних річкових водозборів в басейні р. Дніпро (в суббасейнах Прип'яті, Десни,

Середнього та Нижнього Дніпра).

За значного розкиду точок на графіках (5.2), дискримінація водопіль за типом їх водності здійснювалася при використанні моделі дискримінантної функції DF (5.3). Набір гідрометеорологічних чинників дискримінантної функції при прогнозуванні максимальних витрат води, як і при аналізі формування шарів стоку водопіль, розрізняється для лівобережної і правобережної частин басейну Дніпра. Для розрахунку дискримінантної функції у вигляді, аналогічному (5.28) і (5.29), до вектор-предиктора DF були віднесені такі чинники весняного водопілля (виражені у модульних коефіцієнтах):

а) середні на водозборі величини максимальних запасів води в сніговому покриві, які накопичилися на басейні до початку весняного сніготанення і весняні опади періоду танення снігу – $k_X = \frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}}$;

б) індекс зволоження ґрунтів – середньомісячна (декадна) витрата води перед початком водопілля $k_{Q_{ne}} = Q_{ne} / (Q_{ne})_0$ (для правобережжя Дніпра) або середній модуль стоку з вересня попереднього по січень поточного року $k_{q_{09-01}} = q_{09-01} / (q_{(09-01)_0})$ (для його лівобережної частини);

в) максимальна глибина промерзання ґрунтів $k_L = L / L_0$;

г) середня місячна температура повітря у лютому, Θ_{02} °С

Аналіз умов формування весняного стоку на річках басейну Дніпра дозволив одержати перелік гідрометеорологічних чинників весняного водопілля (у відносних величинах) і узагальнені, для виділених районів, коефіцієнти дискримінантних рівнянь, які увійшли до вектор-предиктору дискримінантної функції (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля на річках басейну Дніпра

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Суббасейн р. Прип'ять $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + (X_1)_0} + a_2 \frac{Q_{nv}}{(Q_{nv})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
1	Прип'ять (до с. Люб'язь), Тур'я, Стохід, Стир	$DF1$	-0,15	-7,45	4,75	2,04	-0,21
		$DF2$	-0,43	-1,74	7,98	-3,00	-0,84
2	Горинь, Случ (до м. Новоград-Волинський)	$DF1$	0,07	-11,4	-0,66	15,5	1,71
		$DF2$	-1,00	-11,0	1,04	14,1	-0,15
3	Случ до м. Сарни, Уборть,	$DF1$	1,48	-6,09	8,27	1,43	0,38
		$DF2$	-0,69	1,01	-5,58	-1,4	-1,13
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + (X_1)_0} + a_2 \frac{Q_{nv}}{(Q_{nv})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
3	Уж, Норин	$DF1$	1,48	-6,09	8,27	1,43	0,38
		$DF2$	-0,69	1,01	-5,58	-1,4	-1,13
4	Тетерів (до м. Житомир), Ірша, Ірпінь	$DF1$	0,47	-17,3	5,70	10,0	-0,50
		$DF2$	-1,34	-6,11	10,6	-3,1	-0,31
5	Рось	$DF1$	0,31	-19,7	3,02	12,6	-0,09
		$DF2$	-0,55	-14,5	2,84	15,9	-0,14

Продовження таблиці 5.6

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Суббасейн Десни $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m}{S_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
6	Десна (до впадіння р. Сейм)	$DF1$	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
		$DF2$	-0,30	-6,34	2,96	7,55	0,27
7а	Сейм	$DF2$	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
		$DF3$	-0,30	-6,34	2,96	7,55	0,27
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m}{S_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
7(б, в)	Сула, Псел, Ворскла	$DF1$	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
		$DF2$	-0,30	-6,34	2,96	7,55	0,27
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + (X_1)_0} + a_2 \frac{q_{09-01}}{(q_{09-01})_0} + a_3 \frac{L}{L_0} + a_4 \theta_{02}$							
8а	Оріль	$DF1$	-1,40	-20,1	12,4	5,36	0,007
		$DF2$	0,27	-3,22	4,46	-2,77	-0,85
8б	Самара (до с. Кочережки)	$DF1$	-2,04	-22,8	6,39	15,7	0,86
		$DF2$	-1,53	-8,22	4,50	-1,80	-1,41
		$DF3$	-0,02	-6,58	1,47	-2,95	-1,43
8в	Вовча	$DF1$	-2,04	-22,8	6,39	15,7	0,86
		$DF2$	-1,53	-8,22	4,50	-1,80	-1,41

Кінець таблиці 5.6

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	DF	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра $DF = a_0 + a_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + (X_1)_0} + a_2 \frac{Q_{nv}}{(Q_{nv})_0} + a_3 \frac{L}{L_0}$							
9а	Тясьмін, Базавлук, Інгулець (до с. Олександрівки-Степанівки)	$DF1$	1,07	-13,4	-1,97	13,7	
		$DF2$	-2,77	-12,5	-5,74	21,4	
9б	Інгулець (нижче с. Олександрівки-Степанівки)	$DF1$	-0,24	-9,37	3,84	4,30	
		$DF2$	-2,77	-12,5	-5,74	21,4	

Примітка 1. $S_m + X_1$ та $S_0 + (X_1)_0$ – сумарна кількість максимальних запасів води в сніговому покриві та рідких опадів періоду танення снігу та їх середньобаторічні величини, мм.

Примітка 2. Інші умовні позначення до табл. 5.6 ті ж самі, що й до табл. 5.4.

Прогнозні залежності для встановлення максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля побудовані відповідно угруповань за знаком дискримінантних функцій і описуються регіональними рівняннями виду

$$\frac{q_m}{q_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} + b_2 \left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} \right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}} \right)^3, \quad (5.35)$$

Коефіцієнти рівняння b_0, b_1, b_2, b_3 , одержані при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля, узагальнені для низки басейнів і виражають схожість прогностичних кривих (5.2) в межах однорідних районів з близькими умовами формування весняного водопілля відповідно районуванню басейну Дніпра. Коефіцієнти дискримінантних рівнянь умови їх застосування за ознаками функцій $DF1$ і $DF2$ надані у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Коефіцієнти поліномів при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля на річках басейну Дніпра

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	Умови застосування прогнозних кривих за знаком DF	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
Суббасейн р. Прип'ять								
1	Прип'ять (до с.Любязь), Тур'я, Стохід, Стир	$DF1>0$	0,059	0,062	1,43	0,24	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,083	-0,44	1,20	-0,13	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,030	-0,12	0,26	0,10	-	-
2	Горинь, Случ, Уборть	$DF1>0$	0,059	0,062	1,43	0,24	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,083	-0,44	1,25	-0,13	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,030	-0,12	0,26	0,10	-	-
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра								
3	Уж, Норин	$DF1>0$	0,041	-0,20	1,30	0,14	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,043	-0,34	0,89	-0,06	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,030	-0,12	0,26	0,10	-	-
4	Тетерів, Ірша, Ірпінь	$DF1>0$	0,23	-1,44	3,40	-0,89	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,07	-0,18	0,36	0,30	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,12	-0,40	0,34	0,16	-	-
5	Рось	$DF1>0$	0,020	0,24	-0,52	1,86	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	-0,070	1,30	-2,99	2,08	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	-0,030	0,44	-0,95	0,60	-	-
Суббасейн р. Десна								
6	Десна (до впадіння р. Сейм)	$DF1>0$	0,041	-0,26	2,58	-0,66	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,036	-0,20	1,07	-0,06	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	-0,040	0,46	-0,46	0,38	-	-
7а	Сейм	$DF1>0$	0,060	0,49	0,75	0,49	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,030	-0,06	0,61	0,04	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,040	-0,25	0,45	-0,03	-	-
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра								
7 (б,в)	Сула, Псел, Ворскла	$DF1>0$	0,060	0,49	0,75	0,49	-	-
		$DF1\leq 0; DF2\geq 0$	0,030	-0,06	0,61	0,04	-	-
		$DF1<0; DF2<0$	0,040	-0,25	0,45	-0,03	-	-

Кінець таблиці 5.7

Номер району (підрайону) за рис. 5.3	Басейн річки	Умови застосування прогнозних кривих за знаком DF	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра								
8а	Оріль	$DF1>0$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	-0,27	5,91	-11,5	4,55	8,14
		$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	-0,099	0,23	-0,22	0,76	-	-
		$DF1 < 0; DF2 < 0$	0,03	-0,38	0,63	0,02	-	-
8б	Самара (до с. Кочережки)	$DF1>0; DF3>0$	0,020	2,13	-6,28	-7,11	38,5	-
		$DF1 < 0; DF3 \leq 0$	0,017	1,09	-4,79	7,51	-	-
		$DF1 \leq 0; DF1 \geq 0$	-0,10	0,23	-0,22	0,76	-	-
		$DF1 < 0; DF2 < 0$	0,03	-0,38	0,63	0,022	-	-
8в	Вовча	$DF1>0$	0,03	-3,43	27,5	-59,7	41,1	-
		$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,010	0,03	0,45	-0,04	-	-
		$DF1 < 0; DF2 < 0$	-0,003	0,10	-0,044	0,058	-	-
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра								
9а	Тясьмін, Базавлук, Інгулець (до с. Олександростепанівка)	$DF1>0$	0,11	-1,07	3,10	-0,70	-	-
		$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,035	-0,11	0,67	-0,13	-	-
		$DF1 < 0; DF2 < 0$	-0,002	0,12	-0,049	0,047	-	-
9б	Інгулець (нижче с. Олександростепанівка)	$DF1>0$	0,0055	-0,15	1,16	0,77	-	-
		$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,035	-0,11	0,69	-0,13	-	-
		$DF1 < 0; F2 < 0$	0,0014	0,27	-0,18	0,10	-	-

За спрогнозованими за методикою величинами максимальних модульних коефіцієнтів k_q і середньобагаторічними величинами максимального модуля водопілля q_0 , $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ визначаються очікувані величини максимальних витрат води, $\text{м}^3/\text{с}$

$$Q_m = k_q \cdot q_0 \cdot F. \quad (5.36)$$

За наявності гідрологічних спостережень для кожної конкретної річки величина q_0 розраховується за часовим гідрологічним рядом. За відсутності стокових спостережень на річках басейну р. Дніпро авторами проекту пропонується для визначення величин визначення величин максимального стоку використання операторної моделі формування стоку весняного водопілля річок [22] у вигляді рівняння (4.1) та згідно з рекомендаціями до визначення її параметрів (пп. 4.1, 4.2). Такий варіант моделі для середньобагаторічних гідрометеорологічних величин вперше був застосований в роботі авторів проекту [23].

Прогнозування максимальних рівнів води весняного водопілля на річках здійснюється по спрогнозованим максимальним витратам води при використанні кривих витрат води $Q = f(H)$, побудованих для окремих постів.

Забезпеченість прогнозних величин максимальних витрат води водопілля Q_m встановлюється за спрогнозованим модульним коефіцієнтом k_q і коефіцієнтом варіації $(C_v)_Q$, використовуючи таблиці трипараметричного гамма-розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля при $(C_s/C_v)_Q = 2,5$ [7], у вигляді інтервалу забезпеченостей

$$P_1 < P_{Y(Q)} < P_2, \quad (5.37)$$

Верхня та нижня межі забезпеченості P_1 і P_2 встановлюються за таблицями трипараметричного гамма-розподілу в [7].

Для річок басейну Дніпра, не вивчених у гідрологічному відношенні, в межах рівнинної території України обґрунтовані регіональні рівняння для визначення коефіцієнтів варіації $(C_v)_Q$ в залежності від широти геометричних центрів водозборів (φ – в частках °півн.ш.) у вигляді [2]

$$(C_v)_Q = 1,09 - 0,17(\varphi^\circ - 50) \quad (5.38)$$

або від площ річкових водозборів (F , км²)

$$(C_v)_Q = 1,90 - 0,22 \cdot \lg(F + 1). \quad (5.39)$$

При цьому спостерігається зменшення коефіцієнтів варіації максимальних витрат води водопілля $(C_v)_Q$ з півдня на північ і при збільшенні площ водозборів річок.

В запропонованій методиці територіального прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля, як і для шарів стоку, представлення очікуваних величин здійснюється у картографічному вигляді, але це можливо тільки у вигляді їх модульних коефіцієнтів [2]. Одночасно з карта-схемами очікуваних значень максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля надається й карта-схема ймовірності перевищення прогнозних величин у багаторічному розрізі P_Q % у будь-якій частині території, побудування якої відбувається аналогічним чином.

За даними карта-схемами, складеними на кожен встановлений дату випуску прогнозу, споживач може визначити величини максимальних витрат води майбутнього водопілля та частоту повторюваності їх у багаторічному розрізі одночасно для всієї території басейна Дніпра, оцінюючи зони підвищеної небезпеки (при високих максимумах весняних водопіль). Такий спосіб дозволяє надавати прогнози максимумів водопілля та їх забезпеченості по будь-якому пункту розглядуваної території, у тому числі й на невивчених у гідрологічному відношенні річках.

5.2.4 Перевірка ефективності методики довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля і адаптація до змін водного режиму весняного водопілля річок

5.2.4.1 Встановлення допустимої похибки прогнозів невивчених у гідрологічному відношенні річок

Визначення допустимої похибки при прогнозуванні характеристик водного режиму річок здійснюється відповідно до Керівного документа [8] та Настанови [9] за статистичної обробки часових гідрологічних рядів і розраховується за формулою (5.13).

В територіальному методі довгострокових гідрологічних прогнозів, коли є можливість отримання прогностичних величин для невивчених у гідрологічному відношенні річок, тобто за відсутності часових рядів стокових спостережень, необхідним є встановлення допустимої похибки при прогнозуванні шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля.

При цьому в роботі визначення допустимої похибки δ_{don} для таких річок ведеться шляхом встановлення регіональних співвідношень у вигляді [2]:

- для шарів весняного стоку в залежності від широти геометричних центрів водозборів річок (φ в частках ° півн.ш.)

$$\delta_{don} = 1,95(\varphi^\circ - 50) + 18; \quad (5.40)$$

- для максимальних витрат води весняного стоку в залежності від площ річкових водозборів F

$$\delta_{don} = 0,0147 F. \quad (5.41)$$

Таким чином, формули (5.40) і (5.41) дозволяють визначати допустиму похибку при прогнозуванні шарів стоку і максимальних витрат води для будь-

яких за географічним положенням і розміром річок розглядуваної території.

5.2.4.2 Оцінка ефективності методики довгострокових прогнозів шарів весняного стоку

В якості критерія оцінки ефективності методики довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро прийнято відношення S/σ (де S – середня квадратична похибка перевірних прогнозів, σ – середнє квадратичне відхилення прогнозованої величини від середньобогаторічної) і забезпеченість допустимої похибки P % [8], [9].

Оцінка ефективності методики територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля, яка запропонована в роботі, була здійснена за гідрометеорологічними даними опорних річкових постів басейну Дніпра. Результати оцінки методики наведені в дод. К (табл. К.1).

На території суббасейну р. Прип'ять (райони 1-3) справджуваність перевірних прогнозів шарів весняного стоку P % (при їх складанні в дату настання максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 89 % до 67 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,46 до 0,80.

На території правих приток суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5) справджуваність перевірних прогнозів шарів весняного стоку P % (при їх складанні в дату настання максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 82 % до 68 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,49 до 0,81.

На території суббасейну р. Десна (райони 6, 7а) справджуваність перевірних прогнозів P % (при їх складанні в дату настання максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 91 % до 58 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,40 до 0,76.

На території лівих приток суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в) справджуваність перевірних прогнозів P % (при їх складанні в дату настання

максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 78 % до 54 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,47 до 0,89.

На території лівих приток суббасейну Нижнього Дніпра (район 8) справджуваність перевірних прогнозів P % (при їх складанні в дату настання максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 89 % до 74 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,37 до 0,74.

На території правих приток суббасейну Нижнього Дніпра (район 9) справджуваність перевірних прогнозів P % (при їх складанні в дату настання максимальних снігозапасів S_m) коливається в межах від 96 % до 60 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,38 до 0,95.

Завчасність довгострокових прогнозів шарів весняного стоку у кожному році обумовлена тривалістю весняного водопілля на річках, різних за географічним положенням і розмірами водозборів. Враховуючи період від дати складання прогнозу, наприкладати основного в Україні прогнозу характеристик весняного водопілля річок – 20 лютого, до строків закінчення водопілля, завчасність прогнозів шарів стоку становить в середньому 60-80 діб.

Прослідковується достатньо виражена закономірність зміни завчасності прогнозів шарів стоку Y_m в залежності від географічної широти центрів водозборів (рис. 5.4). Вона змінюється в межах 75-90 діб на північному сході басейну (річки суббасейну Десни) до 50-65 діб – на півдні території (річки суббасейну Нижнього Дніпра), що виражено регіональним рівнянням (при $r=0,61$)

$$\Delta t_{Y_m} = 6,61(\varphi^\circ - 50) + 66, \quad (5.42)$$

де Δt_{Y_m} - завчасність прогнозів шарів стоку Y_m , діб.

При цьому одержано регіональне рівняння завчасності прогнозу Y_m й від площ річкових водозборів (рис. 5.5) при $r=0,69$

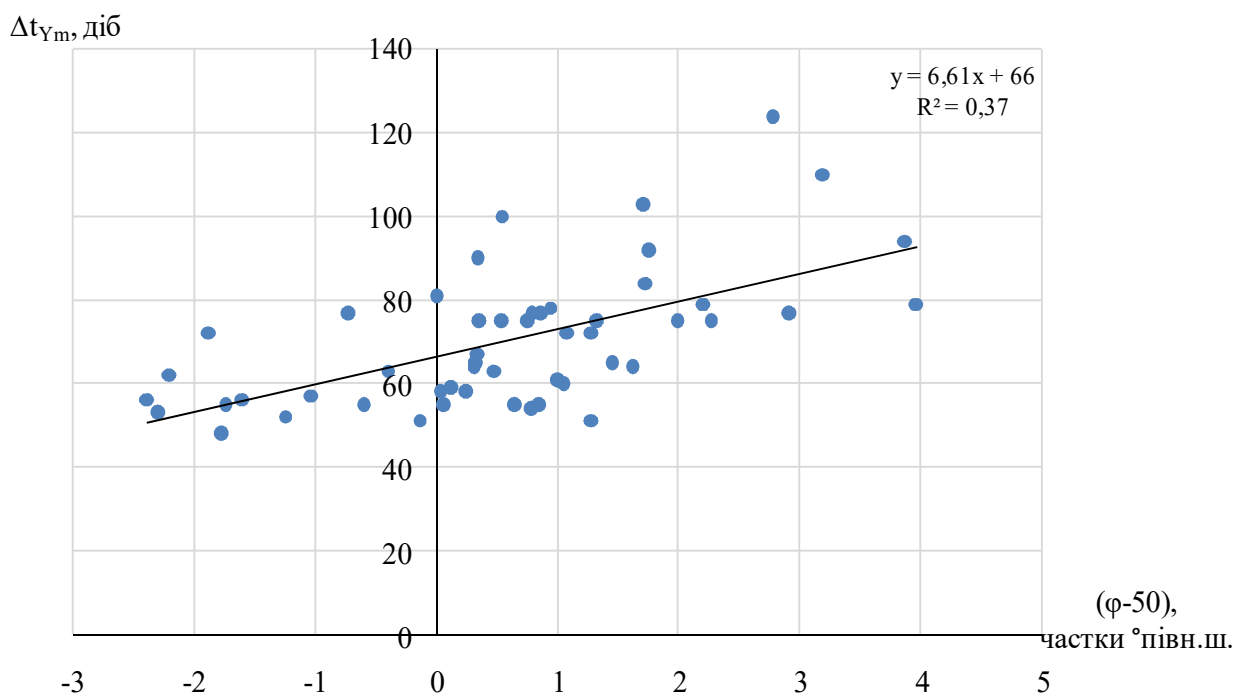


Рисунок 5.4 – Залежність величин завчасності довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро від географічної широти центрів водозборів

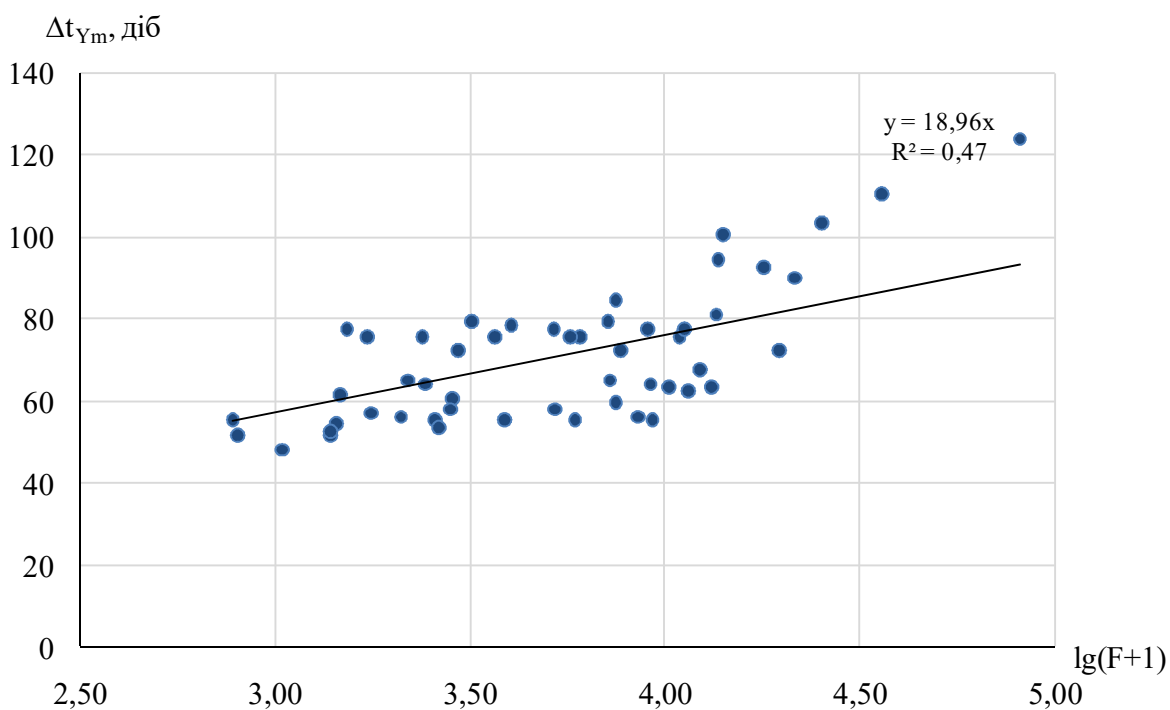


Рисунок 5.5 – Залежність величин завчасності довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро від площ водозборів

$$\Delta t_{Y_m} = 19,0 \lg(F + 1). \quad (5.43)$$

Рівняння (5.42) та (5.43) дозволяють оцінити завчасність складених за методикою територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку Y_m для невивчених у гідрологічному відношенні річок.

5.2.4.3 Оцінка ефективності методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля

Результати оцінки методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля для опорних створів річок басейну Дніпра. наведені у дод. К (табл. К.2)

В межах суббасейну р. Прип'ять (райони 1-3) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m коливається в межах від 91 % -89 % до 63 % -60 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,42-0,39 до 0,90-0,72.

На території правих приток суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m коливається в межах від 89 % -91 % до 65 % -81 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,44-0,38 до 0,90-0,78.

На території суббасейну р. Десна (райони 6, 7а) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m коливається в межах від 93 % до 57 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,39 до 0,90.

На території лівих приток суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m змінюється від 84 % до 71 %, а критерій якості S/σ – від 0,55 до 0,71.

На території лівих приток суббасейну Нижнього Дніпра (район 8) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m коливається в межах від 96 % до 76 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,32 до 0,66.

На території правих приток суббасейну Нижнього Дніпра (район 9) справджуваність перевірних прогнозів на дату накопичення максимальних снігозапасів S_m коливається в межах 78 % - 72 %, а критерій якості S/σ складає 0,54-0,60.

Завчасність довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля, також як і для шарів весняного стоку, може значно коливатися в залежності від географічного положення і розмірів водозборів, а також швидкості розвитку весняних процесів у період формування максимальних витрат води водопілля у кожному році.

На річках розглядуваної території середньобаторічні дати проходження максимумів водопіль змінюються в середньому від 5-15 березня на півдні і південному заході території до 1-12 квітня в північно-східних районах, і до 15-21 квітня в низов'ях Десни.

Тому природно, що завчасність прогнозів максимальних витрат води (від дати 20 лютого), як і для шарів весняного стоку, збільшується в північно-східному напрямі від 20 діб - 30 діб на півдні території (в межах суббасейну Нижнього Дніпра) до 40 діб - 50 діб в північно-східній частині басейну (річки суббасейну Десни), що підтверджують одержані рівняння від географічної широти центрів водозборів (рис.5.6.) при $r = 0,73$

$$\Delta t_{Q_m} = 4,42(\varphi^\circ - 50) + 30, \quad (5.44)$$

де Δt_{Q_m} - завчасність прогнозів максимальних витрат води Q_m , діб.

Встановлено закономірність зростання завчасності прогнозів Q_m і при збільшенні площ річкових водозборів (рис.5.7) при $r = 0,58$

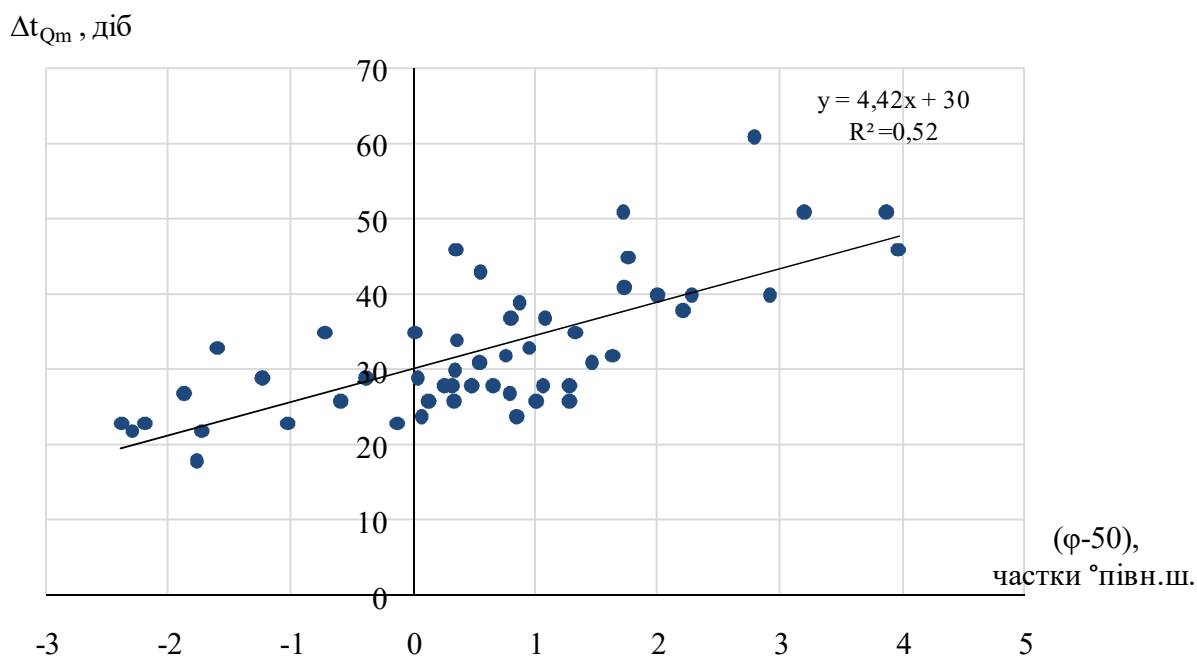


Рисунок 5.6 – Залежність величин завчасності довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро від географічної широти центрів водозборів

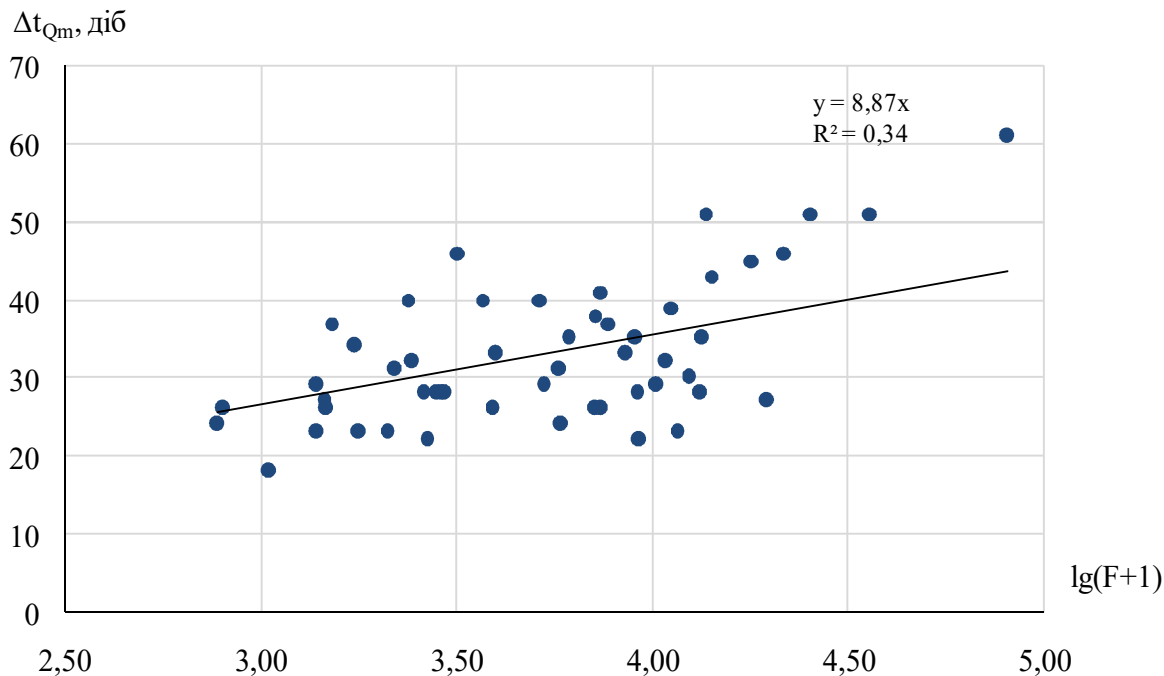


Рисунок 5.7 – Залежність величин завчасності довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро від площ водозборів

$$\Delta t_{Q_m} = 8,9 \lg(F + 1). \quad (5.45)$$

В цілому, враховуючи отримані критерії точності (див. табл. К.1 і табл. К.2) і згідно з положеннями [8], [9], запропоновану методику територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля для річок басейну Дніпра можна вважати ефективною і рекомендувати для випуску щорічних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля на річках в оперативних гідрометеорологічних центрах України.

5.2.4.4 Адаптація методики довгострокових прогнозів до змін водного режиму весняного водопілля річок

В роботі досліджено часові зміни водного режиму весняного водопілля річок в умовах сучасних коливань клімату шляхом побудови і аналізу багаторічних хронологічних графіків і виявлення тенденцій їх змін.

У зв'язку з особливостями кліматичних умов останніх десятиріч в цілому на рівнинних річках України строки проходження водопіль у різних частинах території можуть значно коливатись від дуже ранніх до більш пізніх [24]. Тому за багаторічний період (з початку стокових спостережень на річках по 2015 р.) отримані хронологічні графіки (при трирічному згладжуванні) дат початку весняного водопілля для деяких річок басейну Дніпра, які вказують на тенденцію до зміщення цих дат до більш ранніх строків (рис. 5.8).

Виконаний також аналіз багаторічних змін у рядах гідрологічних спостережень періоду весняного водопілля. Для п'яти річок, розташованих в різних частинах досліджуваної території і з найбільш тривалими гідрологічними рядами, були побудовані хронологічні графіки (при трирічному ковзному осередненні) та різницеві інтегральні криві – як для шарів весняного стоку (рис. 5.9 і рис. 5.10, відповідно), так і для максимальних витрат води весняного водопілля (рис. 5.11, рис. 5.12), виражені у відносних величинах.

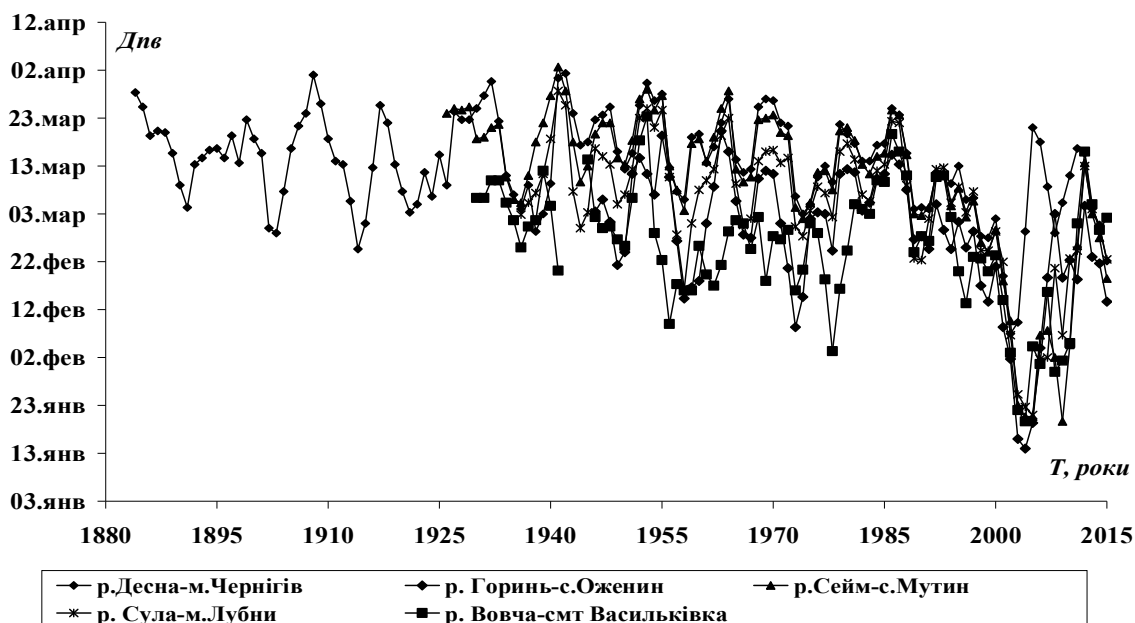


Рисунок 5.8 – Хронологічний хід (трирічні ковзні) дат початку весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра.

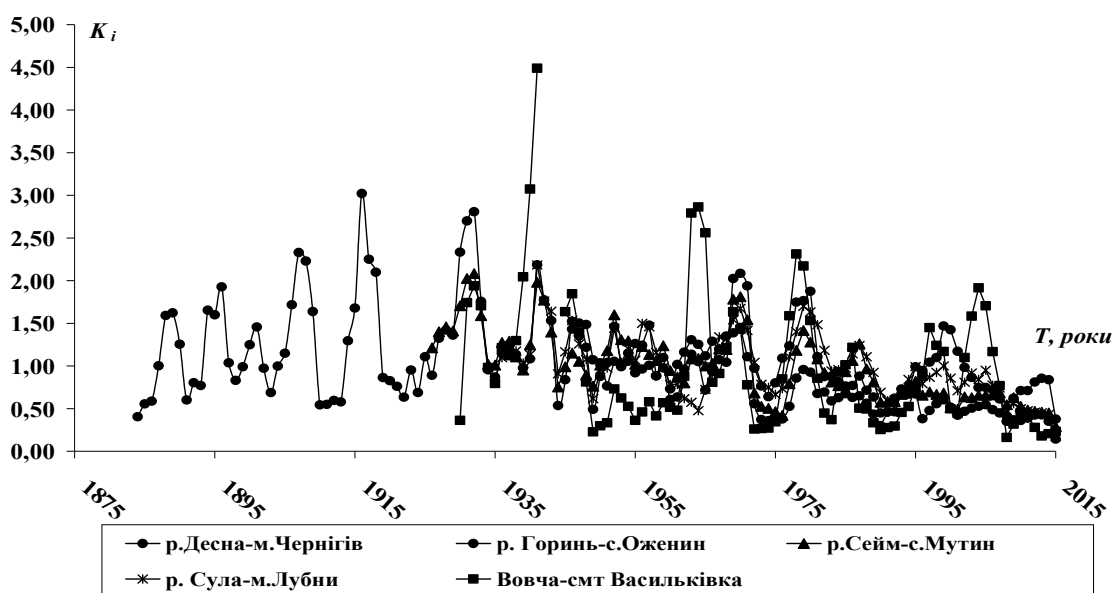


Рисунок 5.9 – Хронологічний хід (трирічні ковзні) модульних коефіцієнтів шарів стоку весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра

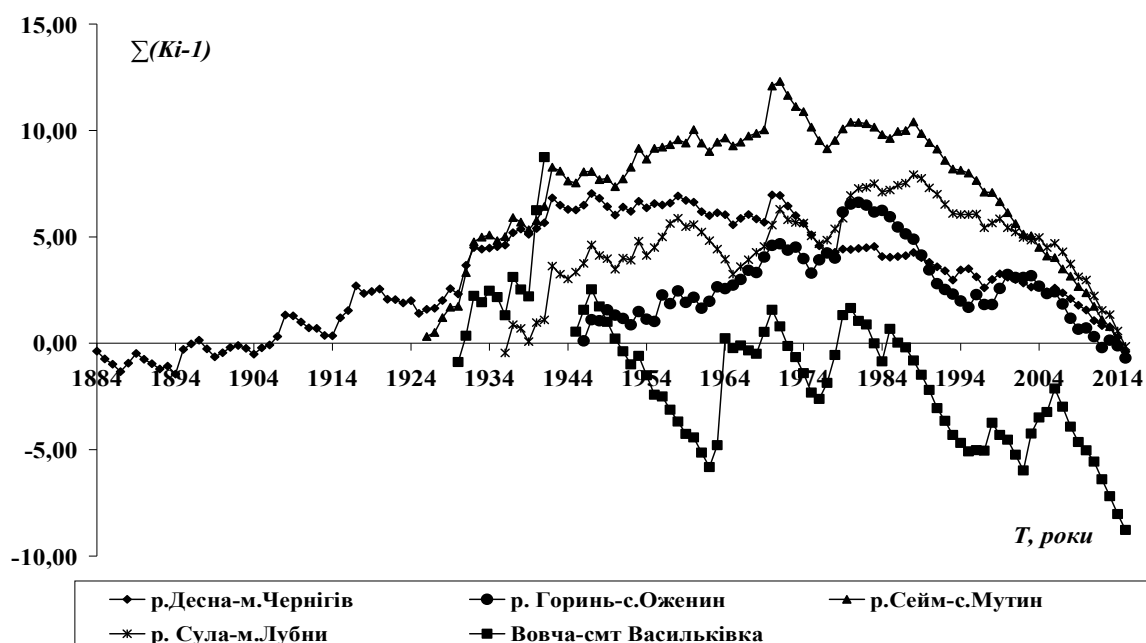


Рисунок 5.10 – Різницеви інтегральні криві шарів стоку весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра

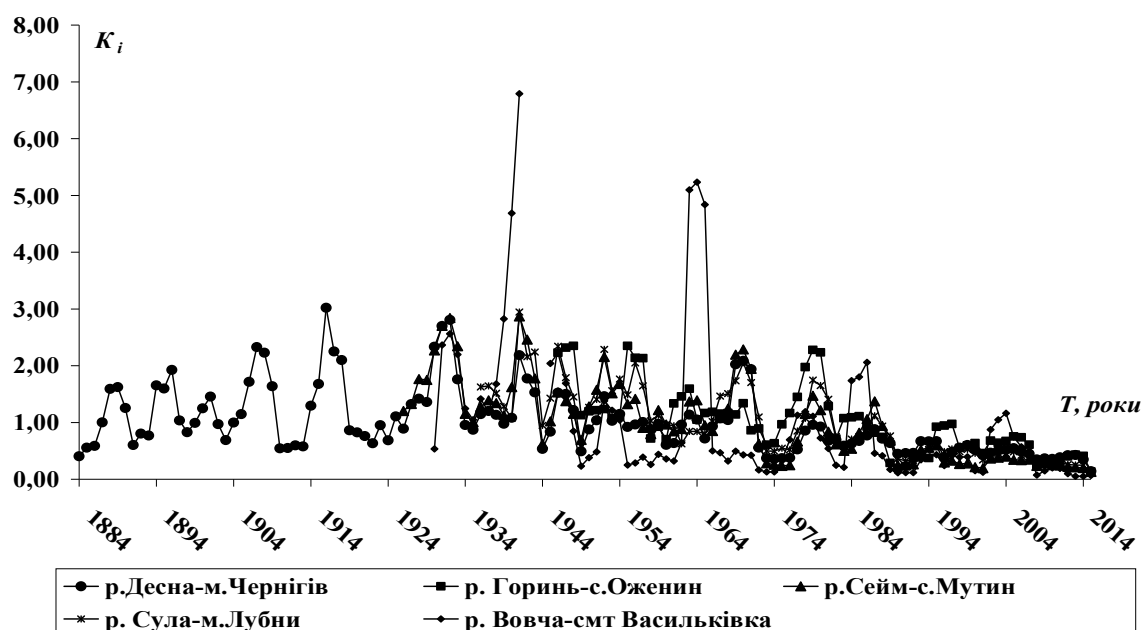


Рисунок 5.11 – Хронологічний хід (трирічні ковзні) модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра

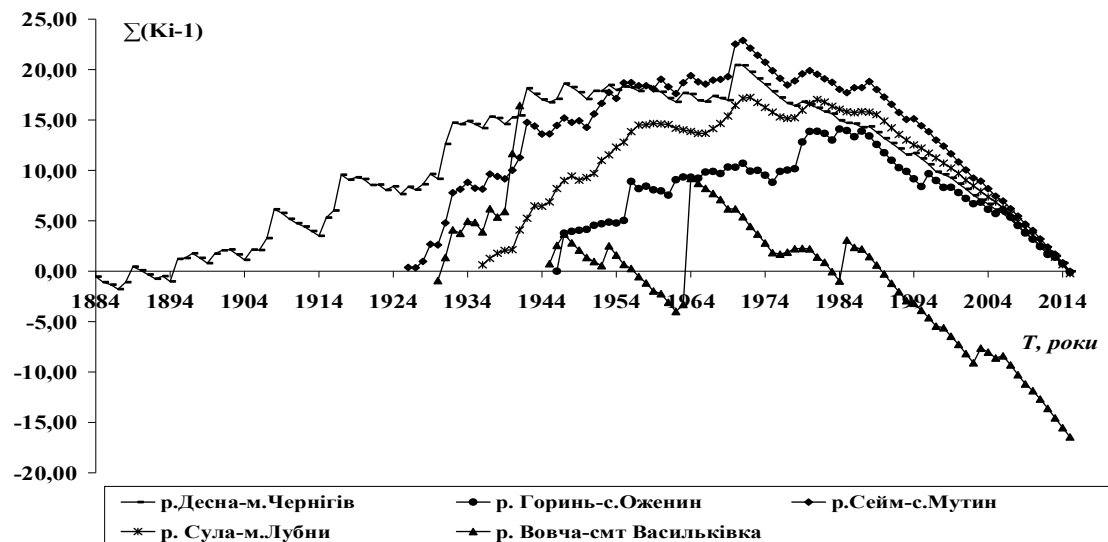


Рисунок 5.12 – Різницеви інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра

Графіки свідчать про наявність сталої, майже у сторічний період, тенденції до зменшення стокових характеристик весняного водопілля річок, а різницеви інтегральні криві дозволяють виділити періодичну убутну складову стоку з початку вісімдесятих років минулого сторіччя.

Як показують хронологічні графіки багаторічного ходу гідрологічних характеристик весняного водопілля, в басейні р. Дніпро, має місце наявність сталих часових тенденцій до зниження водності річок в цей період [1], [2], [25]. Такі зміни, перш за все, пов'язані зі змінами клімату, внаслідок яких спостерігається підвищення температури повітря у зимові місяці [26], [27], [28], , коли зменшується снігонакопичення та промерзання ґрунтів [1], [26], [29], зростає випаровування як зі снігу, так і з поверхні ґрунтів під час формування весняного стоку річок.

В умовах багаторічної тенденції до зменшення шарів стоку та максимальних витрат води у період весняного водопілля, спостерігається і зменшення середньобагаторічних значень цих величин, які є базовими в методиці територіальних довгострокових прогнозів максимального весняного стоку річок. Тому пропонується здійснювати уточнення цих характеристик шляхом, наприклад, введення до Y_0 і $Q_0(q_0)$ відповідних кліматичних поправок (п. 4.5).

5.3 Практична схема та автоматизація випуску прогнозу характеристик весняного стоку з метою раннього попередження про екстремальні розміри водопілля

5.3.1 Автоматизація випуску прогнозу характеристик весняного водопілля в басейні р. Дніпро

З метою складання оперативних прогнозів шарів (об'ємів) стоку та максимальних витрат води водопілля авторами була розроблена комп'ютерна обчислювальна технологія, що дозволяє формувати базу вихідних гідрометеорологічних даних, які використовуються в методиці територіальних довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик весняного стоку, розраховувати середні по водозборах чинники водопілля, що включені в дискримінантні рівняння при встановленні типу водності очікуваної весни, складати прогнози шарів весняного стоку, максимальних витрат (рівнів) води і характерних дат весняного водопілля та виконувати їх оцінку у поточному режимі випуску прогнозу в басейні р. Дніпро [12].

Комп'ютерна програма для оперативного прогнозу характеристик весняного водопілля річок басейну Дніпра (у вигляді автоматизованого модуля) за гідрометеорологічними даними містить такі блоки:

- аналіз умов формування весняного водопілля;
- формування базової інформації про морфометричні і середньобагаторічні характеристики басейнів;
- збір оперативної гідрометеорологічної інформації у поточному році;
- складання прогнозу шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля в залежності від передбачення типу розвитку весняних процесів;
- складання прогнозу строків проходження весняного водопілля;
- встановлення ймовірності настання прогнозних величин у багаторічному розрізі;

5.3.2 Вихідна інформація для складання прогнозів елементів водопілля

При складанні довгострокового прогнозу шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля річок за дійсною моделлю необхідна наступна інформація:

а) морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів:

- 1) їх площі, F , км²;
- 2) залісеність водозборів $f_{\text{л}}$, в частках від площ водозборів F ;
- 3) заболоченість водозборів, $f_{\text{б}}$, в частках від площ водозборів F ;
- 4) географічна широта геометричних центрів водозборів φ в частках ° півн.ш.;

5) приналежність гідрологічного поста до однорідного за умовами формування весняного водопілля району, відповідно до районування (див. рис. 5.3);

б) середньобогаторічні величини вихідних даних:

- 1) шарів стоку весняного водопілля Y_0 , мм, отриманих по часових рядах стокових спостережень Y_i за n років

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (5.46)$$

або з використанням карта-схеми розподілу Y_0 по території (див. рис. 5.2) за рівнянням (5.18);

2) максимальних запасів води у сніговому покриві або карта-схема розподілу по території величин S_0 , мм (див. рис. 4.8);

3) весняних опадів періоду танення снігу X_{1_0} і спаду весняного водопілля X_{2_0} , мм, або регіональні рівняння:

$$X_{1_0} = 1,03 T_{X_1}; \quad (5.47)$$

$$X_{2_0} = 1,22 T_{X_2}, \quad (5.48)$$

де T_{X_1} – середньобагаторічна тривалість періоду підсумовування опадів X_1 , діб, що узагальнена по басейнах в залежності від географічної широти геометричних центрів водозборів φ (в частках півн.ш.) у вигляді

$$T_{X_1} = 2,0(\varphi^\circ - 50) + 28; \quad (5.49)$$

T_{X_2} – середньобагаторічна тривалість спаду водопіль X_2 , діб, що може бути отримана в залежності від розмірів водозборів річок (F , км²) у вигляді

$$T_{X_2} = 10 \lg(F + 1); \quad (5.50)$$

4) максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими або карта-схема розподілу по території L_0 , см, чи регіональна залежність L_0 від географічної широти пунктів виміру глибин промерзання ґрунтів φ (в частках °півн.ш.) у вигляді

$$L_0 = 66 + 3,56(\varphi^\circ - 50); \quad (5.51)$$

5) середньомісячних витрат води за зимові та весняні місяці (для лівобережної частини території), отримані як середньобагаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²) або рівняння [2]

$$(q_{09-01})_0 = 0,36(\varphi^\circ - 50) + 1,78, \quad (5.52)$$

де φ° - географічна широта геометричних центрів водозборів, в частках $^\circ$ півн.ш.;

6) середньомісячних витрат води перед початком весняного водопілля (для правобережної частини території) $(Q_{ne})_0$;

7) середньомісячних температур повітря за лютий $(\theta_{02})_0$ $^\circ\text{C}$ та березень $(\theta_{03})_0$ $^\circ\text{C}$ за даними метеорологічних станцій (як середня величина по даних метеостанцій в межах водозбору) або по тих, що знаходяться близько до геометричних центрів водозборів;

8) коефіцієнти варіації шарів стоку $(C_v)_Y$ і максимальних витрат води весняного водопілля $(C_v)_Q$ на річках, що отримуються при статистичній обробці часових рядів стокових даних. За відсутності спостережень на річках $(C_v)_Y$ визначаються за рівняннями (5.33) і (5.34), а $(C_v)_Q$ за (5.38) і (5.39);

9) величина допустимої похибки прогнозу δ_{don} , отримується за рівнянням

$$\delta_{don} = \pm 0,674 \sigma, \quad (5.53)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення характеристик стоку весняного водопілля від їх середньобагаторічних значень. При відсутності спостережень δ_{don} для шарів стоку і максимальних витрат води розраховується за формулами (5.40) і (5.41) відповідно;

в) оперативна інформація:

1) запаси води в сніговому покриві на дати випуску прогнозів $S_{ДСП}$ і на дату їх максимального накопичення S_m , мм;

2) метеорологічний прогноз опадів періоду весняного водопілля X_1' і X_2' (опаді більше, близькі або менші за їх середньобагаторічні значення);

3) максимальна (на дату складання прогнозу або за зиму) глибина промерзання ґрунтів під озимими L , см;

4) середньодобові витрати води осінньо-зимового стоку по опорних створах річок, $\text{м}^3/\text{с}$;

5) середньомісячна температура повітря у лютому $\theta_{02}^{\circ}\text{C}$ за даними метеорологічних станцій або у вигляді прогнозної величини;

6) метеорологічний прогноз середньомісячної температури повітря в березні $\theta_{02}^{\circ}\text{C}$.

Вихідні дані для складання прогнозу шарів стоку (базова інформація) наведені в табл. Л.1, максимальних витрат води – в табл. Л.2.

Вихідні оперативні гідрометеорологічні матеріали спостережень за факторами водопілля, рівнями та витратами води в річках у зимово-весняний період для складання прогнозу в кожному році отримуються за даними оперативної інформації Українського Гідрометцентру при використанні програмного комплексу – автоматизоване робоче місце гідролога-прогнозіста (АРМ-гідро) [30].

Схема прогнозування характеристик стоку весняного водопілля річок басейну Дніпра розглянута на прикладі зимово-весняного періоду 2017-2018 р.

5.3.3 Аналіз гідрометеорологічних умов формування весняного водопілля

Гідрометеорологічна ситуація осінньо-зимового періоду 2017-2018 р. у басейнах Середнього і Нижнього Дніпра до дати складання гідрологічних прогнозів за даними Українського гідрометцентру [31] характеризувалася наступним чином. Перша половина зими 2017-2018 р. була аномально-теплою. Середня за грудень температура повітря складала 1°C - 3°C , що на 3°C - 7°C вище норми. 17-23 грудня спостерігалось короткочасне похолодання до 2°C - 6°C

морозу, встановився невисокий сніговий покрив (переважно до 20 см), який, внаслідок наступного потепління, швидко розтанув.

Стійкий перехід температури повітря через 0 °C в сторону від'ємних значень відбувся 8 січня (на 1,5 місяця пізніше середніх строків)одночасно по усій території басейну, а в середині другої декади встановився стійкий сніговий покрив. Зимовий режим погоди перервався 28 січня – 4 лютого короткою інтенсивною відлигою (температура повітря підвищувалася до 2 °C-8 °C, на півдні території – до 10 °C) [31].

Кількість опадів за вересень-грудень перевищувала середні показники: в північній і західній частинах басейну – на 60 % -90 %, в східній частині – на 15 % -50 %. На крайньому півдні території кількість опадів була нижче норми. Такі опади і танення снігового покриву у грудні обумовило загальне підвищення водності більшості річок в осінньо-зимовий період. Водність річок суббасейну Десни (за виключенням р. Сейм), більшої частини басейну Прип'яті і правобережних приток Середнього Дніпра перевищувала норму на 10 %-100 %. На лівих притоках Середнього Дніпра і р. Сейм витрати води були нижчими за норму на 10 % -35 %, а на річках півдня території – на 40 % - 70 %.

Підстильна поверхня впродовж зими характеризувалася достатнім зволоженням метрового шару ґрунту (близько та більше за норму) та неглибоким його промерзанням – від 14 см до 46 см. В басейнах Прип'яті і правих приток Середнього Дніпра промерзання ґрунту на кінець лютого складало 28 % - 86 % від середніх багаторічних значень, в басейнах лівих приток Середнього Дніпра і Сейма – від 44 % до 57 %, а в басейнах Десни і Нижнього Дніпра промерзання ґрунту становило 27 % – 53 % від норми.

На кінець лютого в басейні Дніпра утримувався зимовий режим погоди, продовжувалося інтенсивне накопичення запасів води в сніговому покриві і на більшій частині території 5 березня спостерігалися найбільші з початку зими значення снігозапасів. За даними снігозйомок в середньому по водозбору Дніпра висота снігового покриву змінювалась від 10 см до 50 см. Запаси води у ньому зменшувалися у напрямку з північного сходу на південь і південний захід.

Найбільша величина снігозапасів спостерігалася в басейнах річок суббасейну Десни і лівобережної частини суббасейну Середнього Дніпра (рр. Сула, Псел, Ворскла). Тут середні запаси по басейнах становили 70 мм - 120 мм, що на 20 % - 65 % вище норми максимальних за зиму снігозапасів, а в басейні р. Псел перевищення складало від 50 % до 89 %. Середні значення снігозапасів в басейнах річок суббасейну Прип'яті й правобережної частини Середнього Дніпра (рр. Уж, Тетерів, Ірпінь, Рось) на 5 березня змінювались від 46 до 70 мм, що є біля норми або на 5 % - 20 % вище норми, і лише на північному заході суббасейну Прип'яті величини снігозапасів (17 мм - 36 мм) складали 55-80 % від норми. В суббасейні Нижнього Дніпра запаси води в сніговому покриві (2 мм - 48 мм) були також нижче норми (на 10 % - 90 %), за виключенням басейну р. Базавлук, де їх величина на 79 % перевищувала норму максимальних снігозапасів [32].

Враховуючи наявні гідрометеорологічні умови і синоптичний прогноз нанайближчі 10 діб складання прогнозу у поточному році здійснювалося в дату 5 березня (коли на річках зберігався режим стійкої підвищеної зимової межені з незначними добовими коливаннями рівнів води і наводних об'єктах відмічався льодостав, льодостав з ополонками) за умови подальшого випадіння опадів у вигляді снігу чи дощу вищих за норму.

Таким чином, у басейні Дніпра на дату випуска прогноза склалися умови для формування у 2018 році весняного водопілля, близького та дещо вищого (на 20 % - 30 %) за норму на більшості річок суббасейну Прип'яті і правих притоках Середнього Дніпра. Виключенням є р. Горинь і верхів'я р. Случ, де водопілля можливе нижче за норму на 50 % за об'ємом і на 70 % за максимальними витратами. В суббасейні Десни (за винятком р. Сейм) і на р. Сула водопілля очікується нижче норми за усіма прогнозованими елементами на 20 %-60 %.

На решті території лівобережжя Середнього Дніпра об'єми водопілля передбачаються на 40 % - 75 %, в суббасейні Нижнього Дніпра і на р. Сейм – на 60 % - 85 % нижче за середні багаторічні значення, а максимальні витрати води – на 70 % - 90 % нижче норми. Отже, весняне водопілля 2017-2018 року (за нормального розвитку гідрометеорологічних процесів у березні) на більшій

частині розглядуваної території слід очікувати нижчим за норму і таким, що не несе небезпеки затоплення території і негативних наслідків.

5.3.4 Схема щорічного прогнозування шарів стоку весняного водопілля

Прогнозування шарів стоку весняного водопілля за даною моделлю у кожному році здійснюється за схемою, яка включає визначення основних гідрометеорологічних чинників весняного водопілля поточного року і складання оперативного прогнозу.

На першому етапі визначаються наступні елементи:

а) сумарна кількість води, що бере участь у формуванні весняного водопілля і розраховується за формулою (5.22), отримання складових якої детально описано у п. 5.2.1. При прогнозах шарів стоку весняного водопілля 2017-2018 р. нормальні добавки до максимальних запасів води в сніговому покриві $\Delta \bar{S}$, які входять до (5.22), а також очікувані величини опадів періоду танення снігу на водозборах X_1' і періоду спаду водопілля X_2' приймалися відповідно до сформованих на дату випуску прогнозу гідрометеорологічних умов і метеорологічного прогнозу згідно з рекомендаціями, наведеними в п. 5.2.1. Максимальні запаси води в сніговому покриві прийняті такими, що накопичилися на басейні на 5 березня 2018 р. Величини опадів, в залежності від прогнозу, були прийняті на рівні та вищими за норму. Максимальні запаси води в сніговому покриві, що накопичилися на басейні до початку весняного сніготанення та рідкі опади періоду формування шарів стоку весняного водопілля входять до дискримінантної функції у вигляді модульного коефіцієнта k_X , який розраховується за рівнянням

$$k_X = (S_m + X_1' + X_2') / (S_0 + X_{10} + X_{20}); \quad (5.54)$$

б) індекс зволоження ґрунтів (у модульних коефіцієнтах) – розраховується для річок лівобережної частини території як середній модуль стоку (з вересня 2017 р. по січень 2018 р.) $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²), відносно його норми $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²) за формулою (5.25) і як середньомісячні (декадні) витрати води перед початком весняного водопілля за формулою (5.26) для правобережної частини басейну;

в) максимальні на дату прогнозу глибини промерзання ґрунтів на водозборах L , см – визначаються як середні арифметичні значення за даними пунктів їх виміру у межах водозбору. Значення глибин промерзання ґрунтів включені до дискримінантної функції у відносних величинах k_L , розрахованих за формулою (5.27);

г) середньомісячна температура повітря лютого θ_{02} , °С – встановлюється за даними метеостанцій (у тому числі з урахуванням метеорологічного прогнозу температури) по даних метеостанцій, розташованих в межах водозборів або близько до їх геометричних центрів.

На другому етапі, після визначення основних гідрометеорологічних чинників весняного водопілля поточного року, складання прогнозів шарів стоку відбувається в наступній послідовності:

а) встановлення типу майбутньої весни – виконується з урахуванням знаку лінійної дискримінантної функції DF , яка розраховується в дату складання прогнозів за рівнянням (5.28) для лівобережної частини басейну Дніпра і рівнянням (5.29) – для правобережної частини. Коефіцієнти даних рівнянь, наведені в табл. 5.4 відповідно району приналежності гідрологічного поста;

б) прогноз модульних коефіцієнтів шарів весняного стоку k_Y – здійснюється на дату його складання за регіональними залежностями виду (5.30). Коефіцієнти поліномів, які описують прогнозні залежності відповідно до виділених районів, і умови застосування кривих за ознаками DF наведені в табл. 5.5 (п.5.2.2);

в) перехід від прогностичних значень модульних коефіцієнтів шарів стоку k_Y до значень шарів весняного стоку Y_m' , мм – здійснюється за рівнянням (5.31);

г) встановлення забезпеченості прогнозованих величин шарів стоку весняного водопілля P_Y – ведеться за таблицею трипараметричного гамма-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля за очікуваною величиною k_Y і значеннями коефіцієнтів варіації шарів весняного стоку $(C_v)_Y$ при $C_s = 2,5 C_v$. Забезпеченість прогностичних величин Y_m' встановлюється у вигляді діапазону відповідно до (5.32);

Представлення прогностичних величин шарів стоку весняного водопілля по запропонованій схемі здійснюється у формі:

а) таблиці очікуваних величин Y_m' та забезпеченості їх настання у багаторічному періоді. Для весняного водопілля 2017-2018 р. одержані прогностичні величини по 52 опорних постах розглядуваної території наводяться у дод. М (табл. М.1);

б) карта-схем розподілу по території очікуваних модульних коефіцієнтів k_Y (рис. 5.14) та їх забезпеченостей у багаторічному розрізі P_Y % (рис. 5.15), віднесених до геометричних центрів водозборів. Дані карта-схеми представлені на дату випуску прогнозу, тобто на 5 березня 2018 р.

Аналіз таблиці прогностичних величин і карта-схем розподілу модульних коефіцієнтів шарів стоку весняного водопілля річок та ймовірності їх настання у багаторічному періоді показує значний діапазон їх змінення по території, що пояснюється різноманітністю фізико-географічних умов формування стоку в басейні р. Дніпро в зв'язку з величиною басейну і великою протяжністю території як із заходу на схід, так і з півночі на південь.

Прогностичні значення шарів весняного стоку і їх забезпеченості змінюються в широкому діапазоні. Так, в суббасейні Прип'яті модульні коефіцієнти k_Y становлять від 0,50 на півдні суббасейну до 1,50 – на півночі при їх повторюваності у багаторічному розрізі від $P_Y = 90-95$ % до 10-20 % відповідно.

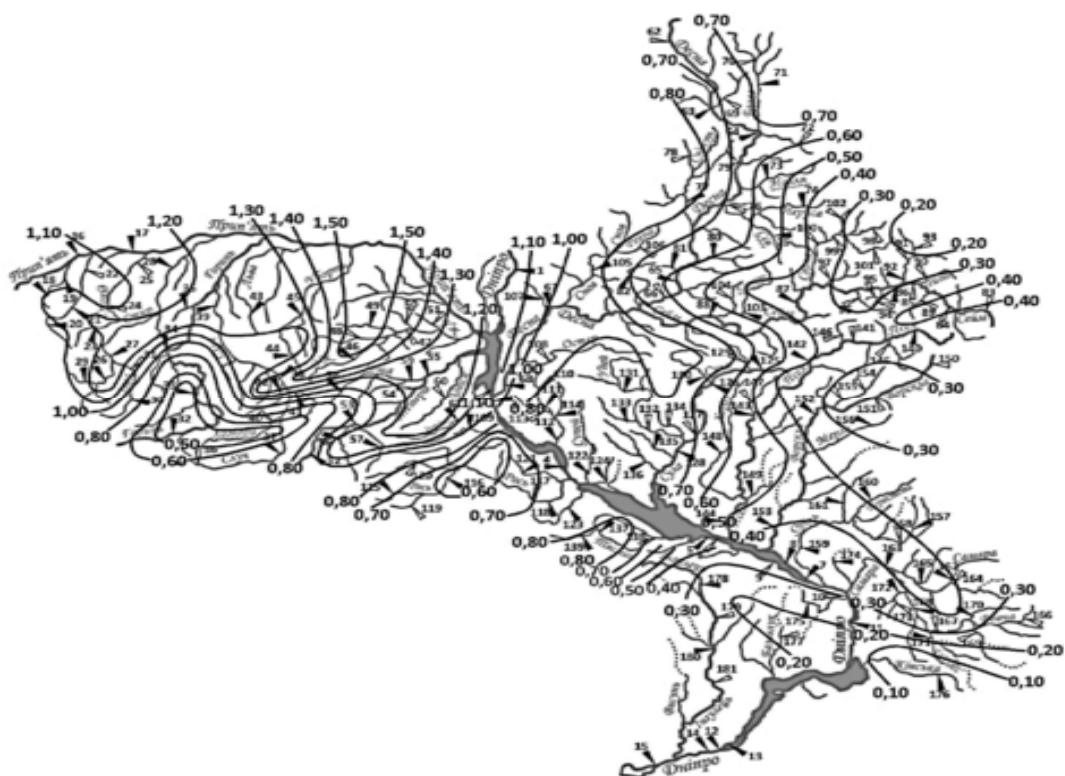


Рисунок 5.14 – Розподіл прогнозних величин модульних коефіцієнтів шарів стоку (k_{γ}) весняного водопілля 2017-2018 року в басейні Дніпра.



Рисунок 5.15 – Розподіл забезпеченостей прогнозних величин шарів стоку весняного водопілля 2017-2018 року (P_{γ} %) в басейні Дніпра.

На річках суббасейнів Десни і Середнього Дніпра значення модульних коефіцієнтів k_Y в основному складають 0,40 - 1,20 (P_Y – від 75-80 % до 25-30 %), зменшуючись із заходу на схід території, де вони становлять 0,20 - 0,40 (при забезпеченості від 97-99 % до 80-90 %). Найменші значення величин k_Y прогножуються в суббасейні Нижнього Дніпра: 0,10 – 0,40 з ймовірністю їх настання у багаторічному періоді від 89-90 % до 60-70 %. Таким чином, на більшій частині розглядуваної території прогнозується водопілля нижче і біля норми. Найбільші значення модульних коефіцієнтів шарів стоку (1,30 – 1,50) очікуються в басейнах річок Случ і Уж, а найменші (0,10 - 0,40) – в суббасейні Нижнього Дніпра.

Оцінка довгострокового прогнозу шарів стоку весняного водопілля здійснюється шляхом визначення похибки прогнозу δ (мм) та її значення в частках від допустимої похибки $\delta_{дон}$ (мм) згідно з [8], [9]. Прогноз вважається справджуваним, якщо відношення $\delta/\delta_{дон} \leq 1$. Для довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля 2017-2018 р. оцінка була проведена по 31 посту басейна Дніпра, відповідно до наявності оперативної гідрологічної інформації. Результати оцінки, що наведені у дод. Н (табл. Н.1), показують, що прогноз по території в цілому є справджуваним. Забезпеченість (справджуваність) прогнозів шарів весняного стоку складає 77 % числа всіх прогнозів. Критерій $\delta/\delta_{дон}$ для справджуваних прогнозів змінюється в межах 0,03-1,0. При цьому 33 % справджуваних прогнозів виявились відмінними ($\delta/\delta_{дон} < 0,3$), 42 % – добрими і 25 % ($0,3 \leq \delta/\delta_{дон} \leq 0,6$) – задовільними ($\delta/\delta_{дон} > 0,6$).

Завчасність прогнозів шарів стоку весняного водопілля 2017-2018рр. складала від 40 - 50 діб до 98 -107 діб (в залежності від умов розвитку весняного сніготанення на річках розглядуваної території та величини площі водозбору).

Найбільші значення завчасності відносяться, звичайно, до прогнозів шарів стоку на великих річках (р. Десна – м. Чернігів, р. Сейм – м. Мутин, р. Сула – м. Лубни, р. Псел – м. Запсілля, р. Ворскла – м. Кобеляки). Середня завчасність прогнозів шарів стоку водопілля 2017-2018 р., випущених 5 березня, складала 68 діб.

5.3.5 Схема щорічного прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля

Вихідна інформація, необхідна для складання прогнозів характеристик весняного водопілля за даною моделлю, детально описана в п. 5.3.2. Схема складання прогнозів максимальних витрат води аналогічна схемі прогнозування шарів стоку. Порядок складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля у кожному році включає такі ж самі етапи, як і для шарів стоку (див. п. 5.3.4.). Відмінністю при встановленні гідрометеорологічних чинників весняного водопілля є лише визначення сумарної кількості води, що бере участь у формуванні максимальних витрат води. Розрахунок цього елемента (у вигляді модульного коефіцієнта) в даному випадку ведеться за формулою

$$k_X = (S_m + X'_1)/(S_0 + X_{1_0}) \quad (5.55)$$

При цьому сумарна кількість води на дату випуску прогнозу в 2018 році (5 березня) розраховувалась за рівнянням (5.21). Визначення решти гідрометеорологічних чинників описано в п. 5.3.4.

Послідовність складання прогнозу максимальних витрат така ж, як і для шарів стоку:

- а) встановлення типу майбутньої весни – визначається за (5.28) і (5.29);
- б) прогноз модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля – здійснюється за регіональними залежностями (5.35) і знаком дискримінантної функції DF . Коефіцієнти поліномів, які описують прогнозні залежності за ознаками DF наведені в табл. 5.7;
- в) перехід від прогнозних значень модульних коефіцієнтів до очікуваних величин максимальних витрат води Q_m' , м³/с – здійснюється за рівнянням (5.36);
- г) встановлення забезпеченості прогнозованих величин максимальних витрат води проводиться таким же чином, як для шарів стоку.

Форма представлення прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра у поточному році це:

а) таблиця очікуваних величин (найбільш ймовірного їх значення та інтервалу Q_m з урахуванням допустимої похибки прогнозу δ_{don}) і забезпеченості їх настання у багаторічному періоді (дод. М, табл. М.2);

б) карта-схеми просторового розподілу прогнозних значень модульних коефіцієнтів весняного водопілля k_q (рис. 5.16) та забезпеченості прогнозованих максимальних витрат води весняного водопілля P_Q % в басейнах річок досліджуваної території (рис. 5.17).

Як видно з представлених матеріалів, прогнозні значення максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра та їх забезпеченості змінюються в широких межах і характеризуються великою нерівномірністю розподілу по території. Найменші значення величин k_q отримані в суббасейні Нижнього Дніпра. Тут вони складають 0,10 – 0,33, а забезпеченість прогнозних величин змінюється від 90-95 % до 50-60 %. Майже такі ж низькі значення модульних коефіцієнтів k_q (від 0,12 до 0,38) прогнозуються й на лівобережних притоках суббасейну Середнього Дніпра, а також в басейні р. Сейм при повторюваності прогнозних величин у багаторічному розрізі від 97-99 % до 75-80 %.

На річках суббасейну Десни (крім басейну р. Сейм) і на р. Рось (півдні правобережної частини Середнього Дніпра) величини k_q змінюються від 0,43 до 0,76 при значеннях P_Q від 75-80 % до 50-60 %.

Високі значення прогнозних величин $k_q = 1,1 \div 1,76$ (при P_Q від 30-40 % до 10-20 %) отримані для правобережних приток Середнього Дніпра. Найбільшими значеннями, а також і найбільшою нерівномірністю розподілу прогнозних величин по території відрізняється суббасейн Прип'яті.

Модульні коефіцієнти k_q тут змінюються від 0,19 - 0,31 (р. Горинь) до 1,61 - 1,84 (рр. Случ, Уборть) з ймовірністю їх настання у багаторічному розрізі від 90 - 95 % до 10 - 20 %.

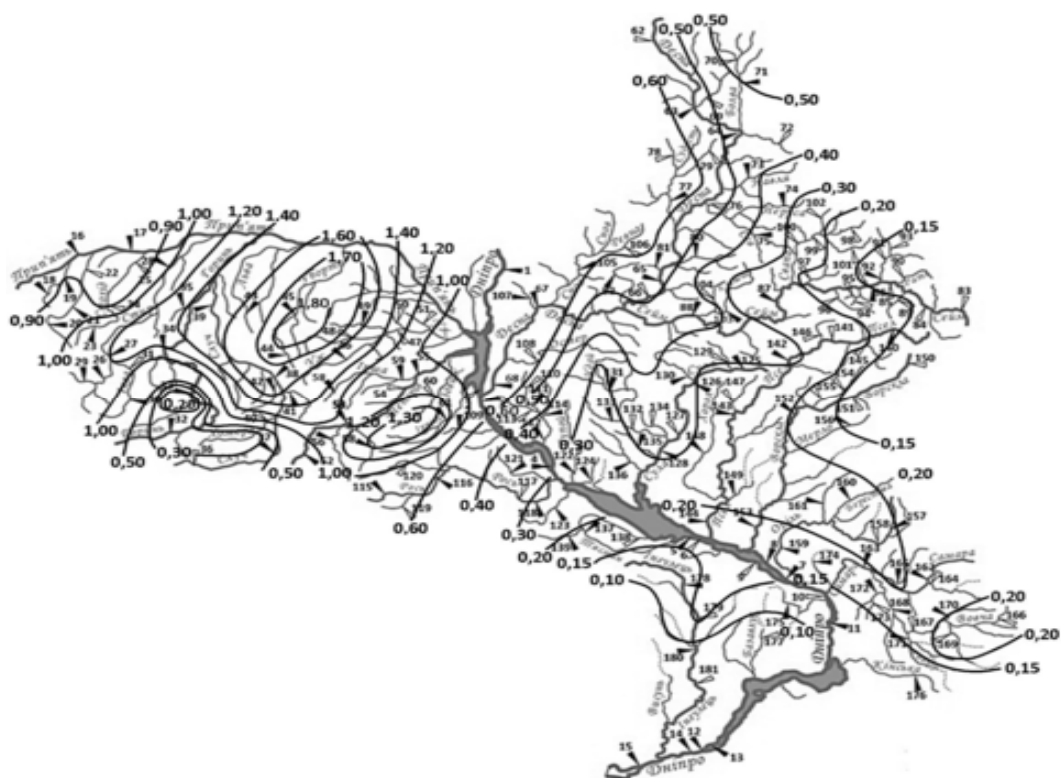


Рисунок 5.16 – Розподіл прогнозних величин модульних коефіцієнтів максимальних витрат води (k_q) весняного водопілля 2017-2018 року в басейні Дніпра

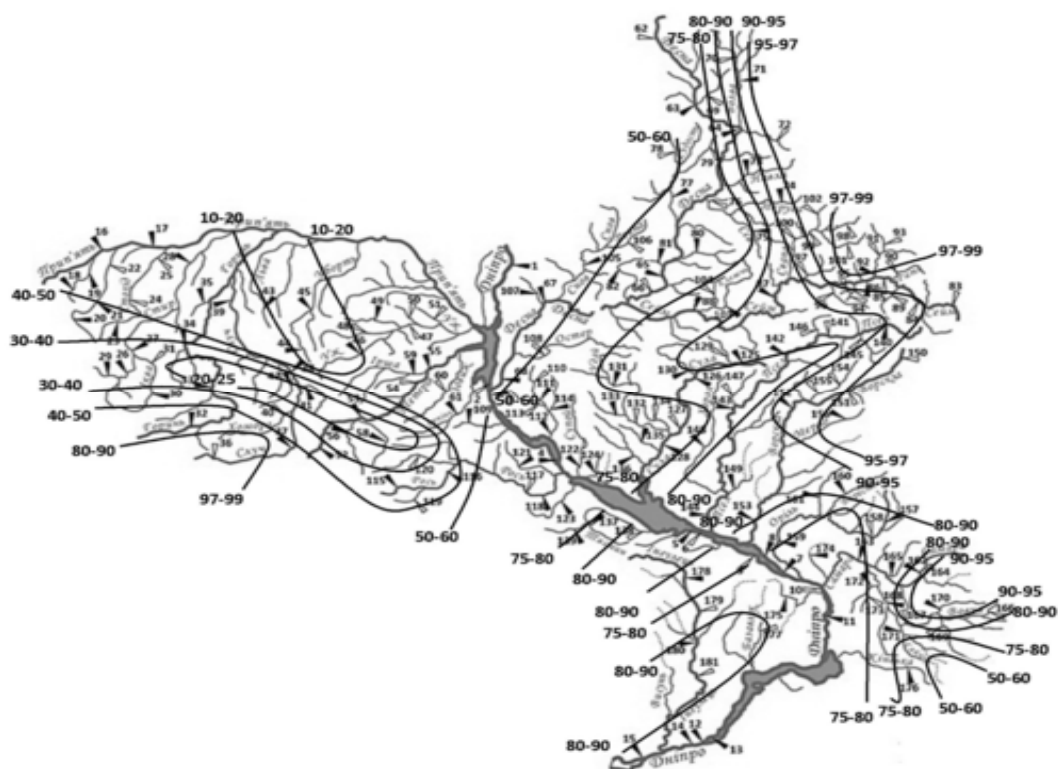


Рисунок 5.17 – Розподіл забезпеченостей прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 року (P_Q %) в басейні Дніпра.

Отже, на дату випуску прогнозу на річках всієї лівобережної частини басейну Дніпра, а також на півдні і південному заході правобережної частини максимальні витрати води весняного водопілля 2017-2018 р. очікуються нижчими за норму, на решті території Правобережжя – близькими до норми і вищими за неї.

Оцінка довгострокового прогнозу максимальних витрат весняного водопілля, як і оцінка прогнозу шарів стоку, виконується шляхом визначення похибки прогнозу δ (мм) та її значення в частках від допустимої похибки δ_{don} (мм) згідно з [8], [9]. Прогноз вважається справджуваним, якщо відношення $\delta/\delta_{don} \leq 1$. Результати оцінки прогнозів для річок, по яких були отримані спостережені максимальні витрати води (по 32 постах) наведені у дод. Н (табл. Н.2). Загалом, якість складених за розробленою методикою прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. на дату випуску прогнозу 5 березня для річок басейну Дніпра можна вважати задовільною.

Забезпеченість прогнозів максимальних витрат води нижче забезпеченості прогнозів шарів стоку і складає 72 %, проте якість справджуваних прогнозів декілька вище. Критерій δ/δ_{don} для них змінюється в межах 0,03–0,77. З числа прогнозів, що виправдалися, 57 % (13 прогнозів) є відмінними, 35 % (8 прогнозів) – добрими і лише 8 % (2 прогнози) – задовільними.

Найбільші похибки прогнозу відмічаються в суббасейні Прип'яті, де спрогнозовані максимальні витрати води були вищі за спостережені у зв'язку з тим, що водопілля формувалося декількома хвилями, що призвело до зниження максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. На річках суббасейну Десни і лівобережних притоках суббасейну Середнього Дніпра прогнозні максимуми, навпаки, були нижчі за спостережені, які сформувалися від максимальних снігозапасів, що накопичилися аж 20-31 березня.

Завчасність прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля у 2017-2018 р. для річок басейну Дніпра змінюється від 9 діб до 66 діб (для великих річок) при середній завчасності 32 доби.

5.3.6 Просторова оцінка щорічних гідрологічних небезпек з метою раннього попередження про екстремальні розміри водопілля

Просторова оцінка щорічних гідрологічних небезпек з метою раннього попередження про екстремальні розміри водопілля на річкових басейнах, для яких існує такий ризик, можлива при використанні науково обґрунтованого методу довгострокового прогнозу характеристик максимального стоку весняного водопілля, як найбільш багатоводної фази режиму рівнинних річок України, у тому числі української території басейну р. Дніпро [2].

Під час проходження весняного водопілля можуть спостерігатися катастрофічні підйоми рівнів води на річках, що тягне за собою людські жертви, переселення жителів та екологічні небезпеки. Від розмірів повені багато в чому залежить безпека функціонування об'єктів господарювання, населених пунктів, шосейних і залізничних шляхів сполучення, гідротехнічних споруд тощо.

Попередню оцінку ризиків повеней необхідно визначати згідно Паводкової Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплень [15], для областей, де існують (або можуть виникнути) потенційно значні ризики повеней. Плани управління ризиками, які мають включати в себе програму заходів законодавчого, адміністративного, освітнього, інженерно-будівельного, логістичного та ін. характеру, розробляються лише для конкретних територій у межах того чи іншого річкового басейну на основі попередньої оцінки ризиків затоплення. Оцінка виконується для територій, які зазнавали затоплень раніше або мають високий ризик затоплення у майбутньому, за визначеними критеріями (наприклад, кількість людських жертв, масштаби забруднень, вартість матеріальних збитків).

Для попередження гідрологічного ризику постає необхідність просторового моніторингу гідрологічного стану водних об'єктів в басейні, прогностичної оцінки щорічних гідрологічних ризиків, а особливо в період найбільш багатоводної фази річного режиму досліджуваного басейну р. Дніпро – проходженні весняного

водопілля, стік за яке сягає 60-80% від річного і є переважно небезпечним природним явищем.

Запропонований прогностичний метод дозволяє попередити виникнення катастрофічно високого водопілля (за 15-90 діб до настання явища), надати кількісну та ймовірнісну оцінку стокових значень і строків проходження весняного водопілля в цілому для великих регіонів, включаючи річки, недостатньо вивчені в гідрологічному відношенні, знайти координати будь-яких точок в даному регіоні та визначити ступінь можливої загрози на території даного об'єкту. Швидкість, а значить і актуальність складання прогнозу забезпечує доступ до отримання оперативної гідрометеорологічної інформації, яку надає програмний комплекс автоматизованого робочого місця гідролога-прогнозіста УкрГМЦ ДСНС України (АРМ-гідро) [30]. Програмний комплекс АРМ-гідро також містить доволі детальний каталог зон затоплень, де вказується тип явища, район, рік спостереження [30].

Для оцінки проектних гідрологічних ризиків в період весняного водопілля річок авторами запропонований сучасний метод гідрологічних розрахунків стокових характеристик цього періоду рідкісних ймовірностей перевищення, у тому числі 1%, тобто повторюваністю 1 раз на 100 років (розділ 1). Це дасть змогу проектним і експлуатаційним організаціям оцінити гідрологічний ризик при інженерному будівництві водогосподарських об'єктів в басейні р. Дніпро.

Для оцінки ж щорічних гідрологічних ризиків при проходженні весняних повеней в басейні Дніпра пропонується використання методу територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля [2], [32] при використанні ГІС-технологій картографічного представлення прогнозних величин [6], [10].

Особливістю методу довгострокового прогнозу характеристик максимального стоку весняного водопілля є можливість комплексного попереднього аналізу усієї території та виявлення потенційних зон небезпек, які можна виявити по розподілу прогнозних величин модульних коефіцієнтів шарів стоку (рис. 5.14) та максимальних витрат води (рис. 5.16) весняного водопілля в

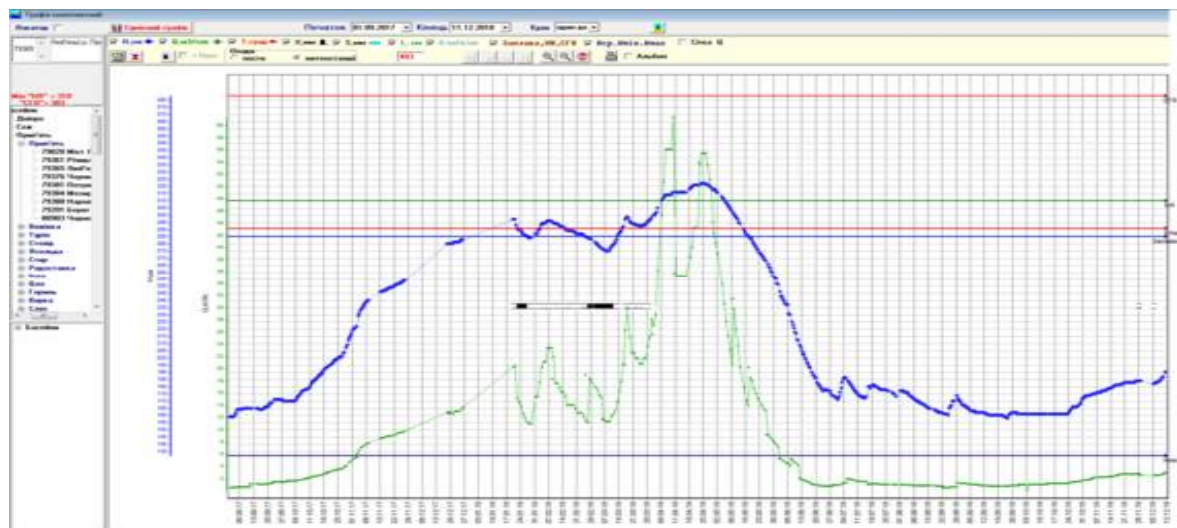
басейні Дніпра. Як видно з прогнозних карт 2017-2018 року в басейнах річок Дніпра на більшій частині території прогнозувалися модульні коефіцієнти менші за 1,0, тобто, навіть не перевищують середньобаторічного значення. Лише північно-західна частина території, де спрогнозовано до 50% перевищення середньобаторічних значень, потребує виконання попередньої оцінки ризиків затоплення та додаткового моніторингу ризику затоплення.

Метод доволі наглядний та дає змогу попередити виникнення катастрофічно високого водопілля, надати кількісну оцінку характеристикам та визначити строки проходження весняного стоку в цілому для великих регіонів, у тому числі й для річок і, взагалі, територій, недостатньо вивчених у гідрологічному відношенні. При цьому, при побудові таких карт через певні інтервали часу є змога спостерігати розвиток гідрологічного ризику під час формування весняного водопілля річок та проводити аналіз гідрометеорологічної ситуації в басейні і регіоні. Так, умови формування в осінньо-зимовий період і графіки ходу рівнів і витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра показані на рис. 5.18.

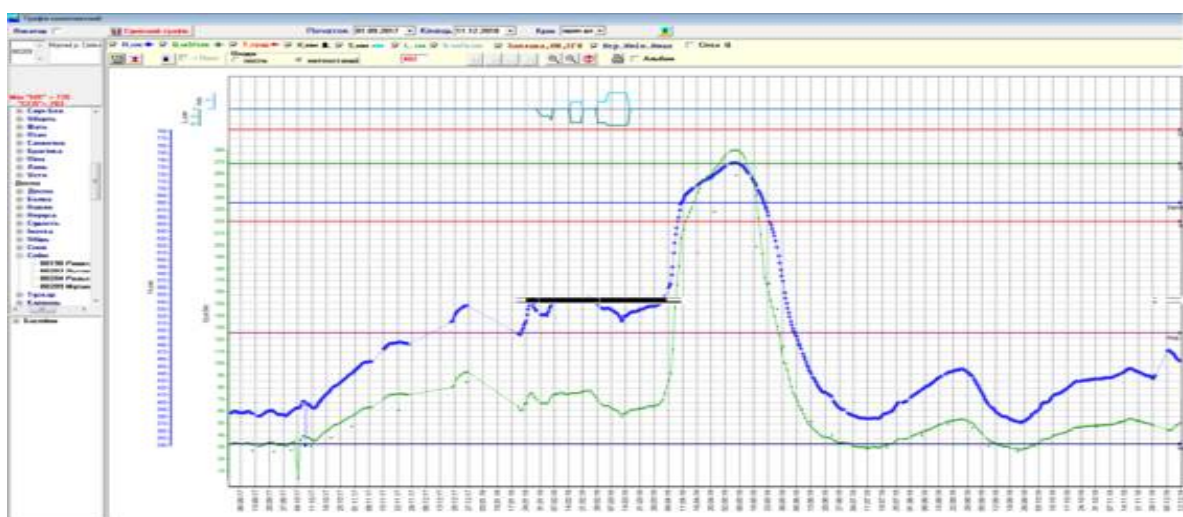
Важливою технологією в прогнозному методі є можливість встановлення ймовірності настання гідрологічних ризиків у багаторічному розрізі.

Слід зазначити, що даний метод апробовано на переважній більшості річок рівнинної території України. Що стосується досліджуваного басейну, то запропонований метод активно використовується в оперативній діяльності Українського гідрометцентру ДСНС України (УкрГМЦ) для найбільших приток Дніпра – рр. Десни, Сейму, Прип'яті та приток Середнього Дніпра у вигляді розроблених авторами проекту програмних комп'ютерних комплексів з щорічним картографічним представленням прогностичної інформації та ймовірнісних оцінок ризиків виникнення водопіль при використанні сучасного інструментарію просторового зображення даних ГІС-технологій.

а) р. Прип'ять – с. Люб'язь



б) р.Сейм – с. Мутин



в) р. Самара – с. Кочережки



Рисунок 5.18 – Хронологічні графіки ходу рівнів та витрат води весняного водопілля (2017-2018 рр.) [30]

6 ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗІВ СТРОКІВ ПОЧАТКУ ТА ПРОХОДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ (РІВНІВ) ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ В БАСЕЙНІ Р. ДНІПРО. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИПУСКУ ПРОГНОЗУ

В умовах кліматичних коливань і тенденцій змін водного режиму річок та враховуючи Основні положення Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплення [1], при визначенні територій можливого підтоплення від повеней річкового походження, вкрай важливим є науково-теоретичне обґрунтування методів гідрологічних прогнозів не тільки водного режиму річок періоду весняного водопілля, а й строків його формування – дат початку та проходження максимальних рівнів чи витрат води.

Як відомо, стік річок є похідною від клімату місцевості і на сьогодні вже досить широко розвинуті і знайшли практичне застосування численні методи прогнозу стоку річок. Якщо звернутися до існуючих методик прогнозів строків початку та проходження максимальних витрат (рівнів) весняного водопілля, то їх, на сьогодні, досить обмаль. Це пов'язано з тим, що на відміну від прогнозів характеристик водного режиму весняного водопілля, строки проходження водопіль практично не досліджувалися, а в оперативній практиці часто дається лише оцінка відхилення цих строків від їх середньобогаторічних дат на окремих річках.

6.1 Сучасні тенденції формування строків проходження весняних водопіль річок

Строки проходження весняних водопіль річок визначаються як кліматичними умовами формування тало-дощового стоку на басейнах, так і

погодними умовами зимового періоду кожного року – наявності снігу на водозборах, температурним режимом повітря, часом початку сніготанення та його інтенсивністю. Крім того, дати початку водовіддачі снігового покриву, окрім географічного положення водозборів, можуть залежати й від таких місцевих чинників, як залісеність, заболоченість басейнів та ін. [2].

Зміни й несталість погодних умов зимового й весняного сезонів останніх десятиліть призвели до широкого варіювання характерних дат весняного водопілля – від дуже ранніх до досить пізніх строків.

У наукових працях останніх десятиліть значну увагу приділяють дослідженню розподілу у просторі і часі чинників формування весняних водопіль. Такі дослідження вказують, що очікуване потепління клімату позначиться на величині і термінах проходження річкових повеней [3], [4], [5], [6], [7] [8] та ін. Аналіз часових тенденцій максимального річкового стоку та дат настання річкових повеней на території Європи, проведений авторами [3], [4], [5], [6] показує, що спостерігається тенденція до зміщення строків настання весняних водопіль, які пов'язані з різницею в часі танення снігу, максимумів вологості ґрунту, зміною великомасштабних атмосферних процесів. Так, для території України відмічається зсув до більш ранніх дат проходження весняних водопіль, у т. ч. на більшій частині території лівобережжя Дніпра (окрім Нижнього Дніпра) [3]. На правобережжі Дніпра спостерігається тенденція до формування зимових паводків на річках і, відповідно, формування максимумів на початку календарного року [3].

За нашими дослідженнями за останні 25 років (з 1990 по 2015 р.) на всій території басейну Дніпра спостерігається зміщення середніх строків проходження весняних водопіль (як початку підйому, так і настання максимумів) до більш ранніх дат. Зміщення строків в середньому складає 4 дні. Висновки щодо зсуву дат початку водопілля в сторону більш ранніх зроблені й іншими авторами: так, для басейнів рр. Оки і Нижньої Волги таке зміщення складає 5-10 днів [9].

Аналіз багаторічних коливань строків проходження та тривалості весняного водопілля річок української частини басейнів Десни [10] і Прип'яті [11], [12]

також підтверджує зміщення дат початку водопілля та дат настання максимальних витрат (рівнів) води на більш ранні строки. Дослідження просторово-часових коливань строків проходження весняного водопілля в басейнах річок України представлено й у роботах [13],[14], [15], а також в [16], [17] (у зв'язку з оцінкою розподілу стоку за весну).

Авторами роботи [18] отримані хронологічні графіки (при трирічному згладжуванні) дат початку весняного водопілля для деяких річок басейну Дніпра за багаторічний період (з початку стокових спостережень на річках по 2015 р.), які підтверджують тенденцію до зміщення цих дат до більш ранніх строків (рис. 6.1)

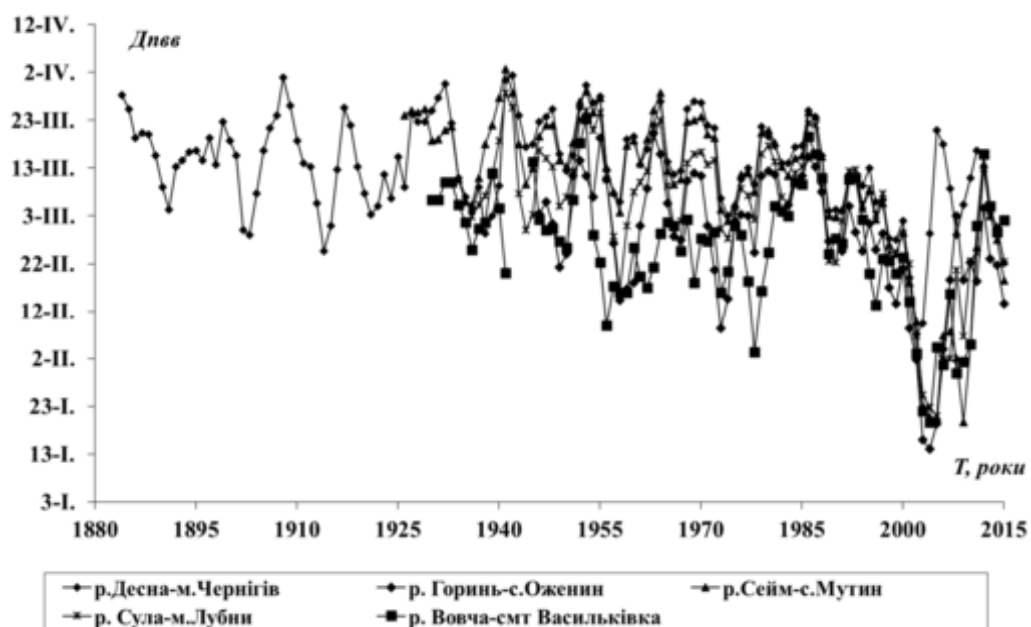


Рисунок 6.1 – Хронологічний хід (трирічні ковзні) дат початку весняного водопілля деяких річок басейна Дніпра [18]

Протягом останніх років у науковій літературі досліджувалися також зміни гідрологічних режимів стоку річок басейну Дунаю в Словенії [19], Хорватії [20], Україні [21], які пов'язані зі змінами температури повітря, просторовими і тимчасовими змінами режимів опадів і евапотранспірації.

Так, в цілому спостерігаються загальні тенденції зміни стокових характеристик протягом довготривалих періодів. А саме, спостерігається збільшення середньорічної температури, що призводить до зменшення частки

снігу в осінні і зимові місяці в загальній кількості опадів за рік. Це безпосередньо змінює стік, зменшуючи його величину навесні (дефіцит і більш швидке танення снігу) та збільшуючи в осінньо-зимовий період (дощова вода). Крім того, відбувається зміщення пікових значень тало-дощового стоку до початку календарного року, збільшується амплітуда між найбільшим і найменшим витратами води.

6.2 Теоретичні основи методу прогнозування строків проходження весняних водопіль річок

6.2.1 Існуючі методи прогнозу дат проходження весняного водопілля

Як уже відмічалось, наукових методів прогнозу дат проходження весняного водопілля дуже мало. В оперативній практиці застосовуються в основному локальні короткострокові прогнози цих термінів, які є частиною прогнозу гідрографа водопілля [22]-[26].

Існують методи прогнозування дат проходження водопіль, що ґрунтуються на встановленні індивідуальних кореляційних зв'язків дат проходження водопіль зі строками сталого переходу температури повітря до плюсових значень весною [2]. Такі залежності слабо виражені для великих водозборів (з площею близько 200 тис. км²) і дозволяють складати прогноз часу проходження піку водопілля лише на невеликих річках, особливо, коли хвиля водопілля в основному формується у верхній частині басейну (при завчасності не більш ніж 10-15 діб).

З інших методів прогнозу строків початку і дат настання максимуму водопілля можна відмітити такі, де розробка методики прогнозу характерних дат водопілля здійснюється на основі результатів оцінки взаємозв'язку строків початку і максимуму водопілля з повторюваністю синоптичних процесів над Атлантикою в зимові і весняні місяці, характерними термінами змін температури в середній частині басейнів (перехід через нульову позначку, дати накопичення

сум 5, 10 °C і т. д.) і характеристиками снігового покриву. Так, в роботі [27] запропонована методика прогнозу дат весняного водопілля, основана на залежності цих дат від строків накопичення плюсових температур повітря – 30 °C і 40 °C. Завчасність таких прогнозів складає від 20 до 24 діб.

Авторами [28], [29] розроблені методи довгострокового і середньострокового прогнозів дат початку і настання максимальних витрат води весняних водопіль, де застосовані загальні підходи, які використовувались цими ж авторами для розробки фонових довгострокових прогнозів скресання річок [30]. При цьому виявлений тісний зв'язок строків початку підйому весняного водопілля і скресання річок. Дані методи основані на кореляції строків явища з характеристиками (коефіцієнтами розкладання по природних ортогональних функціях (ПОФ) температури поверхні океану (ТПО) в січні-березні і характеристиками поля геопотенціалу на рівні H500 (в тропосфері) та H100 (в нижній стратосфері) над Північною півкулею в ті ж місяці. Метод апробований для басейну Верхнього Дніпра в межах території Росії та Білорусі.

Розрахунок кількісних показників атмосферних процесів в методі [28], [29] ведеться за синоптико-статистичними методами в межах характерних районів, де синоптичні процеси в попередні місяці виражають ранні чи пізні дати настання весняних явищ на річках. Однак обмеження вихідної інформації про показники атмосферних процесів і, навіть, довгострокових прогнозів температур повітря ускладнює практичне застосування цих методів для випуску прогнозу строків гідрологічних явищ водопіль в оперативній діяльності.

В останні десятиліття багато вітчизняних і зарубіжних вчених пояснюють довготривалі тенденції в зміні природного стоку річок і чинників, що формують водний режим, змінами клімату [31]-[33], глобальними кліматичними трендами [34], які, в свою чергу, обумовлені впливом глобальних космічних процесів (зміною інтенсивності космічного випромінювання, сонячної активності, напруженості космічних і земних магнітних полів та ін.) та їх циклічністю [34]-[37].

Слід зауважити, що існуючі нині ймовірісно-статистичні методи прогнозування дат настання характерних гідрологічних явищ з побудовою кривих забезпеченості, є достатньо трудомісткими та не враховують циклічності (періодичності) метеорологічних і гідрологічних процесів, у тому числі й циклічності дат настання гідрологічних явищ. Способи прогнозування, основані на методах математичного моделювання, також являються трудомісткими і, часто, недостатньо ефективними у зв'язку з тим, що формування водного режиму – багатofакторний процес, а врахування усіх чинників, їх зміни у часі і взаємодії з іншими факторами є не завжди можливим. Тому у більшості випадків, особливо для довго- і середньострокових прогнозів, низька якість прогнозів визначається не недосконалістю методу або моделі, а мінливістю стокоформуєчих чинників, що слабо піддаються прогнозуванню.

Ще одним напрямком в прогнозуванні гідрологічних явищ є використання методів елементів штучного інтелекту, зокрема штучних нейронних мереж (ШНМ), які мають здатність в ряду квазіциклічних (як, наприклад, гідрологічні) даних враховувати приховані періодичності [38], [39] і будувати алгоритми обробки інформації, що володіють унікальною здатністю навчатися на прикладах і «впізнавати» в потоці «зашумленої» і суперечливої інформації характер раніше спостережених образів і ситуацій. Штучні нейронні мережі широко використовуються в медицині, економіці, біології. В роботі [40] розглянута можливість використання штучних нейронних мереж при прогнозуванні дат настання характерних гідрологічних явищ і визначення обсягу навчальної вибірки вхідних даних для прогнозування гідрологічних характеристик.

Моделі прогнозування гідрологічних показників, отримані за допомогою штучних нейронних мереж, апробовані на прикладі р. Білої. Порівняльна оцінка прогнозу дат настання характерних гідрологічних явищ (дата початку і кінця повені, початку літньо-осінньої межені, початку зимової межені) за допомогою ШНМ і ймовірісно-статистичного методу для р. Білої – м. Уфа показала, що відносні похибки прогнозу за двома методами практично не розрізняються. Це свідчить про можливість використання методу штучних нейронних мереж для

прогнозу дат настання гідрологічних явищ, що дозволить зменшити трудомісткість процесу прогнозування гідрологічних процесів.

В Одеському державному екологічному університеті в рамках наукової школи теоретичної і прикладної гідрології [41] запропонований метод територіального прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля, який заснований на попередньому встановленні типу розвитку майбутніх весняних процесів і реалізований авторами методу для рівнинних річок України. Основні положення методу прогнозу характерних дат водопілля викладені в роботах [42]-[45]. Реалізація даного методу для басейна Дніпра представлена в наступних розділах.

6.2.2 Науково-методичні основи методики прогнозів строків проходження весняного водопілля

В роботі запропоновано метод прогнозу строків початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля, заснований на даних про середньодекадну температуру повітря періоду завчасності гідрологічного прогнозу, яка входить в регіональні рівняння прогнозованої схеми (при просторовому узагальненні їх параметрів і коефіцієнтів в залежності від географічного положення і розмірів водозборів) і дає змогу здійснювати попередню прогностичну оцінку строків водопілля незалежно від часу їх настання в кожному році [44], [45].

Методика прогнозування дат початку весняного водопілля. Виконаний аналіз багаторічних спостережень за датами початку весняного водопілля на річках басейну Дніпра (в межах території України) показав, що початок водопілля спостерігається після строків накопичення максимальних снігозапасів на водозборі і коливається з року в рік у різні дати. Цей період, який в основному відповідає періоду водоутримуючої спроможності снігу, та визначається не тільки

значеннями максимальних запасів води в сніговому покриві S_m , величини яких впливають на строки початку водовіддачі снігу і появи поверхневого стоку, а й температурними умовами розвитку весни, тобто їхньою інтенсивністю. Цей висновок підтверджується й авторами [28].

Визначення дат початку водопілля здійснюється за схемою

$$D_{\theta} = D_{S_m} + t_{\theta}, \quad (6.1)$$

де D_{θ} – дата початку весняного водопілля;

D_{S_m} – дата утворення максимальних запасів води в сніговому покриві;

t_{θ} – тривалість водоутримуючої спроможності снігу, д.

У зв'язку з цим встановлено, що існує залежність тривалості водоутримуючої спроможності снігу t_{θ} , як періоду від дати утворення максимальних снігозапасів D_{S_m} до дати початку водопілля D_{θ} від середньої декадної температури повітря за першу після D_{S_m} декаду (θ_1 °C), враховуючи досвід [28], у вигляді

$$t_{\theta} = f(\theta_1). \quad (6.2)$$

Залежності $t_{\theta} = f(\theta_1)$ мають спадний характер і описуються рівняннями прямої, але за встановленими граничними значеннями температур повітря

$$t_{\theta} = d_1 - c_1\theta_1, \quad (6.3)$$

де d_1 і c_1 – емпіричні параметри.

Узагальнення параметрів d_1 і c_1 виконується шляхом встановлення залежностей цих параметрів від географічної широти геометричних центрів водозборів (φ° півн.ш.).

Визначення дат початку водопілля здійснюється за схемою

$$D'_e = D_{Sm} + t'_e, \quad (6.4)$$

де D'_e – очікувана дата початку весняного водопілля;

D_{Sm} – дата максимальних запасів води в сніговому покриві;

t'_e – очікувана тривалість водоутримуючої спроможності снігу, яка визначається за (6.3) при використанні метеорологічного прогнозу середньодекадної температури повітря (θ_1 °C) за декаду, наступну після D_{Sm} .

Дата складання прогнозу D_e за схемою (6.4) відповідає даті накопичення максимальних снігозапасів (D_{Sm}). Завчасність прогнозів дат початку водопілля визначається саме величиною t_e , тобто дорівнює періоду від дати випуску прогнозу (D_{Sm}) до дати початку водопілля (D_e).

Методика прогнозу дат максимальних витрат води весняного водопілля. Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля (D_{Q_m}) відносно строків його початку визначаються інтенсивністю (“дружністю”) весняного сніготанення, кількістю та інтенсивністю опадів періоду танення снігу, швидкістю зростання і накопичення плюсових температур повітря та ін. [28].

Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначаються за схемою

$$D_{Q_m} = D_e + t_n, \quad (6.5)$$

де D_{Q_m} – дата максимальної витрати води водопілля;

D_e – дата початку весняного водопілля;

t_n – тривалість підйому весняного водопілля, д.

Встановлено, що існують залежності тривалості підйому водопілля (t_n) від середньої температури повітря за першу, після D_6 , декаду (θ_2 °C) у вигляді

$$t_n = f(\theta_2). \quad (6.6)$$

Залежності $t_n = f(\theta_2)$ звичайно мають убуючий характер при зростанні температури повітря (θ_2 °C) і описуються рівняннями вигляду

$$t_n = d_2 - c_2 \theta_2, \quad (6.7)$$

де d_2 і c_2 – параметри рівняння.

Тривалість підйому водопілля t_n визначається як періодом сніготанення, так і часом стікання води по схилах і руслах річок. Тому узагальнення d_2 і c_2 може здійснюватися в залежності як від географічної широти геометричних центрів водозборів φ °, так і від площ басейнів F .

Дата складання прогнозу D'_{Qm} за схемою (6.5) можлива в спостережену дату початку водопілля (D_6) у вигляді

$$D'_{Qm} = D_6 + t'_n, \quad (6.8)$$

де D'_{Qm} – очікувана дата максимальних витрат води водопілля;

D_6 – спостережена дата початку весняного водопілля;

t'_n – очікувана тривалість підйому весняного водопілля, в добах, яка визначається за (6.7), спираючись на метеорологічний прогноз температури повітря θ_2 °C за декаду, наступну після дати початку водопілля D_6 .

Завчасність прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначається тривалістю підйому t_n .

За наявності прогнозу D'_e за схемою (6.4) і довгострокового прогнозу температур повітря (близько 2-х декад) схема прогнозу D''_{Q_m} така

$$D''_{Q_m} = D'_e + t'_n, \quad (6.9)$$

а дата його випуску буде відноситись до дати настання максимальних снігозапасів D_{S_m} . Очевидно, що при цьому завчасність прогнозу дещо збільшується, а точність – знижується.

Методика встановлення забезпеченості прогнозних дат водопілля. В розробках, присвячених аналізу та прогнозуванню дат гідрологічних явищ (строків замерзання та розкриття річок), є досвід встановлення ймовірнісних характеристик цих строків шляхом побудови емпіричних кривих забезпеченості дат [46]. При цьому для апроксимації кривих забезпеченості використано біноміальний розподіл Пірсона III типу.

Запропонований метод територіального прогнозу дат весняного водопілля (початку та настання максимальних витрат чи рівнів води) передбачає його використання для річок, не досить добре вивчених у гідрологічному відношенні, тобто для річок, на яких регулярні спостереження за стоком весняного водопілля не ведуться. Тому необхідним є визначення повторюваності цих дат у багаторічному розрізі.

За наявності багаторічних рядів спостережень встановлення забезпеченості дат початку та настання максимальних витрат води весняних водопілля може виконуватись шляхом побудови емпіричних кривих забезпеченості цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища). Встановлення ймовірності по таких кривих здійснюється по прогнозній даті початку водопілля чи проходження його максимальної витрати води.

Форма представлення прогнозів дат. В гідрологічній практиці при прогнозуванні строків гідрологічних явищ (льодових або водного режиму) найбільш

поширеною є форма представлення прогнозу цих дат у вигляді відхилень очікуваних строків (аномалій) від середньобагаторічних дат [28], [29].

Для дат початку та максимальних витрат води весняного водопілля в поточному році вони представляються як

$$\Delta D_{\epsilon} = D'_{\epsilon} - (D_{\epsilon})_0; \quad (6.10)$$

$$\Delta D_{Q_m} = D'_{Q_m} - (D_{Q_m})_0, \quad (6.11)$$

де ΔD_{ϵ} і ΔD_{Q_m} – відхилення очікуваних дат початку водопілля D'_{ϵ} і максимальних витрат (рівнів) води D'_{Q_m} у поточному році від середньобагаторічних дат $(D_{\epsilon})_0$ і $(D_{Q_m})_0$, що одержуються за часовими рядами спостережень.

Крім того, прогнозні дати початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля представляються в інтервальних оцінках з урахуванням допустимої похибки прогнозів цих дат.

Але при територіальному прогнозуванні найбільш наглядною формою просторового представлення прогнозних дат весняних водопіль є, безумовно, картографічна. Побудова карта-схем прогнозних дат може бути здійснена лише для дат початку весняного водопілля, причому очікувані дати D'_{ϵ} відносяться до гідрологічних постів, що замикають водозбори і проводяться ізолінії змінності дат по території. Прогнозні дати проходження максимальних витрат води водопілля D'_{Q_m} залежать від розмірів водозборів, тому не можуть бути картовані [44], [45], [47].

Крім того, одночасно з карта-схемами прогнозних дат початку весняного водопілля надаються і карта-схеми ймовірності настання дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля у багаторічному розрізі ($P\%$).

Таким чином, методика прогнозу строків проходження весняних водопіль при картографічному представленні очікуваних дат початку водопілля та повторюваності водопіль, при регіональних узагальненнях для дат настання

максимальних витрат води, дозволяє встановити ці характеристики у будь-якій частині території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості.

6.3 Розробка методики прогнозів строків початку весняного водопілля

Для розробки методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля використовувались дані багаторічних гідрологічних спостережень (по 49 опорних гідрологічних постах, що мають тривалі гідрологічні і метеорологічні ряди спостережень).

При цьому були використані багаторічні матеріали спостережень за строками проходження водопілля, а також дані про снігозапаси, включаючи строки настання максимальних запасів води в сніговому покриві, середньо-декадні (або пентадні) температури повітря січня-травня. За даними багаторічних характеристик весняного водопілля та метеорологічних спостережень було створено комп'ютерну базу даних в програмі «Excel», а також у створеному авторами програмному прогностичному комплексі «Прип'ять» для басейнів річок Прип'ять та правих приток Середнього Дніпра [48].

Дати початку водопілля, як вже згадувалось раніше, визначаються кліматичними умовами на басейнах і пов'язаними з ними датами початку водовіддачі снігового покриву, які, у свою чергу, крім географічного положення водозборів, можуть залежати від таких місцевих факторів, як залісеність, заболоченість басейнів та ін.

На першому етапі розробки методики прогнозу строків весняного водопілля за даними багаторічних спостережень по річках басейну Дніпра було встановлено, що середньобагаторічні дати початку водопілля в розглядуваному регіоні змінюються по території з півдня і південного заходу на північний схід від 23 - 28 лютого до 15-20 березня (рис. 6.2).

Найбільш пізні строки початку весняних водопіль спостерігалися на річках басейну Дніпра в кінці березня – на початку квітня, а у верхів'ях Десни, Сейму, Псла і Ворскли 5-15 квітня (наприклад, у 1929, 1931, 1942, 1952, 1963, 1996 р.). На переважній більшості річок пізні строки відмічалися в 1928, 1929, 1931, 1932, 1940, 1942, 1952, 1956, 1963, 1964, 1969, 1976, 1980, 1987, 1996, 2006, 2013 рр., на багатьох річках лівобережної частини басейну також у 2003, 2010 і 2018 рр., а в суббасейні Нижнього Дніпра – ще й у 1967, 1971, 1972, 1985 і 1993 рр.

Аналіз багаторічних дат початку весняного водопілля на річках регіону показав, що після строків накопичення максимальних снігозапасів на водозборах вони спостерігаються у різні дати, які визначаються в основному температурними характеристиками поточної весни. Крім того, дати початку водопіль змінюються по території для різних за географічним положенням водозборів [2].

В запропонованій методиці прогнозу визначення дат початку весняного водопілля на річках здійснюється за схемою (6.1) [43]-[45], [47].

Встановлені залежності тривалості водоутримуючої спроможності снігу t_{θ} (період від дати утворення максимальних снігозапасів D_{Sm} до дати початку водопілля D_{θ})

$$t_{\theta} = D_{\theta} - D_{Sm}, \quad (6.12)$$

від середньодекадної температури повітря за першу, після D_{Sm} , декаду ($\theta_1^{\circ}\text{C}$) у вигляді (6.2).

Слід відзначити, що температура $\theta_1^{\circ}\text{C}$ береться за даними метеостанцій, які розташовані поблизу до геометричних центрів водозборів. Зв'язків величини t_{θ} з максимальними перед початком весняного водопілля снігозапасами у кожному році (S_m) або місяцем, в якому спостерігалось сніготанення, виявлено не було.

Приклад залежностей виду (6.2) для рр. Десна – м. Розльоти, Случ – м. Сарни і Гайчур – с. Андріївка представлено на рис. 6.3 - рис. 6.5.

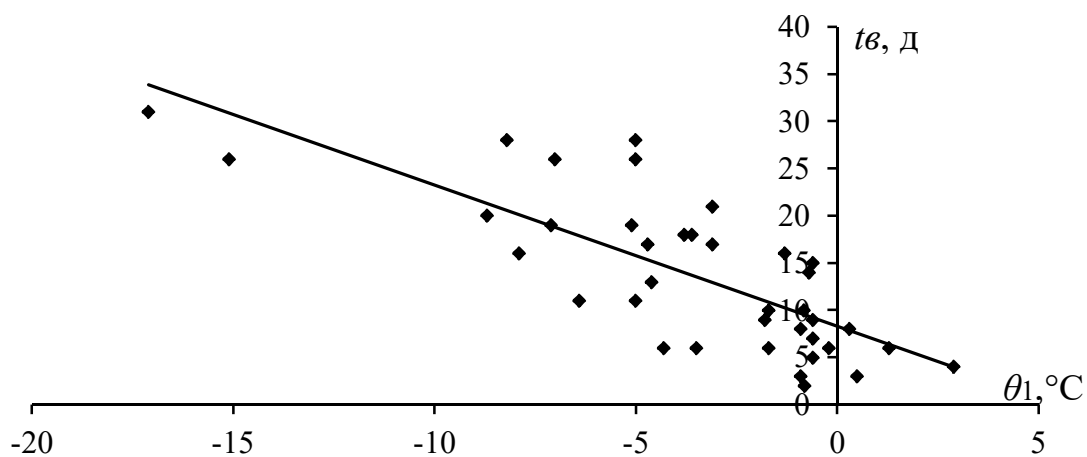


Рисунок 6.3 – Залежність $t_{\theta} = f(\theta_1)$ для басейну р. Десна – с. Розльоти, $r = 0,76$ (температура повітря прийнята по метеостанції Брянськ)

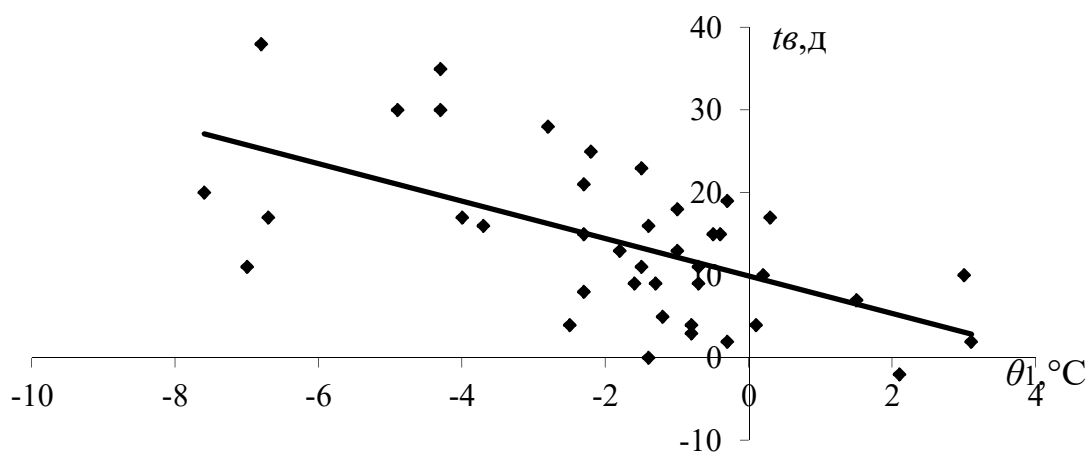


Рисунок 6.4 – Залежність $t_{\theta} = f(\theta_1)$ для басейну р. Случ – м. Сарни, $r = 0,59$ (температура повітря прийнята по метеостанції Новоград-Волинський)

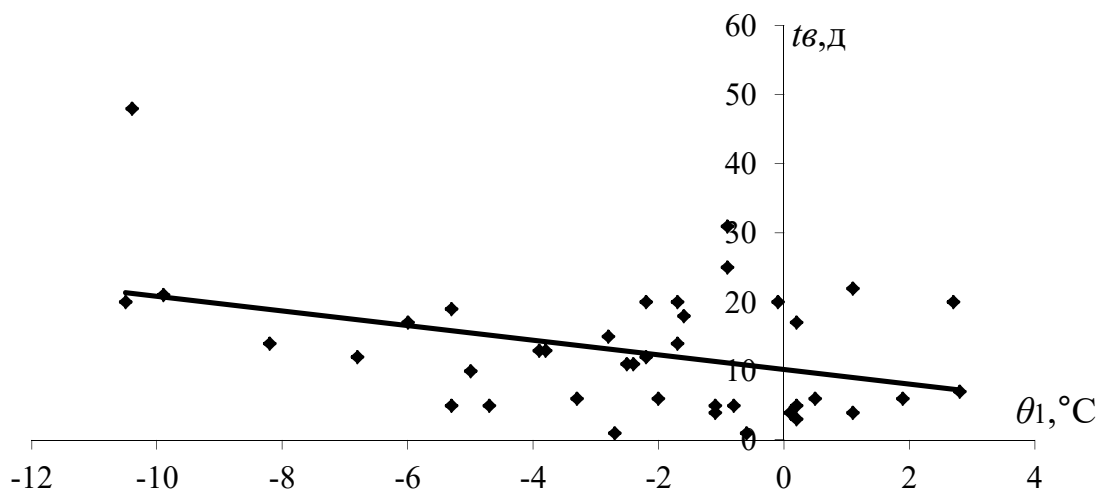


Рисунок 6.5 – Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р. Гайчур – с. Андріївка, $r = 0,53$ (температура повітря прийнята по метеостанції Гуляй Поле)

В середньому по річках рівнинної України та басейну Десни (включаючи територію басейну за межами України) коефіцієнти кореляції таких зв'язків дорівнюють 0,65.

Хоча залежності $t_g = f(\theta_1)$ не досить тісні, але тенденція до зменшення числа днів t_g при підвищенні температури θ_1 °C чітко простежується. Такі зв'язки описуються рівняннями прямої (6.3) при температурі повітря θ_1 до 3,5-5,5 °C.

Емпіричні параметри d_1 і c_1 в залежності (6.3) підлягають встановленню й узагальненню (табл. 6.1).

Просторове узагальнення параметрів d_1 і c_1 в межах рівнинної території України здійснено шляхом встановлення залежностей цих параметрів від географічної широти геометричних центрів водозборів (φ° , в частках °півн.ш.).

Просторове узагальнення параметрів d_1 і c_1 в межах рівнинної території України здійснено шляхом встановлення залежностей цих параметрів від географічної широти геометричних центрів водозборів (φ° , в частках °півн.ш.). Отримані рівняння таких залежностей [44], [45], [47] (при $r = 0,17$ і $r = 0,42$ відповідно) мають вигляд:

$$d_1 = 0,43(\varphi^\circ - 50) + 7,72, \quad (6.13)$$

$$c_1 = 0,16(\varphi^\circ - 50) + 1,64. \quad (6.14)$$

Таким чином, відповідно до (6.3), для визначення тривалості періоду від дати максимальних снігозапасів до дати початку водопілля t_g отримано рівняння (при температурі повітря θ_1 до 3,5-5,5 °C)

$$t_g = [0,43(\varphi^\circ - 50) + 7,72] - [0,16(\varphi^\circ - 50) + 1,64] \cdot \theta_1. \quad (6.15)$$

Таблиця 6.1 – Значення коефіцієнтів для визначення тривалості водовіддачі t_g та тривалості підйому t_n

№ з/п	Код поста	Річка-пост	c_1	d_1	c_2	d_2
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)						
1	79361	Прип'ять - с.Річиця	-1,84	11,1	-0,81	18,8
2	79365	Прип'ять - с.Люб'язь	-1,92	11,1	-0,51	23
3	79407	Тур'я - м.Ковель	-1,3	10,3	-0,89	14,4
4	79424	Стохід – смт Любешів	-1,39	11,6	-1,24	20,5
5	79477	Стир - м.Луцьк	-1,25	7,9	-1,14	17,6
6	79485	Стир - с.Млинок	-1,67	9,9	-0,83	17,7
7	79513	Горинь - смтЯмпіль	-1,86	5,3	-1,57	14
8	79518	Горинь - с.Оженін	-2,06	6,08	-1,92	15,4
9	79521	Горинь - с.Деражне	-2,09	7,1	-1,37	18,9
10	79545	Случ - м.Новоград Волинський	-2,07	7,32	-0,49	13,7
11	79549	Случ - м.Сарни	-2,07	7,32	-1,34	15,5
13	79596	Уборть - с.Перга	-1,5	9,6	-1,55	18,6
Праві притоки суббасейну СередньогоДніпра (райони 3-5)						
15	79695	Уж - смт Поліське	-2	10	-1,11	15
16	79701	Норин - с.Славенщина	-1,16	9,8	-1,11	14,1
17	80077	Тетерів - Житомир	-1,46	7,92	-2,2	16,9
18	80078	Тетерів - с.Макалевичі	-1,36	8,1	-1,19	14,1
20	80090	Ірша - с.Українка	-1,75	6,93	-2,1	17
21	80099	Ірпінь - с.Мостище	-1,61	7,85	-1,41	15,3
22	80295	Рось - с.Фесюри	-1,64	10	-1,24	20,6
23	80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	-1,23	12	-0,78	19,3
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)						
24	80118	Десна - м.Брянськ	-2,8	10,6	-1,91	27,5
25	80123	Десна - с.Розльоти	-1,74	7,28	-3,18	31,9
28	80172	Судость - смт Погар	-2,18	7,91	-1,52	13,5
29	80224	Снов - м.Сновськ (Щорс)	-1,89	10,6	-0,87	15,5
30	80198	Сейм - с.Ришково	-2,28	7,35	-1,72	27,4
31	80204	Сейм - м.Рильськ	-1,58	9,45	-1,4	27,1
32	80209	Сейм - с.Мутин	-1,26	8,05	-2,01	30
33	80222	Тускар - м.Курськ	-1,57	8,6	-2,47	13,5
34	80236	Свапа - с.Старий Город	-1,7	10	-1,13	10,4
35	80255	Клевень - с.Шарпівка	-2,12	8,16	-1,56	13,9

Кінець таблиці 6.1

№ з/п	Код поста	Річка-пост	c ₁	d ₁	c ₂	d ₂
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)						
36	80355	Сула - м.Ромни	-2,08	3,78	-2,47	19,4
37	80359	Сула - м.Лубни	-1,74	5,29	-1,67	19,8
38	80372	Удай - м.Прилуки	-2,35	5,33	-1,31	20
39	80408	Псел - м.Суми	-2,08	8,65	-2,01	20,5
40	80412	Псел - м.Гадяч	-1,56	7,12	-2,71	25,5
41	80421	Псел - м.Запсілля	-2,5	6,75	-2,04	30,6
42	80432	Хорол - м.Миргород	-2,7	7,2	-3,06	19,1
43	80447	Ворскла - с.Чернеччина	-2,26	5,05	-2,16	15,5
44	80453	Ворскла - с.Кобеляки	-2,66	4,05	-1,52	21,3
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)						
45	80473	Оріль - смт Царичанка	-0,56	7,63	-2,16	21,6
46	80486	Самара - с.Кочережки	-1,85	5,5	-1,26	18,7
47	80505	Вовча - смт Васильківка	-1,25	7,19	-1,68	17,0
48	80513	Мокрі Яли - х.Грушівський	-1,32	5,83	-2,45	11,1
49	80518	Гайчур - с.Андріївка	-1,06	10,3	-4,1	15,9
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)						
50	80395	р.Тясмин - с.В.Яблунівка	-0,23	17,9	-1,4	9,07
51	80551	р.Базавлук - с.Катерино-Наталівка	-0,46	11,9	-1,13	8,23
52	80561	Інгулець - с.Олександро-Степанівка	-2,65	4,11	-1,32	13,5
53	80568	р.Інгулець - м.Кривий Ріг	-1,86	5,15	-0,28	16,9
54	80571	р.Інгулець - с.Могилівка	-0,022	8,51	-0,35	16,4

Прогнозування дат початку водопілля у поточному році здійснюється за схемою (6.4). При цьому очікувана тривалість водоутримуючої спроможності снігу t'_g визначається за регіональним рівнянням (6.15)

Прогноз D'_g за схемою (6.4) складається у поточному році в дату накопичення максимальних снігозапасів (D_{Sm}). Завчасність прогнозів цих дат визначається величиною t'_g , тобто дорівнює очікуваному періоду від дати прогнозу D_{Sm} до дати початку водопілля D'_g .

В цілому за багаторічний період для розглядуваних річок рівнинної України, включаючи басейн Дніпра, спостерігається незначне збільшення середньобагаторічних значень t_{g0} (завчасності прогнозу дат початку водопілля) з півдня на північ, оскільки [44], [45], [47]

$$t_{\phi 0} = 0,79(\varphi^o - 50) + 12,0. \quad (6.16)$$

Таким чином, завчасність прогнозів дат початку весняного водопілля у поточному році також є прогнозною величиною і оцінюється при прогнозуванні цих дат.

6.4 Розробка методики прогнозів строків проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля

Строки проходження максимальних витрат (рівнів) води водопіль визначаються погодними умовами зимово-весняного сезону: щільністю снігового покриву, інтенсивністю ("дружністю") та тривалістю сніготанення, кількістю та інтенсивністю опадів у період танення снігу, швидкістю зростання і накопичення плюсових температур повітря та ін. [2]. Крім того, дати настання максимумів, як і самі максимальні витрати води або їх модулі, розрізняються й для різних за розмірами та географічним положенням водозборів.

Аналіз середніх за багаторічний період дат максимальних витрат (рівнів) води водопіль на річках басейну Дніпра показав, що вони змінюються від 4-7 березня на півдні території до 10-21 квітня на півночі і північному сході. Крім того, коливання строків проходження максимальних витрат (рівнів) води відбувається також в залежності від площі басейнів річок.

Так, в суббасейні Нижнього Дніпра дати проходження максимальних витрат води коливаються в межах 4-11 березня (в низов'ях великих річок до 15-23 березня). В суббасейні Прип'яті і на правих притоках Середнього Дніпра максимальні витрати води проходять у другій – на початку третьої декади березня, а на лівобережжі Середнього Дніпра – переважно в третій декаді березня (в низов'ях великих річок – на початку квітня). І, нарешті, в суббасейні Десни середні дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля

приходяться на кінець березня – першу декаду квітня (в низов'ях Десни – 21 квітня).

Але дати настання максимальних витрат води також можуть спостерігатися й у більш ранні строки – від другої-третьої декад січня на півдні території до другої-початку третьої декади березня на півночі. Ранні строки проходження максимальних витрат води майже на всій території басейну Дніпра спостерігалися в 1925, 1934, 1936, 1957, 1966, 1974, 1977, 2002, 2014 рр., в суббасейні Прип'яті, на правобережжі Середнього Дніпра і в суббасейні Нижнього Дніпра також і в 1950, 1958, 1960, 1961, 1970, 1979 рр., а на річках Нижнього Дніпра найбільш ранні дати максимальних витрат спостерігалися в 1955 р.

Пізнні дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля на розглядуваній території коливаються в широких межах – від першої декади квітня до третьої декади травня – в залежності від географічного положення річкового басейну та його площі. В суббасейні Нижнього Дніпра ці дати припадають переважно на першу-другу декади квітня, в суббасейнах Середнього Дніпра і Прип'яті – на першу-третю декади квітня (на великих річках – на першу декаду травня), і в суббасейні Десни вони змінюються від другої-третьої декади квітня до першої-другої декади травня (а в самих низов'ях Десни до третьої декади травня).

Пізнні дати настання максимальних витрат (рівнів) води на всій території басейну Дніпра відмічалися в 1928, 1929, 1931, 1952, 1956, 1963, 1964, 1969, 1987, 1996, 1998, 2013 рр. В суббасейнах Прип'яті, Середнього та Нижнього Дніпра пізнє проходження максимальних витрат води спостерігалось також у 1976, 1980, 1993 і 2015 рр.; в басейнах Прип'яті і правих приток Середнього Дніпра – в 1940, 1962, 1983 рр.; на всій території, крім Нижнього Дніпра – в 1958, 1982, 2006 рр.; в басейнах Десни і лівих приток Середнього Дніпра – в 2003, 2005, 2010 і 2018 рр. В суббасейнах Середнього і Нижнього Дніпра пізнні дати максимальних витрат води спостерігалися також у 1972, 2011 і 2012 рр., а в суббасейні Нижнього Дніпра ще й у 1967, 1984 і 2003 рр.

Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначаються за схемою (6.5) [44], [45], [47].

При розробці методики прогнозу дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля (D_{Q_m}) були виявлені залежності тривалості підйому водопілля (t_n , д), представлені як

$$t_n = D_{Q_m} - D_e, \quad (6.17)$$

від середньодекадної температури повітря за першу, після дати початку водопілля D_e , декаду (θ_2 °C) у вигляді (6.6).

Залежності тривалості t_n від таких характеристик весняного водопілля, як, наприклад, максимальні снігозапаси (S_m) і кількість опадів періоду танення снігу (X_1) не виявлено.

Графічний вигляд залежностей $t_n = f(\theta_2)$ показаний на рис. 6.6 - 6.8.

Такі залежності для рівнинних річок України також не дуже тісні (при середньому значенні $r=0,47$) і мають спадний характер при зростанні температури повітря (θ_2 °C).

Вони описуються рівняннями вигляду (6.7) при температурі повітря θ_2 до 7,0-10,0 °C. Емпіричні параметри d_2 і c_2 в (6.7) підлягають визначенню та узагальненню (див. табл. 6.1)

Тривалість підйому водопілля t_n визначається як періодом сніготанення, так і часом стікання води по схилах і руслах річок. Узагальнення параметрів (6.7) для рівнинних річок України (включаючи й басейн Дніпра) було здійснено: d_2 – в залежності від площ басейнів F (при $r=0,6$), що визначають тривалість поверхневого добігання тало-дощових вод [45]

$$d_2 = 3,45 \cdot \exp[0,42 \cdot \lg(F + 1)]; \quad (6.18)$$

c_2 – в залежності від географічної широти центрів водозборів φ , в частках півн.ш., (при $r=0,22$)

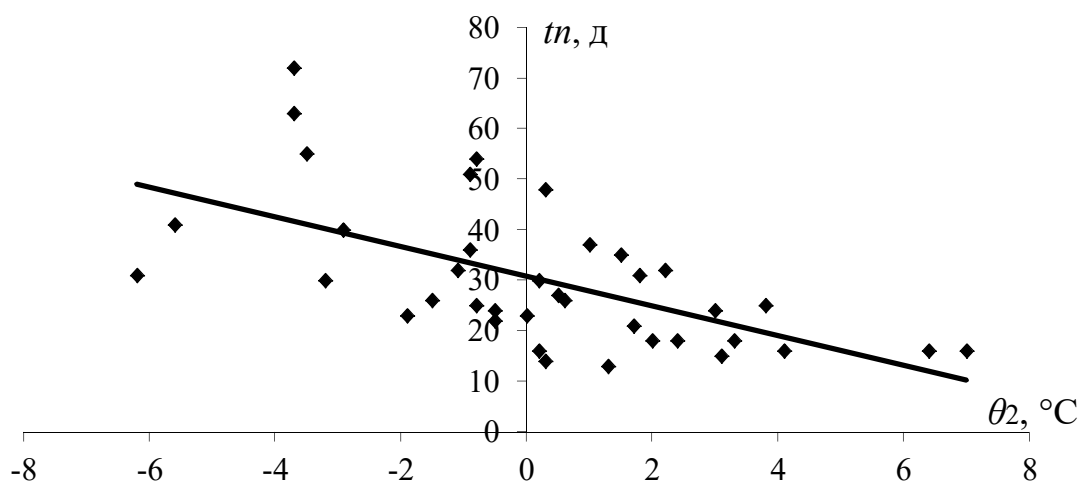


Рисунок 6.6 – Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р. Десна – с. Розльоти,
 $r = 0,60$ (температура повітря прийнята по метеостанції Брянськ)

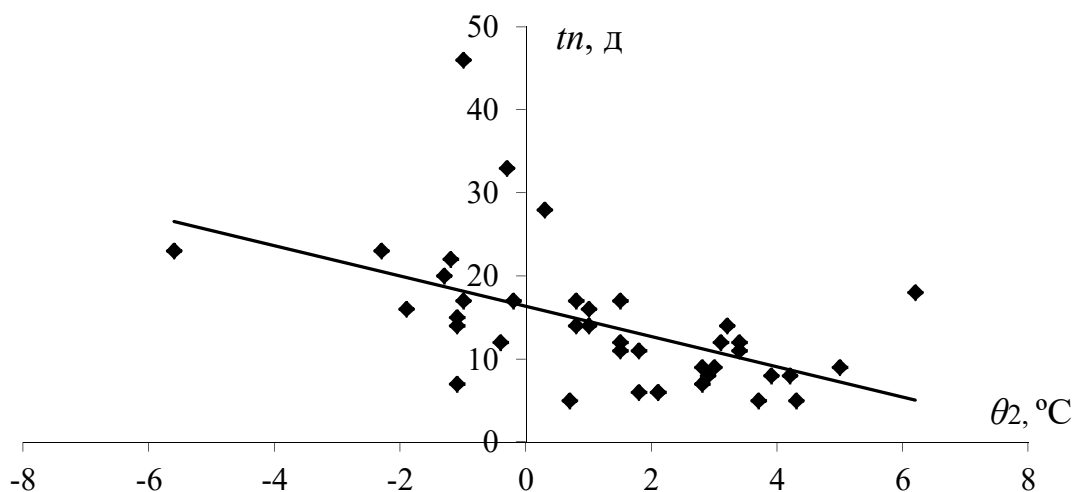


Рисунок 6.7 – Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р. Случ – м. Сарни,
 $r = 0,52$ (температура повітря прийнята по метеостанції Новоград-Волинський)

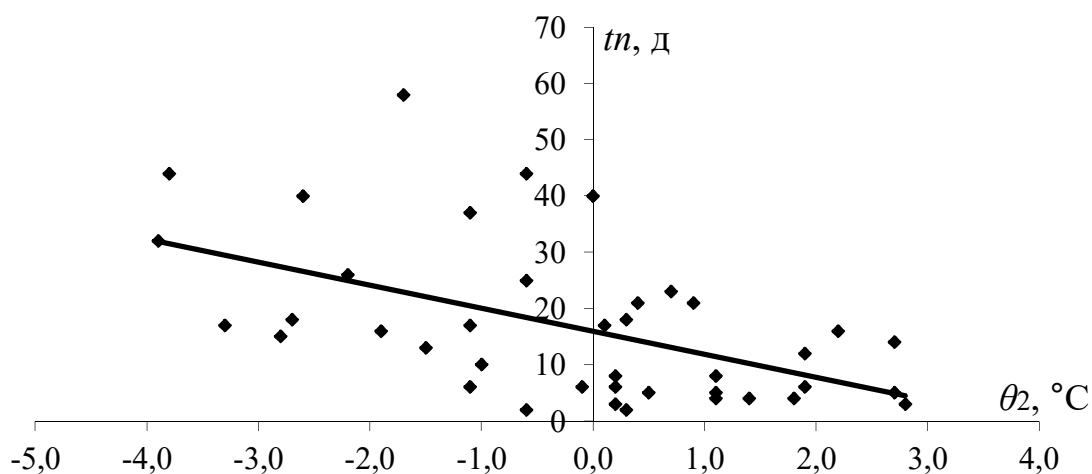


Рисунок 6.8 – Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р. Гайчур – с. Андріївка,
 $r = 0,53$ (температура повітря прийнята по метеостанції Гуляй Поле)

$$c_2 = 1,75 - 0,12(\varphi^o - 50). \quad (6.19)$$

Відповідно до (6.7) для визначення тривалості періоду підйому водопілля t_n отримано вираз (при температурі повітря θ_2 до 7,0-10,0 °C)

$$t_n = \{3,45 \cdot \exp[0,42 \cdot \lg(F + 1)]\} - [1,75 - 0,12(\varphi^o - 50)] \cdot \theta_2. \quad (6.20)$$

Дата складання прогнозу D'_{Qm} за схемою (6.5) можлива у поточному році в спостережену дату початку водопілля (D_e) у вигляді (6.8).

Завчасність прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначається тривалістю підйому t_n .

За наявності прогнозу дати початку весняного водопілля D'_e , отриманої за рівнянням (6.4) і довгострокового прогнозу температури повітря (близько 2-х декад) прогноз дати проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля здійснюється за схемою (6.9), а дата його випуску буде відноситись до дати настання максимальних снігозапасів D_{Sm} . При цьому завчасність прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначається тривалістю підйому водопілля t_n у кожному році. Для середньобагаторічних значень $(t_n)_0$ (як завчасності прогнозів D_{Qm}) встановлено [45], що в басейнах річок розглядуваної території спостерігається їх збільшення зі збільшенням площ водозборів, оскільки

$$(t_n)_0 = 4,96 \cdot \exp[0,32 \cdot \lg(F + 1)] \quad (6.21)$$

де F – площа водозборів, км².

Таким чином, завчасність прогнозів дат настання максимальних витрат води весняного водопілля у поточному році, також як для дат початку весняного

водопілля, у кожному році оцінюється за прогнозом цих дат, але збільшується при збільшені розмірів водозборів.

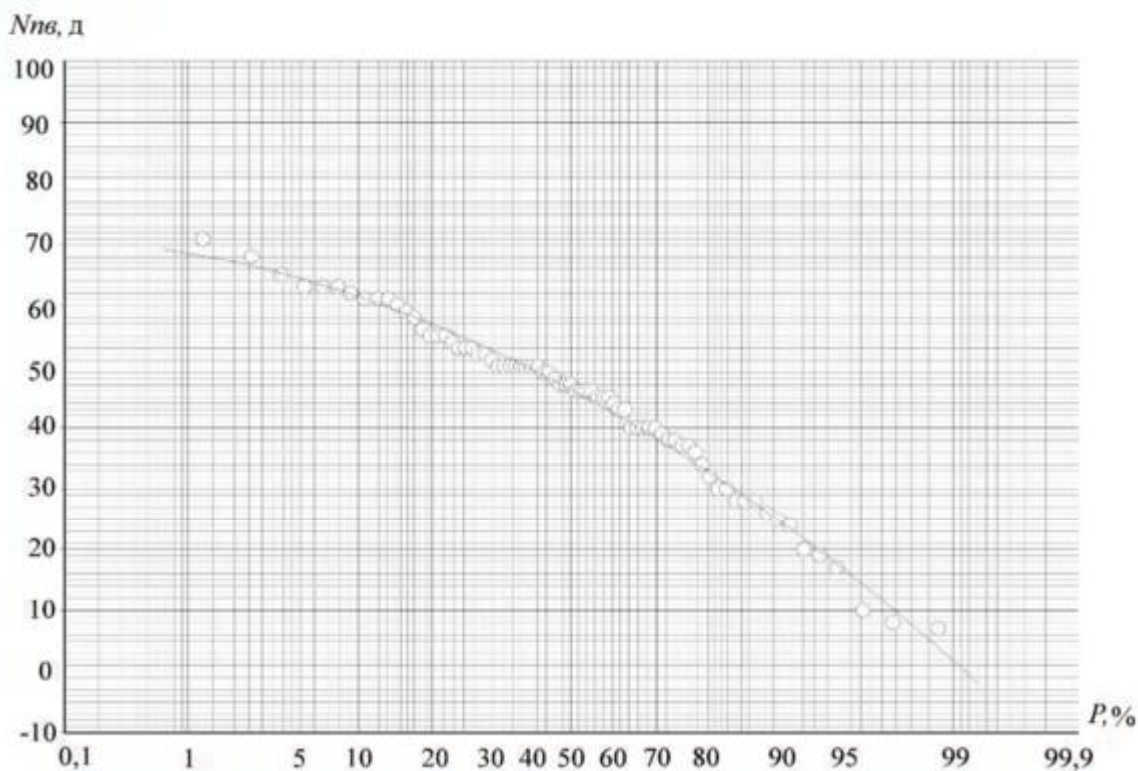
6.5 Методика визначення прогнозних забезпеченостей дат весняного водопілля

Обґрунтований в п. 6.2.2 метод територіального прогнозу дат початку та настання максимальних витрат чи рівнів води весняного водопілля передбачає встановлення повторюваності цих дат у багаторічному розрізі. Така задача вирішується при побудові емпіричних кривих забезпеченості цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища) за даними багаторічних рядів спостережень за строками водопіль на річках [44], [45], [47].

Для опорних водозборів річок досліджуваної території були побудовані емпіричні криві забезпеченості дат початку та проходження максимальних витрат води за даними багаторічних (від 22 до 85 років) рядів спостережень за строками водопіль на річках. Такі криві, наприклад, для р. Сейм – с. Мути́н показані на рис. 6.9. Для всіх річок розглядуваної території криві збережені в електронному вигляді.

Встановлення ймовірності $P\%$ по таких кривих здійснюється за прогнозою датою початку водопілля чи настання максимальної витрати води (як кількості діб від 31.01 до прогнозої дати настання явища). Отримані величини забезпеченості представляються (разом з прогнозними датами), в табличній та картографічній формах.

а)



б)

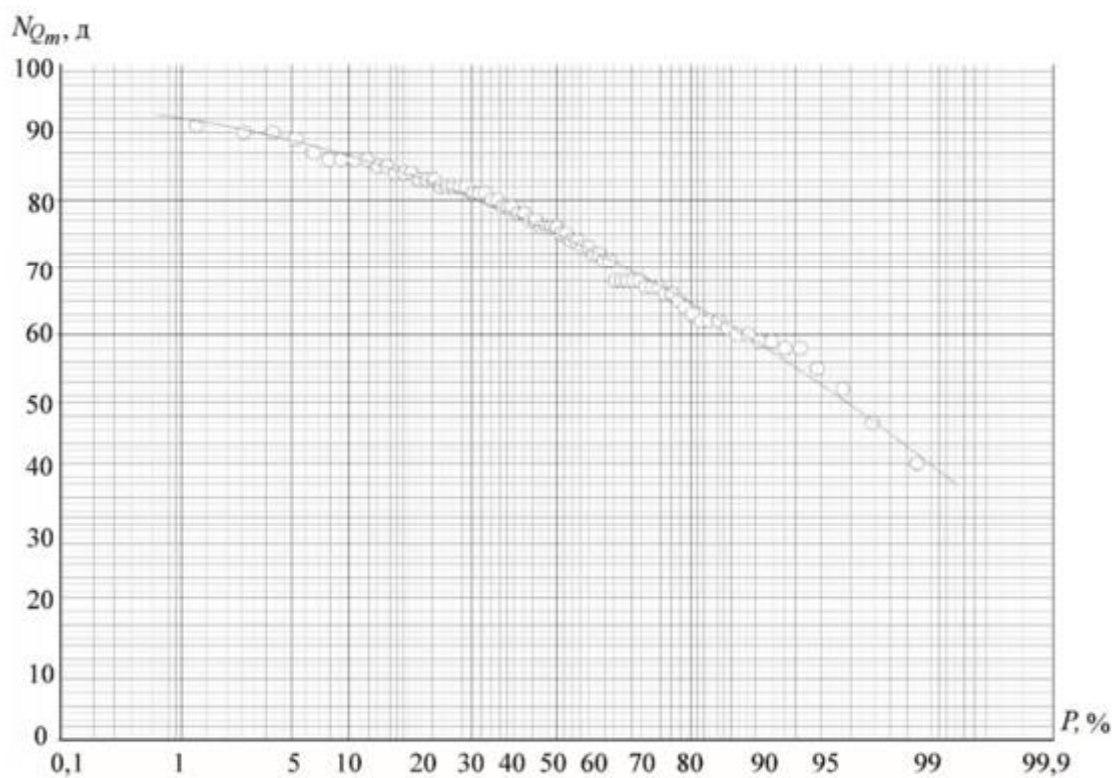


Рисунок 6.9 – Криві забезпеченості дат початку весняного водопілля (а) і дат проходження максимальних витрат води (у вигляді кількості діб від 31.01) для р. Сейм – с. Мутин.

6.6 Оцінка методики прогнозування строків початку та настання максимумів весняних водопіль річок в басейні Дніпра

Оцінка методики прогнозу строків настання явищ, відповідно до «Настановлення по службі прогнозів» [49], керівного документа щодо оцінки якості методики [50] і «Настанови з оперативної гідрології» [51], здійснюється в залежності від дати складання прогнозу.

Прогноз строків початку і настання максимальних витрат (рівнів) води не має фіксованої дати їх випуску, тому показником точності методики є середня квадратична похибка

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (D - D')^2}}{n}, \quad (6.22)$$

де S – середня квадратична похибка перевірних прогнозів або показник точності методики прогнозу дат, д;

D і D' – спостережені та спрогнозовані дати гідрологічного явища;

n – кількість прогнозів.

Величина забезпеченості допустимої похибки при прогнозах дат гідрологічних явищ $P\%$ розраховується за формулою виду

$$P = \frac{n - m}{n} \cdot 100\%, \quad (6.23)$$

де n – кількість прогнозів;

m – кількість прогнозів, похибка яких була вищою за допустиму.

Методика оцінюється за статистикою S відповідно до табл. 6.2 [49], [52] і вважається можливою для її використання в оперативній практиці, якщо

забезпеченість похибок перевірних прогнозів дат ($P\%$) відповідно до допустимої похибки дорівнює або менша за 85%.

Таблиця 6.2 – Показники якості методики прогнозу дат

Оцінка методики	Допустима похибка, діб						
	1	2	3	4	5	6	7
добра за $S \leq$	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2
задовільна за $S \leq$	1,2	2,4	3,6	4,8	5,9	7,1	8,2

Слід зауважити, що «оценка методик, предусматривающих использование краткосрочных прогнозов погоды (температуры воздуха и др.), производится по фактическим значениям метеорологических элементов» [52].

Допустима похибка при короткострокових прогнозах дат настання весняних процесів береться в залежності від їх завчасності (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Значення допустимої похибки при прогнозах дат

Завчасність прогнозів, діб	1-3	4-5	6-9	10-13	14-15
Допустима похибка прогнозів δ_{don} , діб	1	2	3	4	5

Однак, за рекомендаціями [49], [52], методики прогнозу дат гідрологічних явищ, що базуються на використанні очікуваних за метеорологічним прогнозом температури повітря навесні, допустима похибка приймається рівною 6 діб.

При цьому показником ефективності та якості методики прогнозу гідрологічних явищ (при $\delta_{don} = 6$ діб) за табл. 6.2 прийнята така шкала оцінок методики прогнозів дат початку та настання максимальних витрат води весняного водопілля: при значенні середньої квадратичної похибки (S , діб) перевірних прогнозів до 4,5 – методика вважається «доброю», а при значенні S до 7,1 – «задовільною».

Оцінка розробленої методики прогнозів строків проходження весняного водопілля по територіальних залежностях виконана шляхом складання перевірних прогнозів по 49 гідрологічних постах басейну Дніпра (по 1753 прогнозах): дат

початку водопілля D'_e за схемою (6.4) та дат максимальних витрат води D'_{Q_m} за схемою (6.8) при значеннях температур повітря середніх за десять діб (календарну декаду). Взагалі за багаторічний період (з 1961 по 2000 рр., тобто за 40 років, а для території Росії – по 1980 р.) зв'язки спостережених і отриманих при перевірних прогнозах дат проходження водопіль на річках басейну Дніпра достатньо тісні, з коефіцієнтами кореляції r для:

- дат початку водопілля D_e – від 0,70 до 0,98;
- для дат максимальних витрат води водопілля – від 0,50 до 0,92 (табл. 6.4).

Значення показника якості методики прогнозу S дат проходження весняних водопіль на річках розглядуваної території, дані по яких використовувалися при розробці методики прогнозу, а також забезпеченість допустимої похибки $P\%$ змінюється в межах (дод. П, табл. П.1):

- для дат початку водопілля $D_e - S = 4-13$ д, $P = 93-52\%$;
- для дат максимальних витрат води $D_{Q_m} - S = 4-16$ д, $P = 85-28\%$.

Одержані значення критеріїв якості методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля дозволяють прогнозувати їх у вигляді консультацій.

Оцінка оперативних прогнозів дат початку (D'_e) і максимальних витрат води (D'_{Q_m}) поточному році здійснюється шляхом розрахунку похибки прогнозу (δ , діб) відносно фактично спостережених дат, як

$$\delta D'_e = D_e - D'_e; \quad (6.24)$$

$$\delta D'_{Q_m} = D_{Q_m} - D'_{Q_m}. \quad (6.25)$$

При цьому прогноз вважається виправданим, якщо похибка прогнозу дат менша або дорівнює допустимій ($\delta_{don} = 6$ діб).

Методика прогнозування строків початку і проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля в конкретному році реалізується за допомогою комп'ютерної програми, яка дозволяє також складати прогнози строків початку весняного водопілля і проходження максимальних витрат (рівнів) води.

Використовуючи регіональну методику прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води на річках басейну Дніпра були складені оперативні прогнози строків початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. Схема випуску та автоматизації складання прогнозів описана в наступному розділі.

6.7 Автоматизація випуску прогнозу і сучасне картографічне представлення строків проходження весняного водопілля річок

6.7.1 Комп'ютерна програма для оперативного прогнозування строків проходження весняного водопілля річок басейну р. Дніпро у вигляді автоматизованого модуля

Для автоматизації процесу випуску прогнозів характерних дат весняного водопілля в басейні Дніпра застосовується та ж комп'ютерна технологія, що й для випуску прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води. Дана технологія та схема її застосування для випуску прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра наведена в пп. 5.3.1, 5.3.2, 5.3.4, 5.3.5 даного дослідження і в роботах [18], [48].

Схема складання прогнозу строків початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води в басейні Дніпра представлена в [53], [54] і, на прикладі весняного водопілля 2017-2018 року, приводиться нижче.

Для складання оперативного прогнозу строків проходження весняного водопілля має бути сформована вихідна інформація – базова та оперативна. До базової інформації для даного виду прогнозів відноситься:

- площа водозбору;
- географічна широта геометричного центру тяжіння водозбору;
- наявність метеостанцій на водозборі.

Зазначені елементи базової інформації наведені у дод. Б (табл. Б.2) і дод. Л (табл. Л.1).

Оперативна гідрометеорологічна інформація поточного року включає метеорологічні характеристики водопілля, що входять до рівнянь прогнозної схеми дат проходження весняного водопілля. До них відносяться:

- дані снігозйомок для визначення дати максимальних снігозапасів в басейнах річок лівобережної України;
- середньодекадна температура повітря (за синоптичним прогнозом) по метеостанції, яка розташована в центрі тяжіння водозбору;
- дані спостережень за рівнями та витратами води на гідрологічних постах.

Схема прогнозування строків початку весняних водопіль Одночасно зі збором необхідної гідрометеорологічної інформації виконується її аналіз і розглядаються умови формування весняного водопілля в поточному році. Для періоду зима-весна 2017-2018 рр. такий аналіз приведений у п. 5.3.3. Складання оперативного прогнозу дат початку водопілля включає наступні етапи:

а) встановлення дати максимальних снігозапасів. За даними снігомірних зйомок визначаються середні на водозборах дати максимальних снігозапасів D_{S_m} . У зимово-весняний період 2017-2018 рр. було встановлено, що дати накопичення максимальних снігозапасів на території басейну Дніпра змінювались в широких межах: від 28 лютого – 5 березня в басейнах річок Нижнього Дніпра до 21-31 березня в суббасейні Десни і басейнах річок лівобережжя Середнього Дніпра, тому дати складання прогнозу строків початку весняного водопілля в басейні Дніпра в 2018 році були прийняті в різні строки – від 5 до 31 березня, в залежності від дат накопичення максимальних снігозапасів у суббасейнах або їх частинах;

б) вибір декади, наступної після дати D_{S_m} . На основі встановленої дати формування максимальних снігозапасів приймається декада, наступна після цієї дати. В 2018 році, для уточнення прогнозу, якщо дата максимальних снігозапасів

припадала на середину декади, в розрахунок приймалася друга пентада поточної декади (після настання D_{S_m}) і перша пентада наступної декади;

в) визначення середньодекадної температури повітря θ_1 °C за декаду, що є наступної після дати D_{S_m} . Дана характеристика розраховується як середня на водозборі або для метеостанцій, що розташовані близько до геометричних центрів басейнів (за метеопрогнозом температури повітря на 10 діб);

г) розрахунок тривалості водовіддачі снігу t'_e . Визначення параметру t'_e здійснюється в комп'ютерній програмі за формулою (6.15) при очікуваній температурі повітря θ_1 °C до 3,5-5,5 °C;

д) визначення дат початку весняного водопілля. Прогнозування дат початку водопілля у поточному році здійснюється за схемою (6.4) і виконується за допомогою комп'ютерної програми. Завчасність прогнозів цих дат визначається величиною t'_e , тобто дорівнює очікуваному періоду від дати прогнозу D_{S_m} до дати початку водопілля D'_e .

Схема прогнозування строків проходження максимальних витрат (рівнів) води весняних водопіль Прогнозування дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля в кожному році може відбуватися у двох варіантах, теоретичне обґрунтування яких представлено в пп. 6.2.2 і 6.4. Оперативне складання прогнозів строків водопілля здійснюється наступним чином.

Перший варіант – прогноз строків проходження максимальних витрат води весняного водопілля у поточному році складається в спостережену дату початку водопілля D_e . Даний варіант прогнозу, який використовувався при складанні прогнозів строків проходження водопілля 2017-2018 р., включає такі етапи:

а) визначення дати початку водопілля D_e . Для кожного гідрологічного поста така дата отримується за даними спостережень за рівнями та витратами води, представленими в АРМ-гідро. Дати початку весняного водопілля в басейні Дніпра, у зв'язку з різними метеорологічними умовами формування водопілля 2017-2018 р. в різних районах басейну, змінювались, як і дати максимальних

снігозапасів, у широких межах: на більшості річок суббасейну Нижнього Дніпра вони відмічались 7-11 березня (проте в низов'ях великих річок лівобережжя Нижнього Дніпра – 18-28 березня), в суббасейнах Прип'яті і правих приток Середнього Дніпра – від 7 до 19 березня, при цьому на більшості річок – 9-11 березня, а в басейнах Десни і лівих приток Середнього Дніпра – від 25 березня до 2 квітня, але переважно 30 березня – 2 квітня;

б) вибір декади наступної після дати D_e . Для кожного гідрологічного поста, в залежності від дати початку водопілля на ньому, обирається декада, наступна після дати D_e . Оскільки дати початку повені на річках даної території в поточному році досить розтягнуті в часі, обрані декади для визначення температури θ_2 °С для різних басейнів змінюються від другої декади березня (для басейну р. Інгулець – від другої пентади першої декади березня) до першої декади квітня (в суббасейні Десни і на лівобережжі Середнього Дніпра);

в) визначення середньодекадної температури повітря θ_2 °С за декаду, що є наступної після дати початку водопілля D_e . Розраховується дана характеристика як середня на водозборі або для метеостанцій, що розташовані близько до геометричних центрів водозборів (використовуючи метеорологічний прогноз температури повітря на 10 діб);

г) розрахунок тривалості підйому весняного водопілля t'_n . Визначення величини t'_n ведеться за схемою (6.20) при очікуваній температурі повітря θ_2 до 7,0-10,0 °С.

д) встановлення дати проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля. Прогнозування дати проходження максимальних витрат води здійснюється за схемою (6.8), описаною в п. 6.2.2. Завчасність прогнозів цих дат визначається величиною t'_n , тобто дорівнює періоду від дати прогнозу D_e до очікуваної дати максимальної витрати води водопілля D'_{Qm} .

Другий варіант – прогноз строків проходження максимальних витрат води весняного водопілля складається в дату накопичення максимальних снігозапасів

D_{S_m} . Схема прогнозу при цьому залишається такою ж, як і в першому варіанті, але в формулах для прогнозу D_{Qm} спостережена дата початку водопілля D_v замінюється на прогнозну дату D'_v , отриману за схемою (6.4). При цьому прогноз дат настання максимальних витрат води виконується за рівнянням (6.9).

Завчасність прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля, складених за другим варіантом, тобто в дату настання максимальних снігозапасів, дещо більша (дорівнює періоду від D_{S_m} до D'_{Qm}), але їх точність зазвичай нижча.

Визначення забезпеченостей прогнозних строків водопіль Як вказувалося у пп. 6.2.2 і 6.5, важливим є питання встановлення забезпеченості або ймовірності $P\%$ перевищення прогнозних дат початку та настання максимальних витрат чи рівнів води у багаторічному розрізі, так як ймовірність служить мірою оцінки достовірності появи того або іншого значення розглядуваної характеристики або явища.

Встановлення ймовірності $P\%$ здійснюється по емпіричних кривих забезпеченостей цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища). Після визначення за представленою методикою прогнозних дат початку або настання максимальних витрат води водопілля, по ним, як по кількості діб від 31.01, проводиться встановлення ймовірності $P\%$ для кожного пункту. Отримані величини забезпеченості представляються (разом з прогнозними датами), в табличній формі.

6.7.2 Форма представлення прогнозних строків проходження весняного водопілля

6.7.2.1 Таблична форма представлення строків проходження весняного водопілля в басейні Дніпра

У таблицях приводяться очікувані строки проходження водопілля, отримані за методикою прогнозу, забезпеченості їх настання в багаторічному періоді, відхилення очікуваних строків від середньобагаторічних дат, які визначаються за формулами (6.10) і (6.11), а також інтервал строків D'_g і D'_{Qm} з урахуванням допустимої похибки δ_{don} прогнозів цих дат.

Прогноз строків початку весняного водопілля на річках басейну Дніпра 2017-2018 р. приведено у дод. Р (табл. Р.1). Аналіз представлених прогнозних даних показує, що відхилення очікуваних строків початку водопілля від багаторічних дат мають позитивні значення, тобто початок водопілля 2017-2018р. на всій території очікується пізніше середніх строків. При цьому в суббасейні Прип'яті, на правобережжі суббасейну Середнього Дніпра і на більшій частині суббасейну Нижнього Дніпра початок водопілля згідно з прогнозом передбачається 8-17 березня, що пізніше середніх багаторічних строків по території на 8-18 днів. В суббасейні Десни, на лівобережжі Середнього Дніпра і в північній частині суббасейну Нижнього Дніпра (р. Оріль) початок водопілля очікується в більш пізні строки – з 28 березня по 3 квітня, причому відхилення від середньобагаторічних дат початку водопілля в басейнах Десни і Нижнього Дніпра (крім р. Оріль) складають в середньому 17 днів, а на лівобережжі Середнього Дніпра і в басейні р. Оріль від 19 до 28 днів (в середньому 23 дні). З урахуванням допустимої похибки прогнозу інтервал очікуваних строків початку водопілля в 2018 році для всієї правобережної частини території і лівобережжя Нижнього Дніпра (крім басейну Орелі) – перша декада березня – друга, початок третьої декади березня; для басейну Десни, лівобережжя Середнього Дніпра і басейну р. Оріль – третя декада березня – перша декада квітня. Забезпеченість прогнозних

дат D_e для річок басейну Дніпра змінюється від 2-8 % в басейнах річок Псел, Ворскла і в верхів'ях Сейму до 42-44 % в верхів'ях Прип'яті, тобто, загалом, збільшення забезпеченості прогнозних дат спостерігається зі сходу на захід території.

Завчасність прогнозів дат початку водопілля 2017-2018 р. змінюється в басейні Дніпра від 0 до 19 діб при середньому значенні 9 діб (найменша завчасність в басейнах Десни і лівобережжя Середнього Дніпра – в середньому 6 діб; в басейні Нижнього Дніпра – 9 діб, в басейні Прип'яті і правих приток Середнього Дніпра – 12 діб).

Прогноз дат максимальних витрат води водопілля 2017-2018 р. складався в спостережену дату початку водопілля D_e . Очікувані строки проходження максимальних витрат води представлені в табл. 6.6 Для даних прогнозів, як і для прогнозу початку водопілля, характерно відхилення очікуваних строків максимальних витрат води від середньобаторічних в пізню сторону на більшості річок території. В суббасейнах Прип'яті, Десни і Середнього Дніпра таке відхилення може складати від 5 до 17 діб, а в суббасейні Нижнього Дніпра – від 12 до 23 діб. Винятком є лише верхів'я р. Прип'ять, а також низов'я рр. Десна, Сейм, Сула і Псел, де строки проходження максимальних витрат (рівнів) води за прогнозом очікувались близькими до норми. Таким чином, за прогнозом, складеним в дату початку водопілля, проходження максимальних витрат (рівнів) води в період весняного водопілля 2017-2018 р. на річках суббасейнів Прип'яті, правобережної частини суббасейну Середнього Дніпра і в суббасейні Нижнього Дніпра очікувалось в третій декаді березня – на початку квітня при забезпеченості прогнозних дат від 16 % до 60 %, а на річках суббасейну Десни і лівобережної частини Середнього Дніпра – в першій-другій декадах квітня при забезпеченості прогнозних дат від 20 % до 66 %.

Завчасність прогнозу дат максимальних витрат води весняного водопілля в 2018 р. складала від 5 діб до 38 діб при середньому значенні по території 15 діб.

6.7.2.2 Сучасне картографічне представлення прогностичних дат весняного водопілля річок

Разом з табличною формою представлення прогнозів строків водопілля запропонована методика передбачає також картографічне представлення оперативних прогнозів [42] - [45], [47], [54], що є зручним інструментом обробки і аналізу даних. При цьому очікувані дати відносяться до гідрологічних створів річок і проводяться ізолінії зміни цих дат по території.

Картографічна форма представлення прогнозів включає:

- карта-схеми очікуваних дат початку весняного водопілля шляхом віднесення прогнозних дат D'_v до гідрологічних постів річок території. (рис. 6.8).

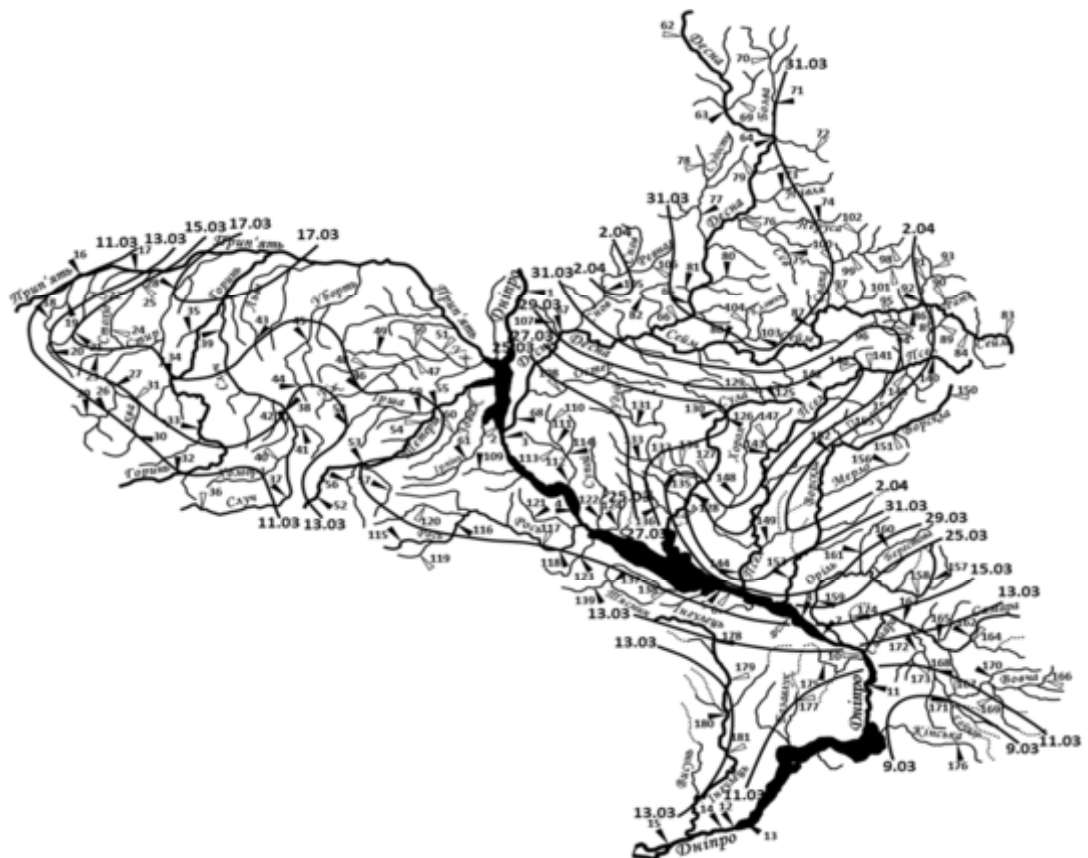


Рисунок 6.8 – Розподіл прогнозних дат початку весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра (дата випуску прогнозу D_{S_m})

Згідно з прогнозом початок весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра очікувався досить розтягнутим в часі – від кінця першої декади березня до початку квітня, при цьому найбільш ранній підйом (9-15 березня) передбачався на півдні, південному заході території і вздовж всієї західної границі басейну Дніпра. Поступовий зсув дат початку водопілля до більш пізніх строків очікувався у східному і північному напрямках, тому найбільш пізні строки початку підйому рівнів (31 березня - 2 квітня) прогнозувалися на річках північної й східної частин суббасейну Десни, а також на сході суббасейну Середнього Дніпра;

- карта-схеми забезпеченості прогнозних дат початку весняного водопілля $P\%$ у багаторічному розрізі. Розподіл забезпеченостей очікуваних дат початку водопілля 2017-2018 р. по території приведений на рис. 6.9.

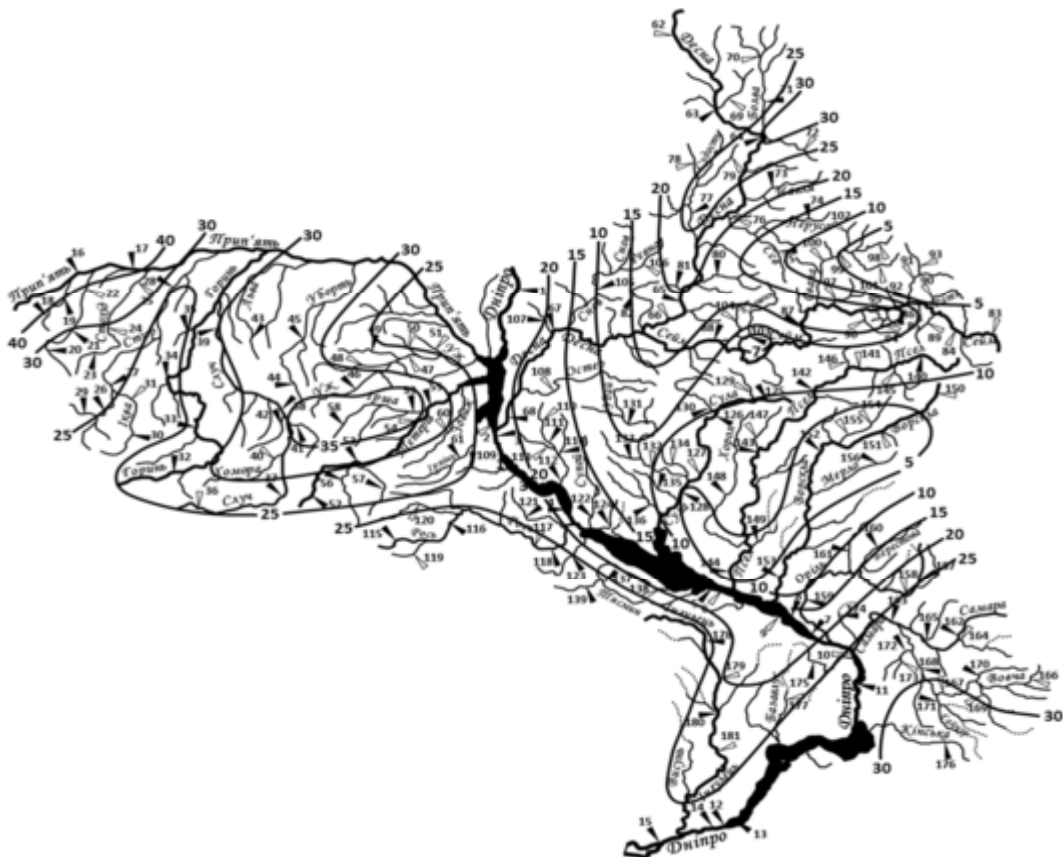


Рисунок 6.9 – Розподіл забезпеченостей прогнозних дат початку весняного водопілля 2017-2018 року ($P\%$) в басейні Дніпра (дата випуску прогнозу D_{S_m})

Як видно з рисунку, забезпеченість прогнозних дат в поточному році зменшується в основному з заходу території, де вона складає 30-40 %, на схід, де в басейнах річок верхов'їв Сейму, лівобережжя Середнього Дніпра, а також в басейні р. Оріль її значення найменші – 5-10 %. Слід відмітити, що на загальному фоні зменшення забезпеченості прогнозних дат із заходу на схід, спостерігається також зменшення її значень від 25-30 % на півночі і на півдні лівобережжя Дніпра до 5-10 % у зазначених вище районах з мінімальними величинами забезпеченості.

- карта-схеми забезпеченостей ($P\%$) прогнозних дат максимальних витрат води весняного водопілля шляхом віднесення цієї характеристики до гідрологічних постів річок.

Прогнозні дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля D'_{Q_m} залежать від розмірів водозборів, тому не можуть бути картовані. У прогнозному варіанті вони встановлюються за (6.8) або (6.9), тобто по даті початку водопілля (спостереженій або прогнозній) і тривалості підйому водопілля, що прогнозується за регіональною залежністю (6.7) з використанням очікуваної середньодекадної температури повітря.

6.7.3 Оцінка прогнозів дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля

Оцінювання прогнозів характерних дат весняного водопілля поточного року автоматизовано і проводиться за допомогою комп'ютерної програми, яка використовується для складання оперативних прогнозів (п. 5.3.1 і п.6.7.1)

Допустима похибка при короткострокових прогнозах дат настання весняних процесів береться в залежності від їх завчасності [49], [50]. Але в методиках прогнозу дат гідрологічних явищ, що базуються на використанні очікуваних за метеорологічним прогнозом температури повітря навесні, допустима похибка приймається рівною 6 діб. В такому разі справджуваність ($P\%$) перевірних за

методикою прогнозів дат початку водопілля 2017-2018 р. становила 100 %, при цьому 36 % справджуваних прогнозів виявились відмінними ($\delta/\delta_{don} < 0,3$), 23 % – добрими ($0,3 \leq \delta/\delta_{don} \leq 0,6$) і 40 % – задовільними ($\delta/\delta_{don} > 0,6$) (дод. С, табл. С.1).

Справджуваність прогнозів дат проходження максимальних витрат води склала лише 38 % (дод. С, табл. С.2). З числа прогнозів, що справилися, 17 % - відмінні, 34 % - добрі і 50 % - задовільні. Низька справджуваність прогнозів строків настання максимальних витрат весняного водопілля 2017-2018 р. може бути пояснена складними умовами формування водопілля в даному році. Так, розтягнутий у часі підйом рівнів на річках західної частини суббасейну Прип'яті пов'язаний з нестабільністю метеорологічних умов весною 2018 р. Після значного потепління з середини першої по середину другої декади березня на цій території спостерігалось повернення холодної погоди (до 12-14 градусів морозу), яке продовжувалося по 23 березня, а в нічні часи – по 26 березня. В результаті спостережені дати максимумів водопілля виявились значно пізнішими за прогнозні. Повернення холодів відмічалось й на правобережній частині суббасейну Середнього Дніпра, але тут максимальні витрати встигли сформуватися до настання холодів, і похибки прогнозів вийшли з протилежним знаком. Найбільші похибки прогнозів строків настання максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля вийшли для низов'їв великих річок суббасейну Десни і лівобережжя суббасейну Середнього Дніпра (рр. Десна, Сейм, Псел, Ворскла). На даній території відмічалася пізня, затяжна весна, пізнє формування максимальних снігозапасів (20-31 березня), які складали 1,2 – 1,6 їх норми, що, з урахуванням великої площі басейнів, спричинило пізнє формування максимумів водопілля на великих річках.

7 АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА ЗА БАГАТОРІЧНИЙ ПЕРІОД СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ. ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

7.1 Аналітичний огляд сучасної наукової літератури в галузі досліджень гіdroхімічного режиму рівнинних річок та оцінки якості води

7.1.1 Аналіз сучасної наукової літератури в галузі досліджень гіdroхімічного режиму річок басейну Дніпра

Проблема гіdroхімічного і екологічного стану водноресурсного потенціалу залишається до сьогодні актуальною для всіх регіонів України. Практично всі поверхневі і значна частина підземних водних ресурсів, особливо в районах розміщення потужних промислових та сільськогосподарських комплексів, відчувають сильний антропогенний вплив, що проявляється у забрудненні, виснаженні й деградації цих об'єктів. Значні об'єми використання води в економічній діяльності, зростання скидів забруднених вод у поверхневі водойми – основні чинники антропогенного навантаження на поверхневі водні ресурси [1].

Господарська діяльність має значний вплив і на води р. Дніпро, яка є основним джерелом водопостачання великих промислових центрів України.

Дніпро – одна з найбільших річок Європи. Водозбір Дніпра оцінюють величиною 504 тис. км² [1]. Басейн розташований у межах трьох країн – Росії, Білорусії та України, де знаходиться 58 % його території та охоплює 48 % території держави [2].

Дніпро зазвичай поділяють на три частини [1]: Верхній Дніпро – від витoku до м. Київ; Середній Дніпро – від м. Київ до м. Запоріжжя і Нижній Дніпро – від м. Запоріжжя до гирла.

В межах районування території України згідно вимог Водної Рамкової Директиви (Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики) [3], авторами [4] було виділено 4 суббасейни в басейні р. Дніпро

(в межах України) – Прип'яті, Десни, Середнього Дніпра та Нижнього Дніпра. На даний час згідно з Наказом від 03.03.2017 №103 «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок» [5] територія Дніпра поділяється на 5 частин, включаючи, крім перелічених, суббасейн Верхнього Дніпра (р. Дніпро від державного кордону до початку Київського водосховища (включаючи р. Сож у межах України)).

Визначення гідрохімічних характеристик вод річки Дніпро є важливою прикладною задачею, яка поставлена загальнодержавною програмою [6] по екологічному оздоровленню Дніпра, і спрямована на розроблення системи заходів та механізмів їх впровадження з метою екологічного відродження річки Дніпро та її приток.

Крім того, згідно з вимогами законодавчої бази Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС відносно Плану управління річковим басейном Дніпра (в межах України) [3] щодо забезпечення досягнення поверхневими водними об'єктами доброго екологічного та хімічного стану, необхідним є аналіз гідрохімічного режиму річок басейну для виконання дій, спрямованих на покращення гідроекологічної ситуації в басейні.

Гідрохімічний режим річок формується під впливом природних умов та господарської діяльності на водозборі, проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води тощо [7]. З іншого боку, географічні особливості природних умов формування гідрохімічного режиму річок та антропогенне навантаження в межах басейну Дніпра мають значний вплив на його трансформацію, на значні зміни в кількісному та якісному стані поверхневих вод. Останні призводять до втрати водними екосистемами їх відновлювальної та очисної спроможності, обмежень при використанні водних ресурсів.

Отже питання дослідження динаміки багаторічних змін мінералізації та вмісту головних іонів в річкових водах басейну Дніпра (в межах України) залишається нагальним та актуальним.

Загальні основи вивчення хімічного складу річкових вод на території колишнього СРСР заклав О.О. Алексін у 50-х роках ХХ ст. В роботі «Основы гидрохимии» [8] ним показана єдність хімічних процесів, що протікають в усіх природних водах, та їхня системна обумовленість складним комплексом природних та антропогенних факторів.

Починаючи з 50-60-х років ХХ ст. в Україні розвивалася наукова школа гідрохімічних досліджень в Інституті гідробіології НАН України. В 1979 р. була опублікована монографія О.І. Денисової, присвячена формуванню гідрохімічного режиму дніпровських водосховищ [9], пізніше колективна монографія з гідролого-гідрохімічною тематикою по Дніпру і його водосховищах [10].

У 70-і роки ХХ ст. зародилася гідрохімічна школа в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. В 1975 р. В.І. Пелешенко в роботі, присвяченій оцінці взаємозв'язку хімічного складу різних типів природних вод, застосовував ландшафтно-генетичний метод для гідрохімічного вивчення території України, запропонував районування гідрохімічних показників на основі фізико-географічних областей [11], з колегами розробив методи гідрохімічного картографування природних вод України [12]. В 1995 р. опубліковано фундаментальне узагальнення Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка, В.К. Хільчевського «Гідрохімія України», в якому наведено характеристику хімічного складу атмосферних опадів, поверхневих вод (річки, озера, водосховища і ставки), підземних і морських вод (Чорне та Азовське моря) [13]. Відповідно, розгорнуту характеристику наведено по басейну Дніпра.

Значна увага приділялася як вивченню сумарного антропогенного впливу на хімічний склад річкових вод басейну Дніпра [14], так і диференційованій оцінці впливу окремих його видів. Так, В.К. Хільчевським у 1995-1996 роках у роботах, присвячених вивченню ролі агрохімічних засобів у формуванні якості річкових вод басейну Дніпра, було закладено основи агрогідрохімічного напрямку досліджень [15] - [17]. Ним було розроблено й застосовано геосистемно-гідрохімічний метод для вивчення хімічного складу і стоку різних типів природних вод, виносу сполук азоту, фосфору і пестицидів з елементарних

водозборів воднобалансових станцій у різних природних зонах. Актуальність цих досліджень підтверджується й сьогодні необхідністю реалізації у сфері охорони вод в Україні положень так званої «нітратної» директиви Європейського Союзу. Крім того, у 2003 р. вченим було розроблено класифікацію природних вод за мінералізацією, г/дм³: помірно прісні – 0,1-0,6; прісні з підвищеною мінералізацією – 0,6-1,0; слабосолоні – 1,0-3,0; середньосолоні – 3,0-15,0; солоні – 15-35; сильно солоні – 35-50; розсоли – > 50 [18].

Під керівництвом В.К. Хільчевського у 2000-і роки представники гіdroхімічної школи Київського університету (М.І. Ромась, В.М. Савицький, С.М. Курило, І.М. Ромась, О.В. Чунарьов, Р.Л. Кравчинський та ін.) розвивали дослідження з гіdroхімії регіональних басейнових систем, серед яких чільне місце займав як басейн Дніпра в цілому, так і басейни окремих його притоків. Було досліджено закономірності просторового і часового розподілу гіdroлого-гіdroхімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) та виконано районування за цими показниками [19]. Також окремі монографічні роботи вийшли по гіdroхімії правобережних притоків Дніпра – басейнах Росі [20], [21], Горині [22], Інгульця [23], а також лівобережних притоків (басейнах Сули, Псла, Ворскли) [24]. Отримані матеріали були використані при написанні сучасного підручника «Основи гіdroхімії» [7]. Також розроблялися питання оцінки якості річкових вод басейну Дніпра [25], багаторічної трансформації хімічного складу його вод [26].

Питаннями дослідження гіdroхімічних систем, які стосувалися і басейну Дніпра, займався С.І. Сніжко [27], [28].

Серед сучасних публікацій слід відзначити роботу В.К. Хільчевського, С.М. Курила та Н.П. Шерстюк по гіdroхімії різних типів природних вод України, в якій автори характеризують і басейн Дніпра [29]. Зокрема, автори зазначають, що для хімічного складу води малих і середніх річок України спостерігається гіdroхімічна зональність при збільшенні мінералізації річкових вод у напрямку з північного заходу (від 200 - 300 мг/дм³) на південний схід території країни (до 1500 - 3000 мг/дм³ і більше). Склад вод змінюється в тому ж напрямку від

гідрокарбонатного кальцієвого до хлоридного натрієвого. У хімічному ж складі підземних вод на території України встановлена вертикальна гідрохімічна зональність.

Починаючи з 90-х років XX ст. гідрохімічні дослідження отримали свій розвиток в Українському гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України (УкрГМІ). В.І. Осадчий з колегами поглибили уявлення про процеси формування хімічного складу поверхневих вод, про закономірності гідрохімічного режиму річок, зокрема і в басейні Дніпра [7], [30], [31]. У наш час вчені УкрГМІ значну увагу приділяють дослідженню ресурсів та якості поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін [32].

Дослідження з гідрохімії водних об'єктів територій, які особливо відчують антропогенний тиск, виконуються на кафедрі гідрометеорології та геоекології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Так, у монографії Н.П. Шерстюк та В.К. Хільчевського [33] охарактеризовано особливості хімічного складу води у водоймах-хвостосховищах, ставках-накопичувачах шахтних вод, ставках Кривбасу та у річках Саксагань та Інгулець.

Дослідження гідрохімічного режиму та оцінка якості поверхневих вод окремих водних об'єктів басейну Дніпра виконувалися вченими Одеського державного екологічного університету. Так, Н.С. Лобода та В.В. Пилип'юк [34]-[37] описали динаміку хімічного складу води річок Псел і Ворскла по довжині та надали оцінку її якості по рівню використання вод у транскордонній зоні «Росія-Україна». У статті [38] І.О. Шахман та Н.С. Лободи наведено результати оцінки якості води за гідрохімічними показниками у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за період спостереження 2001–2014 рр. на основі сучасних розрахункових методик. Установлено, що води за якісними показниками переважно «брудні», «дуже брудні» або «катастрофічно брудні», екологічний стан річки охарактеризований як екологічний регрес.

Аналіз гідрохімічних показників та оцінка якості річкових вод здійснено в роботах М.Є. Даус [39] – у басейні річки Прип'ять; М.Є. Даус, Н.С. Лобода,

Ю.Л. Дичеренко [40], М.Є. Даус, Д.В. Лужанська [41] – у басейні річки Десна. М.Є. Даус, Н.В. Кликач оцінили якість води у басейні р. Сула у роки різної водності [42], показано, що у багатоводні роки якість води покращується.

7.1.2 Критерії та категорії оцінки якості води

Наявні сучасні методики оцінки якості води зводяться до аналізу відповідності фактичних значень параметрів води гранично допустимим (ГДК). Але кількість параметрів, що регламентуються, досить велика, тому виникає необхідність узагальнення інформації про екологічний стан поверхневих вод на базі використання комплексних показників.

До комплексних показників відносять *ІЗВ*, *КІЗ*, *КПЕС*, узагальнений екологічний індекс I_E , і такі гідробіологічні показники як трофічність, сапробність та інші.

Для оцінки якості води поверхневих водойм використовують індекс забруднення води (*ІЗВ*) [44] - [46].

Кількість показників, які беруться для розрахунку *ІЗВ*, дорівнює шести й охоплює розчинений кисень (O_2), біохімічне споживання кисню ($БСК_5$), амоній (NH_4^+), нітрити (NO_2^-), нафтопродукти (НП), феноли (C_6H_5OH). На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках *ІЗВ* береться співвідношення норматив ($ГДК_i$)/реальна концентрація (C_i). Розрахунок *ІЗВ* здійснюється за формулою

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (7.1)$$

Де $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація хімічного компонента;

C_i – фактична концентрація хімічного компонента; b – кількість інгредієнтів.

Для того, щоб порівняти якість вод у різних створах, визначити їх динаміку, використовують як критерії класи якості води (табл. 7.1).

До I класу належать води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Значення їх показників забруднення води (*ІЗВ*) близькі до природних значень даного регіону.

Таблиця 7.1 – Критерії оцінки якості вод за *ІЗВ* для поверхневих вод

Клас якості вод	Текстовий опис	Величина <i>ІЗВ</i>
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	$> 0,3 - 1,0$
III	Помірно забруднена	$> 1,0 - 2,5$
IV	Забруднена	$> 2,5 - 4,0$
V	Брудна	$> 4,0 - 6,0$
VI	Дуже брудна	$> 6,0 - 10,0$
VII	Надзвичайно брудна	$> 10,0$

Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. До III класу належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Води IV–VII класів відносять до вод із порушеними екологічними параметрами.

Модифікований *ІЗВ* [44] - [46] розраховується теж за шістьма показниками: біохімічне споживання кисню (*БСК₅*) та розчинений кисень (*O₂*) є обов'язковими, а інші чотири показники беруть за найбільшим відношенням до ГДК з переліку: SO_4^{2-} , Cl^- , ХСК, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $Fe_{заг}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , нафтопродукти (НП), синтетичні поверхневі активні речовини (*СПАР*).

Для узагальненої оцінки стану поверхневих вод і для виявлення можливих тенденцій у зміні їх якості здійснюється оцінка рівня забрудненості за коефіцієнтом забруднення.

Коефіцієнт забрудненості (КЗ) [47], [50] є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно за низкою показників якості води, які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів. Значення КЗ розраховуються за формулами:

$$\gamma = 0,1 \sum_{i=1}^{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} \right); \quad (7.2)$$

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} \frac{C_{ijn}}{ГДК_i} \leftrightarrow, \text{ якщо } ГДК_i \text{ порушено } (C_{ijn} > ГДК_i) \\ 1, \text{ якщо } ГДК_i \text{ задовольняє } (C_{ijn} \leq ГДК_i) \end{cases}, \quad (7.3)$$

де i , 10 – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників;

j , J - порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) спостережень;

n , N_{ij} - порядковий номер і загальна кількість вимірювань i -го показника в j -му пункті (створі) за період часу, що аналізують (квартал, рік, тощо);

N_i - загальна кількість вимірювань i -го показника в усіх пунктах (створах) спостережень;

γ_{ijn} - кратність перевищення ГДК при n -му вимірюванні i -го показника у j -му пункті (створі) спостережень.

Отримані числові значення КЗ дозволяють оцінити стан води за рівнями забрудненості відповідно до табл.7.2.

Таблиця 7.2 – Показники забрудненості вод за коефіцієнтом забрудненості

Значення КЗ	1	1,01-2,50	2,51-5,00	5,01-10,0	Більше 10
Рівень забрудненості	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

У діяльності установ Державної гідрометслужби та Державного агентства водних ресурсів України застосовується методика оцінки якості води Гідрохімічного інституту. Відповідно до цієї методики, оцінка на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) [44], [48], [49] починається з визначення умовного коефіцієнта комплексності, що розраховується за формулою:

$$K \% = (m'/m) \cdot 100\%, \quad (7.4)$$

де m' - кількість речовин, вміст яких перевищує ГДК;

m - загальна кількість нормативних інгредієнтів, обумовлених програмою досліджень.

При $K < 10\%$ проводиться обстеження по конкретних забруднювальних речовинах. Визначаються максимальні концентрації і забезпеченість перевищень ГДК (1, 10, 100 ГДК).

При оцінюванні якості води за (КІЗ) проводиться триступенева класифікація. Встановлення міри стійкості забруднення (повторюваності $P, \%$ випадків перевищення ГДК) є першою сходинкою класифікації.

Друга сходинка класифікації ґрунтується на встановленні рівня забруднення, мірою якого є кратність K перевищення ГДК.

При визначенні першого і другого ступенів класифікації води за кожним із інгредієнтів розраховують узагальнені оцінки якості води, а потім третьої сходинки класифікації (заклучного) КІЗ розраховується шляхом складання узагальнених оціночних балів S_i за всіма n показниками

Метод інтегральної оцінки якості води передбачає визначення коефіцієнту забруднення χ за формулою [48], [49]:

$$\chi = \sum [(N_i / C_{i.d.}) \phi(i)] / \sum \phi(i) \quad (7.5)$$

де N_i – значення показника забрудненості;

i – номер показника забрудненості в ранговій послідовності з m показників;

$C_{i.d.}$ – норматив (ГДК) показника;

$\phi(i) = i/2^{i-1}$ – вагова функція;

$\sum \phi(i)$ – приведена кількість показників.

Як основні беруться такі показники забрудненості з відповідною ранговою послідовністю (i): BCK_5 ($i = 1$); NH_4^+ ($i = 2$); нафтопродукти ($i = 3$); O_2 ($i = 4$).

Метод біологічної індикації (біоіндикації) – це метод оцінки якості води за видовим складом гідробіонтів, дає можливість здійснювати пряму оцінку стану біоти, яка зазнає шкідливого впливу від забруднення водного середовища. В екології найчастіше використовують індекси Глісона, Маргалефа, Симпсона, Фішера, Корбета, Вільямса, Шеннона та інші.

Метод біологічного тестування (біотестування) – це метод оцінки шкідливого впливу певного токсиканта або компонентів водного середовища шляхом реєстрації змін біологічних показників піддослідних організмів (тест-об'єктів). Принцип біотестування полягає в тому, що в експериментальних умовах вивчають реакцію організмів на певний токсикант, забруднену або природну воду і порівнюють її з контролем, який не підлягає дії токсиканта.

7.1.3 Метод екологічної оцінки якості води

Аналіз якості води для річок басейну Дніпра в межах України проводився за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [51].

Методика розроблена відповідно до статті 20 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [52] та згідно з вимогами статей 35 і 37 «Водного кодексу України» [53], щодо розробки нормативних

документів в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів, з урахуванням вимог «Директив Європейського Союзу про поетапне застосування санітарних, екологічних, ветеринарних і фіто-санітарних норм», а також відповідних європейських і міжнародних стандартів. Проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод дає інформацію про воду, як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів та важливу частину природного середовища людини. Крім того, вона враховує сучасний стан водного об'єкта і екосистеми, дозволяє з'ясувати тенденції змін якості поверхневих вод в часі і просторі, слугує основою для визначення впливу антропогенного навантаження та ефективності водоохоронних заходів [54].

Методика екологічної оцінки включає три спеціалізованих блоки: 1) за критерієм сольового складу; 2) за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями; 3) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної і радіаційної дії. Обчислення екологічної оцінки виконується в декілька етапів.

Вихідні дані про якість води за окремими показниками групуються в межах трьох зазначених блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані (вибірки) піддаються певній обробці: обчислюються середньоарифметичні значення, визначаються мінімальні та максимальні (найгірші) значення, які всі разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання і аналізу результатів спостережень [51].

Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу: з'ясуванню природних чи антропогенних причин, які могли спричинити їх появу. Після такого аналізу приймаються рішення про використання чи вилучення екстремальних значень певних показників якості води.

На етапі визначення класів та категорій якості води відбувається зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими

показниками в межах відповідних блоків.

Узагальнення отриманих показників полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної і радіаційної дій (I_3). Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їх приналежність до певного класу та категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації.

Заключним етапом являється визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок і полягає в обчисленні інтегрального або екологічного індексу I_E . Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування і опрацювання водоохоронної діяльності, здійснення екологічного і еколого-економічного районування, екологічного картографування тощо [51]. Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою (7.6):

$$I_E = \{I_1 + I_2 + I_3\} / 3, \quad (7.6)$$

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо.

Сольовий склад поверхневих вод суші та естуаріїв оцінюється за сумою іонів та окремими інгредієнтами. При групуванні даних у просторі і часі оцінка дається за середніми і максимальними (найгіршими) значеннями показників. Клас води визначається за переважаючими аніонами (Cl^- ; SO_4^{2-} ; HCO_3^-), група – за переважаючими катіонами (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; $Na^+ + K^+$), тип води визначається за співвідношеннями між іонами (в еквівалентах):

Екологічна оцінка якості вод за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями виконується на основі середніх та найгірших значень

кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, бактеріологічних показників, а також індексів сапробності. Для цього блоку бажана узагальнена оцінка, оскільки більшість показників є взаємопов'язаними і в кінцевому підсумку вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності вод.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії виконується за кожним показником окремо. Для даних, згрупованих у часі й просторі, оцінка дається за середнім та найгіршим значеннями кожного з показників.

Сучасність методики екологічної оцінки полягає в тому, що комплекс екологічних класифікацій якості поверхневих вод має гнучку систему ранжування критеріїв якості води [54]. Якість води оцінюється за V класами та 7 категоріями (від відмінної до дуже поганої за станом вод або від дуже чистої до дуже брудної за ступенем чистоти).

Поділ величин якості вод на п'ять класів відповідає вимогам проекту «Основної Рамкової Директиви ЄС по воді» і співпадає з такою ж кількістю класів у класифікаціях якості вод багатьох європейських країн (Фінляндія, Норвегія, окремі землі Німеччини, Чехія, Словаччина) [54].

7.2 Характеристика гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень

Дослідження сучасних кліматичних змін та водного режиму річок України [55] свідчать, що впродовж останніх 20 років в межах рівнинної території країни зросла середня річна температура повітря на 0,8 °C та збільшилась кількість опадів у весняний та осінній сезони. Це викликало зміни у живленні річок, частка снігового живлення скоротилася до 12 % (19 % - у багатоводні роки), збільшилась частка підземного стоку. Ці процеси сприяли вирівнюванню внутрішньорічного розподілу стоку [55]. У останні десятиліття

частка весняного водопілля скоротилася від 42-53 % до 35-37 % (до 42 % - у Деснянській ландшафтній гідрологічній провінції), частка літньо-осінньої межені річному об'ємі стоку в середньому склала 44% (38% - у Прип'ятській ЛГП). Також для річок рівнинної території України зменшились витрати водопілля у березні та квітні і зросли витрати у межень у серпні - жовтні [55].

Гідрохімічний режим поверхневих вод формується під впливом природних умов та господарської діяльності на водозборі, проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води тощо [20].

Для оцінки придатності водних ресурсів для різних видів господарського використання важливо дослідити динаміку коливань мінералізації, концентрацій головних іонів, біогенних елементів, важких металів та інших забруднювальних речовин за багаторічний період спостережень. Для характеристики та оцінки гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра вихідна багаторічна інформація розглядалася за середніми річними значеннями для всіх компонентів хімічного складу вод за такими групами:

- фізико-хімічні показники (водневий показник рН, кисень O_2 , біхроматна окиснюваність БО, біохімічне споживання кисню за 5 діб – БСК₅);
- головні іони (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) та мінералізація води;
- біогенні речовини (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Si , $P_{заг}$);
- мікроелементи ($Fe_{заг}$, Cu , Zn , Cr^{6+} , Mn);
- специфічні забруднювальні речовини (нафтопродукти, СПАР, феноли).

Авторами роботи було досліджено часові тренди рядів ходу середньої річної мінералізації річок басейну Дніпра за відрізок часу 1990 – 2015 рр. [56]. Коефіцієнти кореляції отриманих лінійних трендів у хронологічному ході мінералізації були перевірені на значущість. Перевірка значущості проводилась за двома критеріями. По-перше, коефіцієнт кореляції r вважається значущим, якщо виконується умова [57]

$$r \geq 2\sigma_r, \quad (7.7)$$

де σ_r - середня квадратична похибка емпіричного коефіцієнта кореляції, яка визначається за рівнянням

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (7.8)$$

де n - довжина ряду.

По-друге, на рівні значущості $\alpha=0,05$ перевірялася гіпотеза про статистичну значущість коефіцієнту кореляції r . Розраховувалися значення критерію Стюдента $t = \frac{|r|}{\sigma_r}$, які порівнювалися зі значеннями $t_{кр}(\alpha; \nu = n - 1)$.

Якщо $t < t_{кр}$, приймалася гіпотеза H_0 про статистичну незначущість, тобто про випадковість отриманої оцінки коефіцієнта кореляції. У протилежному випадку, коли $t > t_{кр}$, гіпотеза H_0 відкидалася й приймалася альтернативна гіпотеза H_1 про те, що коефіцієнт кореляції є статистично значущим [58].

7.2.1 Мережа гідрохімічних спостережень

Проблема моніторингу, оцінювання і прогнозування стану та якості поверхневих вод є надзвичайно актуальною для України. Це обумовлено особливостями національного питного та технічного водоспоживання, при якому необхідно забезпечити визначені вимоги до якості води в пунктах водозаборів і скидів стічних вод.

Мережа гідрохімічних спостережень є основою для екологічного моніторингу – комплексної системи спостережень, збору, обробки, систематизації

та аналізу інформації про стан навколишнього середовища, оцінки і прогнозу його змін; розробки обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень [59].

Моніторинг якості поверхневих вод здійснюється в системі Державного агентства водних ресурсів України згідно ст. 16 Водного кодексу України, постанов Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» та від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля», а також Положення про Державне агентство водних ресурсів України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 20.08.2014 № 393 [60].

Державний моніторинг поверхневих водних об'єктів здійснюється Держводагентствами з питань управління водними ресурсами Департаменту цивільного захисту Міністерства надзвичайних ситуацій. У зоні діяльності Держводагентств діє мережа пунктів спостережень за гідрохімічними показниками, у басейні Дніпра мережа становить 82 пункти і 136 створів, з яких відповідно 55 і 58 на притоках [59]. Найвищий пост у межах України Неданчичі знаходиться на відстані 990 км і функціонує біля кордону між Україною та Білоруссю, найнижчий Херсон – 28 км від гирла. Відомості про пункти спостереження на річках подані у табл. Т.1 додатку Т.

Створена система спостережень дозволяє отримувати об'єктивну інформацію про якісний стан водних ресурсів, з урахуванням основних джерел, які впливають на його формування, відстежувати тенденції змін якості поверхневих вод у просторі і часі для оцінки чинників впливу та підготовки прийняття управлінських рішень.

Дані спостережень зберігаються у довідниках «Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. Випуск 2. Басейн Дніпра». Гідрохімічні показники води об'єднані у три блоки [61] – перший включає в себе фізичні властивості, газовий склад та головні іони, другий – забруднюючі речовини органічного походження, третій – біогенні компоненти та забруднюючі речовини неорганічного походження. Гідрохімічні показники води розглядалися за період з 1990 по

2015 роки. Характерна повторюваність цих робіт 4-12 разів на рік.

Визначення гідрохімічних характеристик вод річки Дніпро є важливою прикладною задачею, яка поставлена загальнодержавною програмою по екологічному оздоровленню Дніпра, і спрямована на розроблення системи заходів та механізмів їх впровадження з метою екологічного відродження річки Дніпро та її приток. Головною проблемою річки Дніпро та її приток на сьогодні є їх забруднення хімічними речовинами, які надходять від антропогенних джерел і суттєво погіршують якість води.

Для аналізу гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень та екологічної оцінки якості води приймалися дані постів, де проводяться спостереження за гідрологічним режимом та гідрохімічними показниками води.

4.2.2 Суббасейн Прип'яті

Для характеристики гідрохімічного режиму у суббасейні річки Прип'ять (української частини) аналізувалися дані восьми постів, перелік яких наведений у табл. 7.3.

Так, середні значення мінералізації у суббасейні Прип'яті коливалися від 237 мг/дм³ на р. Уж, яка протікає в межах Прип'ятського прогину, до 402 – 442 мг/дм³ у воді верхніх правобережних приток Прип'яті (річки Тур'я, Стир, Случ), які протікають по Волино-Подільському плато (табл. 7.3). Досліджувані річки протікають у товщі осадових порід верхньо-крейдової і третинної систем із включенням у них потужних водоносних горизонтів. Карстові води мергельно-крейдових відкладів сенонських і сено-туронських горизонтів сприяють збагаченню вод річок гідрокарбонатами кальцію і магнію [13].

Таблиця 7.3 – Вміст головних іонів та загальна мінералізація річкових вод суббасейну р. Прип'ять за 1990-2015 рр., мг/дм³

№ за/п	Річка-пост	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Загальна мінералізація
1	Прип'ять – с. Річиця	247	34	22	72	7	34	412
2	Тур'я – м. Ковель	289	28	19	88	8	20	435
3	Стохід – смт Любешів	223	26	19	67	6	30	368
4	Стир – м. Луцьк	282	27	16	80	13	23	442
5	Случ – м. Новоград-Волинський	248	28	20	69	14	24	402
6	Случ – м. Сарни	229	30	26	70	11	39	389
7	Уборть – с. Перга	201	28	20	36	7	65	330
8	Уж – м. Коростень	114	32	26	33	11	18	237

Для правобережних приток Прип'яті характерне зменшення мінералізації води вниз за течією річок у міру пересікання Прип'ятської низовини під впливом стоку з боліт [13]. У цьому ж напрямі змінювалися співвідношення між головними іонами – зменшувалася кількість гідрокарбонатних іонів HCO_3^- від 223-289 мг/дм³ до 114-201 мг/дм³ та іонів кальцію Ca^{2+} від 67-88 мг/дм³ до 33 - 36 мг/дм³. Також збільшувалася кількість іонів Na^+ від 20-24 мг/дм³ на річках Тур'я, Стир, Случ до 65 мг/дм³ у водах Уборті (табл. 7.3).

Кількість сульфатів SO_4^{2-} коливалася у межах від 26 мг/дм³ (р. Стохід - смт Любешів) до 34 мг/дм³ (р. Прип'ять - с. Річиця). Концентрації хлоридних іонів Cl^- змінювалися від 16 мг/дм³ (р. Стир - м. Луцьк) до 26 мг/дм³ (р. Случ - м. Сарни, р. Уж - м. Коростень). Середня за досліджуваний період концентрація іонів магнію Mg^{2+} змінювалася від 6 мг/дм³ до 14 мг/дм³.

Зміна хімічного типу вод приток Прип'яті відбувається й із заходу на схід, повторюючи хід мінералізації, що відображає зв'язок річкових вод з підземними водами – з гідрокарбонатного кальцієвого і гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого на гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий (р. Случ - м. Сарни) і гідрокарбонатний натрієво-кальцієвий (р. Уборть - с. Перга).

Динаміка середніх річних величин мінералізації наведена на рис. 7.1.

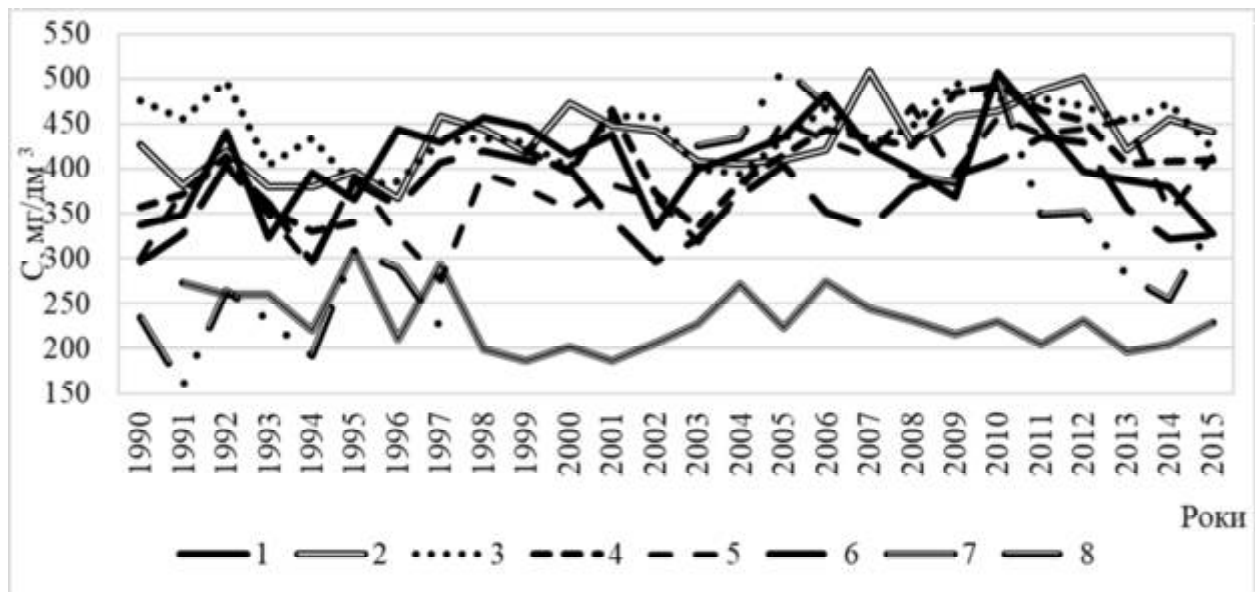


Рисунок 7.1 – Хронологічний графік середніх річних значень мінералізації річкових вод суббасейну р. Прип'ять за 1990-2015 рр. (1 – р. Прип'ять -с. Річиця; 2 – р. Тур'я - м. Ковель; 3 – р. Стохід – смт Любешів; 4 – р. Стир - м. Луцьк; 5 – р. Случ - м. Новоград-Волинський; 6 – р. Случ - м. Сарни; 7 – р. Уборть - . Перга; 8 – р. Уж - м. Коростень)

На всіх постах, за винятком р. Уж - м. Коростень, за досліджуваний період виявлена направлена тенденція до збільшення суми іонів до 2011-2012 рр., а в більш пізні роки – деяке їх зменшення. Найбільші середньорічні значення суми іонів на постах у суббасейні річки Прип'ять (крім посту р. Уж - м. Коростень) коливалися від 469 мг/дм^3 до 511 мг/дм^3 в окремі роки з 2005 по 2012, найменші середньорічні значення становили від 275 до 368 мг/дм^3 та спостерігалися в окремі роки періоду 1990 - 1997 років. На посту р. Уж - м. Коростень спостерігається незначна тенденція до зменшення суми іонів за розглянутий період від величин 309 мг/дм^3 і 294 мг/дм^3 у 1995 і 1997 рр. до найменших значень ($196\text{-}186 \text{ мг/дм}^3$) у 1999, 2001, 2013 р.

Авторами роботи було досліджено часові тренди в рядах ходу загальної мінералізації річок суббасейну Прип'яті за відрізок часу 1990-2015 рр. [56]. В таблиці 7.4 представлена перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість.

Таблиця 7.4 – Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість хронологічних графіків загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні річки Прип'ять за 1990-2015 рр.

Річка-пост	n , років	Коефіцієнт кореляції r	Середня квадратична похибка σ_r	Критерій Ст'юдента t	$t_{кр}(\alpha=0,05, \nu=n-1)$	Значущість коефіцієнта кореляції
Прип'ять – с. Річиця	26	0,14	0,20	0,71	2,06	незначущий
Тур'я – м. Ковель	26	0,58	0,13	4,37	2,06	значущий
Стохід – смт Любешів	26	0,16	0,19	0,82	2,06	незначущий
Стир – м. Луцьк	26	0,26	0,19	1,39	2,06	незначущий
Случ – м. Новоград-Волинський	26	0,61	0,13	4,86	2,06	значущий
Случ – м. Сарни	26	0,62	0,12	5,04	2,06	значущий
Уборть – с. Перга	25	0,46	0,18	2,54	2,09	значущий
Уж – м. Коростень	20	0,35	0,18	1,95	2,06	незначущий

Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість показала, що на постах р. Тур'я – м. Ковель, р. Случ – м. Новоград-Волинський, р. Случ – м. Сарни, р. Уборть – с. Перга хронологічні графіки суми іонів мають значущі коефіцієнти кореляції, тобто виявлені тенденції до збільшення суми іонів за досліджуваний період. Для інших постів суббасейну Прип'яті коефіцієнт кореляції визнаний незначущим, тобто спостерігаються коливання мінералізації у певних межах.

7.2.3 Суббасейн Десни

Для характеристики гідрохімічного режиму у суббасейні річки Десна використані дані п'яти постів: два на річці Десна – м. Чернігів, с. Літки та три в басейні р. Сейм – р. Сейм - с. Мутин, р. Снов - с. Щорс, р. Головесня - с. Покошичі (табл.7.5).

Таблиця 7.5 – Вміст головних іонів та загальна мінералізація річкових вод суббасейну р. Десна за 1990-2015 рр., мг/дм³

№ за/П	Річка-пост	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Загальна мінералізація
1	Десна – м. Чернігів	226	29	19	65	13	16	370
2	Десна – с. Літки	238	26	19	62	7	25	371
3	Головесня-с. Покошичі	242	21	14	61	16	13	363
4	Сейм – с. Мути	274	33	24	75	16	23	447
5	Снов – с. Щорс	177	28	20	51	12	13	301

Мінералізація та склад головних іонів суббасейну Десни формуються під впливом кліматичних та геологічних умов [32]. Значна кількість опадів на цій території сприяє добрій промитості ґрунтів і відносній бідності поверхневих вод мінеральними сполуками [13]. Вздовж лівих берегів річок Десни та Сейму ґрунтовий покрив представлений солонцюватими включеннями, які містять підвищену кількість розчинених солей сульфатів і хлоридів.

Середня річна за період 1990-2015 рр. мінералізація води рр. Десна і Сейм становила 371 мг/дм³ і 447 мг/дм³ відповідно (табл. 7.5). На цих же річках спостерігалася більша кількість сульфатних іонів SO_4^{2-} : у воді Десни 26-29 мг/дм³, у воді Сейму – до 33 мг/дм³. Концентрації хлоридних іонів Cl^- також підвищені і за 1990-2015 рр. у водах Десни становили 19 мг/дм³, у водах Сейму – до 24 мг/дм³.

У водах правих приток Десни мінералізація зменшувалася до 363 мг/дм³ у водах р. Головесня і до 301 мг/дм³ у водах р. Снов, а також зменшувалася кількість сульфатних до 21 мг/дм³ та хлоридних іонів до 14 мг/дм³ (табл. 7.5).

В басейні Десни річковою сіткою дренуються підземні води гідрокарбонатно-кальцієвого складу (до 1000 мг/дм³) [7], [13], що і зумовлює виражений гідрокарбонатний тип річкових вод. Цей фактор має значний вплив на кількість іонів HCO_3^- , які склали найбільшу частку хімічного складу річкових

вод, та змінювалися від 177 мг/дм³ (р. Снов) до 226-238 мг/дм³ (р. Десна) та 274 мг/дм³ (р. Сейм) (табл. 7.5).

Такий же характер змін мають іони кальцію Ca^{2+} . Так, середня багаторічна концентрація іонів Ca^{2+} складала 62-65 мг/дм³ у водах Десни, 51 мг/дм³ – у водах Снову, 74 мг/дм³ – у водах Сейму (табл. 7.5).

Іони магнію Mg^{2+} потрапляють у води басейну Десни із потужних водоносних горизонтів мергельно-крейдових відкладів. Середня за досліджуваний період концентрація іонів магнію Mg^{2+} змінювалась від 7-13 мг/дм³ у водах Десни до 12-16 мг/дм³ – у водах приток (табл. 7.5).

Одним із джерел надходження натрію у води є продукти вивітрювання вивержених порід (гранітів) [7]. У басейні Десни корінні породи Українського кристалічного щита залягають глибоко, тому середня кількість за досліджуваний період концентрація іонів натрію Na^{+} невелика і змінювалась від 16 мг/дм³ (м. Чернігів) до 25 мг/дм³ (с. Літки) у водах Десни, у водах приток – 13 мг/дм³ (річки Головесня і Снов) та 23 мг/дм³ – р. Сейм (табл. 7.5).

На рис. 7.2 наведено багаторічну динаміку середніх річних величин мінералізації вод в річках суббасейну Десни. При цьому виявлені направлені тенденції до збільшення суми іонів за досліджуваний період, причому більш виражені вони для основних річок території – Десна і Сейм. В окремі роки підвищена мінералізація води річок спостерігалася у 1992 р. і у період з 2004 р. коли вона досягала у водах Десни 384-410 мг/дм³, а на притоках Сеймі і Головесні – до 474-500 мг/дм³. Дещо нижча мінералізація вод р. Снов – до 324-329 мг/дм³.

Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість у суббасейні річки Десна (табл. 7.6) показала, що на посту р. Десна – с. Літки хронологічні графіки суми іонів мають значущі коефіцієнти кореляції ($r=0,68$; $\sigma_r=0,11$; $t_{кр}=2,06$; $t=6,32$), тобто виявлені тенденції до збільшення суми іонів за досліджуваний період. Для інших постів суббасейну Десни коефіцієнт кореляції визнаний незначущим, тобто спостерігаються коливання мінералізації у певних межах.

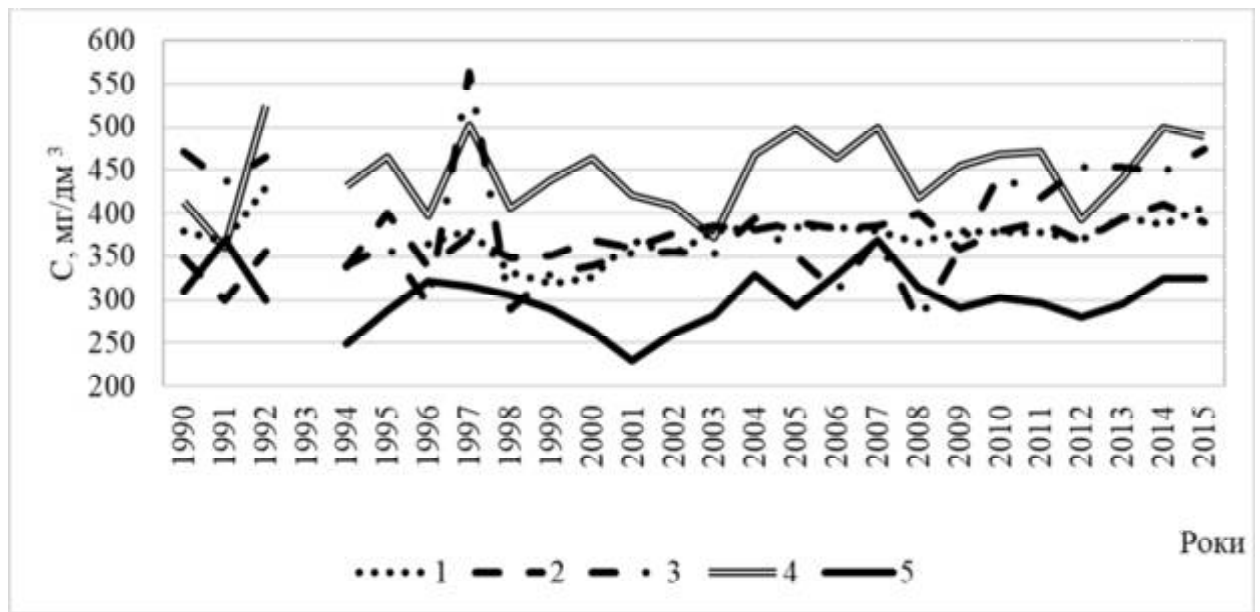


Рисунок 7.2 – Хронологічний графік середніх річних значень мінералізації річкових вод суббасейну р. Десна за 1990-2015 рр. (1 – р. Десна – м. Чернігів; 2 – р. Десна – с. Літки; 3 – р. Головесня – с. Покошичі; 4 – р. Сейм – с. Мутин; 5 – р. Снов – с. Щорс)

Таблиця 7.6 – Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість хронологічних графіків загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні річки Прип'ять за 1990-2015 рр.

Річка - пост	n , років	Коефіцієнт кореляції r	Середня квадра- тична похибка σ_r	Критерій Ст'юдента t	$t_{кр}(\alpha=0,05,$ $\nu=n-1)$	Значущість коефіцієнта кореляції
Десна – м. Чернігів	23	0,22	0,20	1,11	2,07	незначущий
Десна – с. Літки	25	0,68	0,11	6,32	2,06	значущий
Головесня – с. Покошичі	26	0,20	0,19	1,06	2,06	незначущий
Сейм – с. Мутин	26	0,26	0,18	1,42	2,06	незначущий
Снов – с. Щорс	26	0,06	0,20	0,31	2,06	незначущий

7.2.4 Суббасейн Середнього Дніпра

Для аналізу зміни хімічного стану води суббасейну Середнього Дніпра використовувались дані 18 постів, для яких у табл. 7.7 наведені середні значення загальної мінералізації та вмісту головних іонів за період 1990-2015 рр.

Таблиця 7.7 – Вміст головних іонів та загальна мінералізація річкових суббасейну Середнього Дніпра за 1990-2015 рр., мг/дм³

№ за/п	Річка-пост	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Загальна мінералізація
Правобережні притоки								
1	Тетерів – м. Житомир	225	33	37	60	17	23	400
2	Тетерів – смт Іванків	219	30	35	57	16	24	386
3	Ірпінь – смт Гостомель	274	39	40	75	18	26	477
4	Рось –м. Корсунь-Шевченківський	320	31	37	65	27	35	521
5	Тясмин – с.Велика Яблунівка	391	51	57	74	31	82	696
Лівобережні притоки								
6	Трубіж – смт Баришівка	378	32	36	85	26	40	604
7	Трубіж –м.Переяслав-Хмельницький	387	32	33	85	26	43	612
8	Недра –м. Березань	385	23	20	85	24	29	569
9	Сула – м. Лубни	383	100	100	88	30	110	805
10	Удай –м. Прилуки	425	94	100	98	30	108	856
11	Псел – м. Суми	325	103	79	91	20	80	689
12	Псел – м. Гадяч	348	98	92	94	21	97	747
13	Псел –с. Запсілля	335	97	83	90	22	90	717
14	Хорол –м.Миргород	396	134	114	101	32	124	901
15	Ворскла –с.Чернеччина	352	97	87	91	24	95	743
16	Ворскла –м.Кобеляки	351	115	93	90	25	110	779
17	Мерло –м.Богодухів	363	94	85	84	25	104	753
18	Ромен – м.Ромни	413	104	104	100	34	106	862

Як показав аналіз, ці характеристики якості води дещо відрізняються для правобережної і лівобережної частин суббасейну Середнього Дніпра.

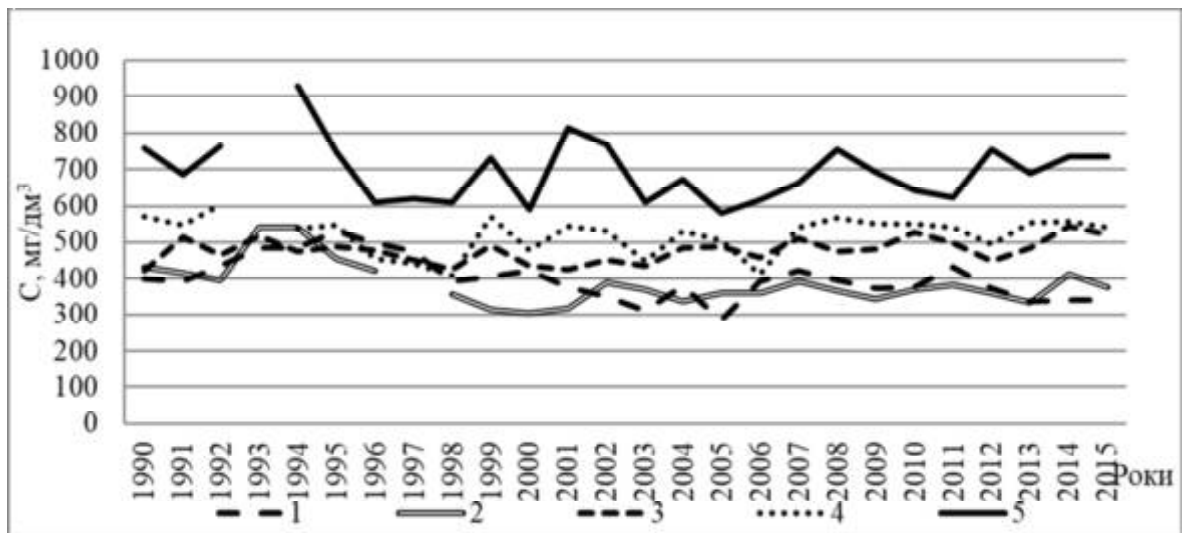
На величини мінералізації поверхневих вод та вмісту головних іонів поряд з іншими чинниками, значно впливає мінералізація та склад підземних вод. Так, в басейнах правобережних приток Росі і Тясмина дренуються підземні води гідрокарбонатно-кальцієвого складу з мінералізацією до 1 г/дм^3 . В нижній лівобережній частині басейну, між річками Сулою, Пслом і Ворсклою зустрічаються ґрунтові води дуже різноманітного складу – гідрокарбонатно-кальцієві з мінералізацією (до 1 г/дм^3), а також сульфатно-кальцієві, сульфатно-натрієві, подекуди хлоридно-сульфатні (з мінералізацією більше 3 г/дм^3) [13].

При цьому, значення загальної мінералізації за багаторічний період для правобережних приток Середнього Дніпра коливались від 386 мг/дм^3 (р. Тетерів – смт Іванків) до 696 мг/дм^3 (р. Тясмин – с. Велика Яблунівка), збільшуючись вниз за течією. В межах лівобережних приток мінералізація була вищою і змінювалась від 569 мг/дм^3 в районі створу р. Недра – м. Березань до 901 мг/дм^3 в районі створу р. Хорол – м. Миргород (табл. 7.5).

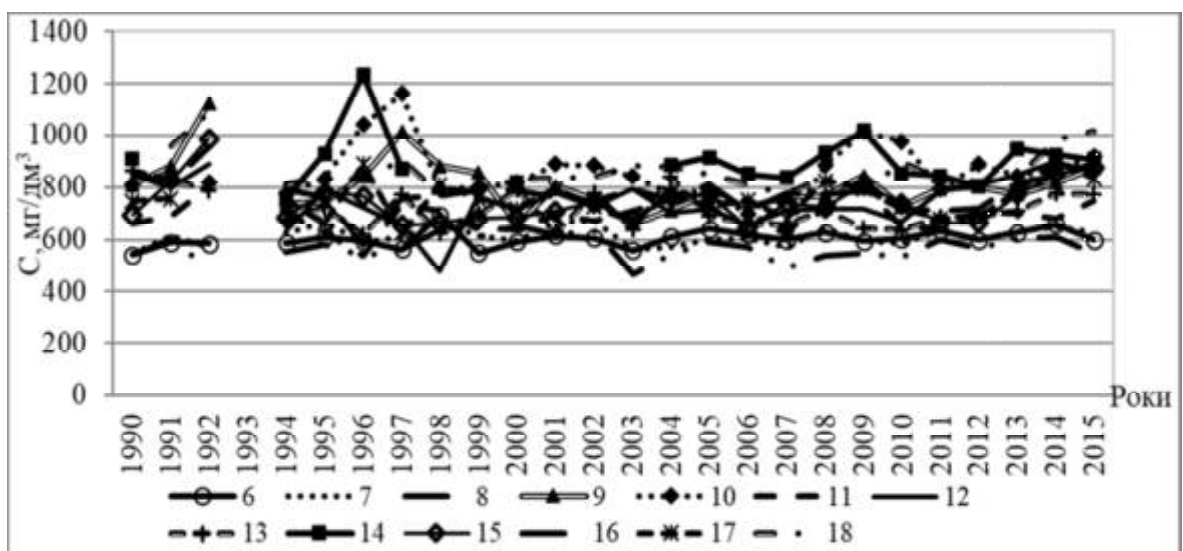
Динаміка середньорічних величин мінералізації по правобережних і лівобережних створах спостережень в межах Середнього Дніпра за період 1990-2015 рр. представлена на рис. 7.3. Як для правобережних, так й лівобережних приток, зміна коливань мінералізації зберігається і майже синхронна в межах всіх створів протягом періоду спостережень. Часові тренди загальної мінералізації в цієї частині басейну Дніпра слабо виражені.

Для правобережної частини Середнього Дніпра найбільші середньорічні значення мінералізації протягом всього періоду спостережень притаманні водам басейну р. Тясмин (до величин 928 мг/дм^3 в 1994 р. і 736 мг/дм^3 – 2015 р.), а найменші – водам р. Тетерів (найменше значення 283 мг/дм^3 у 2005 р.).

Серед приток лівобережної частини Середнього Дніпра найменші середньорічні показники мінералізації характерні для створів, що знаходяться вище впадіння в Дніпро річки Сула. Так, в двох створах, розташованих на р. Трубеж мінералізація води була в межах $500\text{-}600 \text{ мг/дм}^3$.



а) правобережні притоки (1- р. Тетерів – м. Житомир; 2 - р. Тетерів – смт Іванків; 3 – р. Ірпінь – смт Гостомель; 4 – р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський; 5 – р. Тясмин – с. Велика Яблунівка)



б) лівобережні притоки (6 – р. Трубіж – смт Барішівка; 7 – р. Трубіж – м. Переяслав-Хмельницький; 8 – р. Недра – м. Березань; 9 – р. Сула – м. Лубни; 10 – р. Удай – м. Прилуки; 11 – р. Псел – м. Суми; 12 – р. Псел – м. Гадяч; 13 – р. Псел – с. Запсілля; 14 – р. Хорол – м. Миргород; 15 – р. Ворскла – с. Чернеччина; 16 – р. Ворскла – м. Кобеляки; 17 – р. Мерло – м. Богодухів; 18 – р. Ромен – м. Ромни)

Рисунок 7.3 – Хронологічний графік середніх річних значень мінералізації річкових вод суббасейну Середнього Дніпра за 1990-2015 рр.

Такі ж значення суми іонів характерні і для створу р. Недра – м. Березань. Вниз за течією значення концентрацій води поступово збільшуються. Найбільші середньорічні показники мінералізації характерні для річок Хорол, Удай, Ромен, в деякі роки – і для річки Сула (рис.7.3б). Так, в створах р. Сула – м. Лубни, р. Удай – м. Прилуки та р. Ромен – м. Ромни спостерігались значення мінералізації води навіть вище нормативу ГДК для прісних вод і складали в різні роки від 1011 мг/дм^3 до 1160 мг/дм^3 (1992, 1996, 1997, 2009, 2015 рр.).

В суббасейні Середнього Дніпра, як і на більшій частині території басейну Дніпра, переважають помірно мінералізовані гідрокарбонатні річкові води [13]. У воді лівобережних приток р. Дніпро міститься підвищена кількість карбонатів і гідрокарбонатів натрію та магнію (гирлові ділянки річок Сули і Ворскли). Ґрунтовий покрив північної частини лівобережного Дніпра на північ від лінії Переяслав – Прилуки засолений гідрокарбонатами, південної – сульфатами і хлоридами [13], що зумовлює особливості хімічного складу води даних річок.

Так, за багаторічний період середня концентрація іонів HCO_3^- для правобережних приток становила 285 мг/дм^3 (табл. 7.7), коливаючись у межах від 219 мг/дм^3 (р. Тетерів – смт Іванків) до 391 мг/дм^3 (р. Тясмин – с. Велика Яблунівка). Значення гідрокарбонатних іонів в межах лівобережної частини Середнього Дніпра збільшуються по відношенню до правобережних і в середньому за багаторічний період складають 372 мг/дм^3 .

Іони хлору Cl^- більш характерні для вод лівобережних приток Середнього Дніпра (табл. 7.7) і, як видно, різко зростають після впадіння р. Сула. За середніми багаторічними значеннями періоду 1990-2015 рр. концентрації іонів Cl^- коливались від 20 мг/дм^3 (р. Недра - м. Березань) до 114 мг/дм^3 районі міста Миргород (р. Хорол) (табл. 7.7). В водах правобережних приток концентрації хлоридів змінювались у незначних межах: від $35\text{-}37 \text{ мг/дм}^3$ (р. Тетерів та р. Рось) до 57 мг/дм^3 (р. Тясмин).

Стосовно сульфатних іонів SO_4^{2-} можна відзначити, що підвищені показники концентрацій в основному притаманні річкам лівобережжя Середнього

Дніпра. Після впадіння р. Сула в Дніпро кількість іонів SO_4^{2-} (як і хлоридів) в воді річок починає збільшуватись вниз за течією. Межі цих коливань становлять від 23 мг/дм³ (р. Недра – м. Березань) до 134 мг/дм³ (р. Хорол – м. Миргород). Концентрації сульфатів в річках правої частини Середнього Дніпра змінювались від 30-33 мг/дм³ (в воді р. Тетерів) до 51 мг/дм³ (в воді р. Тясмин).

Характеристика якості води за катіонним складом різниться в межах правобережної та лівобережної частин Середнього Дніпра. Для правобережних приток характерні іони кальцію, значення яких коливаються від 57 мг/дм³ (р. Тетерів – смт Іванків) до 74-75 мг/дм³ (р. Ірпінь – смт Гостомель та р. Тясмин – с. Велика Яблунівка). Кількість іонів магнію та натрію незначна по відношенню до іонів Ca^{2+} і знаходиться відповідно у межах: 16-17 мг/дм³ в воді р. Тетерів – 31 мг/дм³ в районі села Велика Яблунівка та 23 мг/дм³ (р. Тетерів - м. Житомир) – 82 мг/дм³ (р. Тясмин – с. Велика Яблунівка).

Для лівобережних приток характерна значна кількість іонів кальцію і збільшення іонів натрію за течією. З табл. 7.7 видно, що концентрація кальцію в межах обох створів на р. Трубіж становить 85 мг/дм³, збільшуючись до 100 мг/дм³ та 101 мг/дм³ відповідно в створах р. Ромен - м. Ромни та р. Хорол – м. Миргород. Середньобогаторічні значення іонів магнію практично однакові в межах всіх створів і коливаються від 20 мг/дм³ до 34 мг/дм³. Стосовно іонів натрію можна зазначити, що інтервал зміни параметру достатньо широкий: від 29 мг/дм³ (р. Недра – м. Березань) до 124 мг/дм³ (р. Хорол – м. Миргород).

Були розраховані часові тренди в рядах ходу загальної мінералізації річок суббасейну Середнього Дніпра за відрізок часу 1990-2015 рр. [56]. В табл. 7.8 представлена перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість. Дана перевірка показала, що на постах р. Тетерів - смт Іванків, р. Трубіж - смт Баришівка та р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський хронологічні графіки суми іонів мають значущі коефіцієнти кореляції, тобто виявлені тенденції до збільшення суми іонів за досліджуваний період.

Слід зазначити, що не має значення праві чи ліві притоки розглядалися, тому що, два пости (р. Тетерів - смт Іванків, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський),

де хронологічні графіки суми іонів мають значущі коефіцієнти кореляції були на правобережжі Дніпра, а один (р. Трубіж - смт Баришівка) - на лівобережжі. Для інших постів суббасейну Середнього Дніпра коефіцієнт кореляції визнаний незначущим, тобто спостерігаються коливання мінералізації у певних межах.

Таблиця 7.8 – Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість хронологічних графіків загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні Середнього Дніпра за 1990-2015 рр.

Річка-пост	n , років	Коефіцієнт кореляції r	Середня квадратична похибка σ_r	Критерій Стьюдента t	$t_{кр}(\alpha = 0,05, \nu = n - 1)$	Значущість коефіцієнта кореляції
Тетерів-м. Житомир	26	0,58	0,13	4,33	2,06	незначущий
Тетерів-смт. Іванків	25	0,48	0,16	3,01	2,06	значущий
Ірпінь-смт Гостомель	26	0,35	0,18	2,01	2,06	незначущий
Трубіж-смт Баришівка	25	0,41	0,17	2,43	2,06	значущий
Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	25	0,14	0,20	0,71	2,06	незначущий
Недра-м. Березань	25	0,00	0,20	0,00	2,06	незначущий
Рось-м.Корсунь-Шевченківський	25	0,04	0,20	0,22	2,06	значущий
Сула – м.Лубни	25	0,30	0,21	1,60	2,06	незначущий
Удай – м.Прилуки	24	0,00	0,20	0,00	2,07	незначущий
Тясмин-с.Велика Яблунівка	25	0,17	0,20	0,84	2,06	незначущий
Псел-м. Суми	25	0,13	0,19	0,63	2,06	незначущий
Псел-м. Гадяч	25	0,16	0,20	0,79	2,06	незначущий
Псел-с.Запсілля	25	0,27	0,19	1,41	2,06	незначущий
Хорол-м.Миргород	18	0,10	0,24	0,42	2,11	незначущий
Ворскла-с. Чернеччина	25	0,00	0,20	0,00	2,06	незначущий
Ворскла- м.Кобеляки	25	0,24	0,19	1,28	2,06	незначущий
Мерло-м.Богодухів	24	0,17	0,20	0,86	2,07	незначущий
Ромен– м.Ромни	24	0,03	0,21	0,15	2,07	незначущий

7.2.5 Суббасейн Нижнього Дніпра

Для характеристики гідрохімічного режиму суббасейну Нижнього Дніпра досліджувався гідрохімічний склад річок в його басейні: р. Мокра Московка – м. Запоріжжя, р. Інгулець - м. Кривий Ріг, р. Інгулець – с. Садове, р. Вовча – смт Васильківка та р. Солонка - с. Новопавлівка (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 – Вміст головних іонів та загальна мінералізація річкових вод суббасейну Нижнього Дніпра за 1990-2015 рр., мг/дм³

№ за/п	Річка-пост	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Загальна мінералізація
1	Мокра Московка – м. Запоріжжя	331	386	281	192	75	167	1432
2	Інгулець – м. Кривий Ріг	251	273	144	141	79	126	968
3	Інгулець – с. Садове	171	48	40	47	20	25	371
4	Вовча – смт Васильківка	304	1401	508	260	125	589	3292
5	Солонка – с. Новопавлівка	341	1459	448	265	152	560	3325

Хімічний склад поверхневих вод Нижнього Дніпра тісно пов'язаний із особливостями природних умов цієї території. Зі зменшенням кількості атмосферних опадів та підвищенням температури повітря відбувається зміна ґрунтового покриву з дерново-підзолистих ґрунтів на високопродуктивні чорноземи, які мають у своєму складі великий природний вміст добре розчинних сульфатів і хлоридів натрію, магнію, кальцію. Крайня південна частина басейну Дніпра, що розташована в межах Причорноморського артезіанського басейну, відзначається й різноманітними умовами формування підземних вод. Якісний склад підземних вод даної частини басейну Дніпра вельми строкатий, що обумовлено приуроченістю до зони недостатнього зволоження з жарким

посушливим кліматом, невитриманістю літолого-фаціального складу водовміщуючих порід і недостатньою захищеністю від поверхневого забруднення.

Особливістю досліджуваних річок є висока загальна мінералізація води >1000 мг/дм³ та її невисока річна мінливість, що пов'язане з розчиненням під час весняного водопілля солей, накопичених у верхньому шарі ґрунтів у зоні аерації [22], [31]. Висока мінералізація води також обумовлена антропогенним фактором. Найбільший внесок у техногенне забруднення річок вносять індустриальні міста Кривий Ріг, Дніпро, Запоріжжя, Павлоград від скидів високомінералізованих забруднених промислових стоків підприємств, які обслуговують гірничо-видобувну, металургійну та хімічну промисловість. Високий вміст сухого залишку, хлоридів і сульфатів спостерігається по всій течії річок [62]. Найкращою якістю відрізняються води пригирлової ділянки р. Інгулець, що знаходяться в підпорі дніпровських вод.

Мінералізація води в середньому за 1990-2015 рр. змінювалася від 371 мг/дм³ в пункті р. Інгулець – с. Садове до 3325 мг/дм³ в пункті р. Солоня – с. Новопавлівка (табл. 7.9). Дещо нижча вона у водах р. Мокра Московка, яка в середньому за 1990-2015 рр. становила 1432 мг/дм³, що за класифікацією О.О. Алексіна відносить води до солонуватих [8]. Динаміка середніх річних величин мінералізації показана на рис. 7.4.

Так, рис. 7.4 показує, що на річках Вовча і Солоня за розглядуваний період в часових рядах загальної мінералізації спостерігається стала тенденція до зростання. Наприклад, середня річна мінералізація води р. Вовча змінювалася в межах від 2602 мг/дм³ у 1996 р. до 4004 мг/дм³ у 2015 р., високі значення мінералізації води спостерігалися також у 2005, 2007, 2013 рр. Зазначені зміни мінералізації води відбувалися при постійному зростанні вмісту іонів легкорозчинних солей, зокрема SO_4^{2-} , Cl^- та $Na^+ + K^+$.

На інших річках території направлені тренди слабо виражені. Так, мінералізація води р. Інгулець зростає у міру віддалення від витоків річки (у верхній і середній частинах) з одночасною зміною й іонного складу [23], [30].

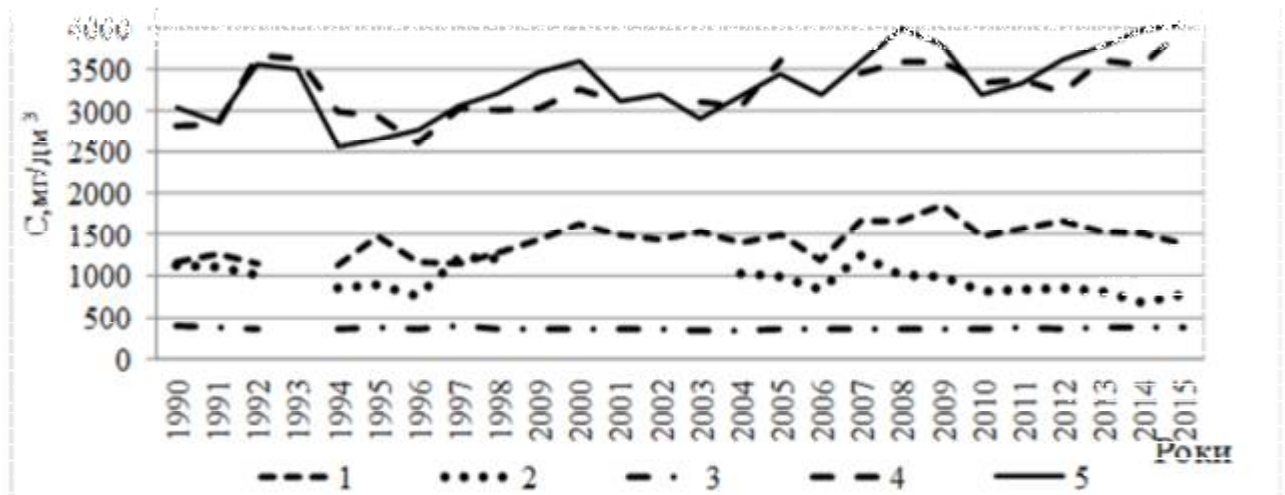


Рисунок 7.4 – Хронологічний графік середніх річних значень мінералізації річкових вод суббасейну Нижнього Дніпра за 1990-2015 рр. (1 – р. Мокра Московка – м. Запоріжжя; 2 – р. Інгулець – м. Кривий Ріг; 3 – р. Інгулець – с. Садове; 4 - р. Вовча – смт Васильківка; 5 – р. Солона –с. Новопавлівка)

В нижній частині басейну хімічний склад р. Інгулець формується під впливом дніпровських вод, що надходять антирікою на 75 км вверх по руслу. Внаслідок цього мінералізація води в нижній течії р. Інгулець знижується до величин, що характерні для дніпровської води. При цьому в межах одного басейну, середні значення мінералізації вод змінюються від 968 мг/дм^3 в пункті м. Кривий Ріг до їх найменших величин – 371 мг/дм^3 (в пункті с. Садове), де направлених змін за заданий відрізок часу немає.

Всі вище зазначені фактори впливають не тільки на загальну мінералізацію досліджуваних річок, але й на зміну хімічного складу поверхневих вод з гідрокарбонатно-кальцієвого типу на сульфатно-натрієвий, а в окремих випадках – на хлоридно-натрієвий тип.

Найбільший вплив на формування хімічного складу води в річках Нижнього Дніпра мають сульфатні іони. Високий вміст сульфатних іонів у досліджуваних річках зумовлений природними властивостями ґрунтів та зв'язком поверхневих вод з високомінералізованими ґрунтовими водами, значним антропогенним впливом [14], [26].

Найбільша кількість сульфатних іонів SO_4^{2-} за розглядуваний багаторічний період досліджень спостерігається в рр. Солонка та Вовча 1459 мг/дм³ та 1401 мг/дм³ відповідно (табл. 7.9), що пов'язано, в першу чергу, з живленням цих річок ґрунтовими водами сульфатно-натрієвого та хлоридно-сульфатно-натрієвого складу із загальною мінералізацією до 3-10 г/дм³. Значно нижча кількість сульфатних іонів SO_4^{2-} за період досліджень спостерігалася у воді р. Мокрої Московки – 386 мг/дм³ (м. Запоріжжя) та у воді р. Інгулець – 273 мг/дм³ (м. Кривий Ріг) з найнижчими показниками до 48 мг/дм³ (с. Садове) (табл. 7.9).

Значною кількістю хлоридних іонів характеризуються річкові води Нижнього Дніпра. Основними джерелами надходження хлоридних іонів у природні води є хлористі мінерали (галій $NaCl$, сильвін KCl тощо) з гірських порід та ґрунтів, атмосферні опади, промислові та господарсько-побутові стічні води. Значне збільшення хлоридних іонів в досліджуваному районі зумовлюється антропогенним впливом на іонний склад води у місцях скидів промислових та комунально-побутових стоків, що проявляється у різкому збільшенні концентрації хлоридів та сульфатів [23], [32].

Найбільші концентрації хлоридних іонів Cl^- за 1990-2015 рр. відзначалися у водах р. Вовча (смт Васильківка) – 508 мг/дм³ та 448 мг/дм³ у її притоці Солоній (с. Новопавлівка) (табл. 7.6). Значно нижчі концентрації хлоридних іонів Cl^- відзначалися у водах Мокрої Московки 281 мг/дм³ та Інгульця в створах: м. Кривий Ріг – 144 мг/дм³, с. Садове – 40 мг/дм³ (табл. 7.9).

При характеристиці середньої багаторічної кількості іонів HCO_3^- слід зауважити, що ці показники за територією басейну змінюються незначно. Найбільша їх кількість спостерігається у водах р. Солонка - с. Новопавлівка (341 мг/дм³) та р. Мокра Московка - м. Запоріжжя (331 мг/дм³) (табл. 7.9), а найменші у – водах Інгульця: 251 мг/дм³ (м. Кривий Ріг) і 171 мг/дм³ (с. Садове).

В катіонному складі звертають на себе увагу високі концентрації іонів натрію. Так, за досліджуваний період у р. Вовча – смт Васильківка середня багаторічна кількість іонів натрію Na^+ складала 589 мг/дм³, а в р. Солонка -

с. Новопавлівка – 560 мг/дм³ (табл. 7.9). Це пов'язано з тим, що у живленні річок Вовча, Солона беруть участь ґрунтові води сульфатно-кальцієвого і сульфатно-натрієвого складу [13], [32]. Концентрації іонів Ca^{2+} у водах цих річок теж мають найвищі значення – 265 мг/дм³ у пункті р. Солона - с. Новопавлівка та 260 мг/дм³ р. Вовча – смт Васильківка.

Дещо менше середня багаторічна концентрація іонів натрію Na^{+} спостерігалася у водах річок Мокра Московка (м. Запоріжжя – 167 мг/дм³) та Інгулець (м. Кривий Ріг – 126 мг/дм³), знижуючись до 25 мг/дм³ в пункті р. Інгулець – с. Садове. Такі показники є результатом впливу шахтних та кар'єрних вод (у верхній і середній течії Інгульця), що мають хлоридно-натрієвий склад [24], [34]. Щодо середньобагаторічних концентрацій іонів Ca^{2+} , то у водах р. Мокра Московка – м. Запоріжжя вони становили 192 мг/дм³ та 141 мг/дм³ у водах р. Інгулець – м. Кривий Ріг (табл. 7.9). У нижній ділянці річки Інгулець (с. Садове) концентрації іонів Ca^{2+} мінімальні і складала 47 мг/дм³.

Вміст магнію у річкових водах у цілому значно менший, ніж кальцію. Змінюючись від найбільших значень, що зафіксовані у пункті р. Солона - с. Новопавлівка – 152 мг/дм³ та р. Вовча – смт Васильківка – 125 мг/дм³, вони зменшувались до 79 мг/дм³ у пункті р. Інгулець – м. Кривий Ріг та 75 мг/дм³ у р. Мокра Московка, з найменшими значеннями у пункті р. Інгулець - с. Садове (20мг/дм³), що відповідає за хімічним складом дніпровській воді.

Було досліджено часові тренди в рядах ходу загальної мінералізації річок суббасейну Нижнього Дніпра за відрізок часу 1990-2015 рр. [56].

Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість у суббасейні Нижнього Дніпра, представлена в табл. 7.10, показала, що на посту р. Інгулець – м. Кривий Ріг хронологічні графіки суми іонів мають значущі коефіцієнти кореляції ($r = 0,43$; $\sigma_r = 0,17$; $t_{кр} = 2,06$; $t = 2,53$), тобто виявлені тенденції до збільшення суми іонів за досліджуваний період. Для інших постів суббасейну Нижнього Дніпра коефіцієнт кореляції визнаний незначущим, тобто спостерігаються коливання мінералізації у певних межах.

Таблиця 7.10 – Перевірка коефіцієнтів кореляції на значущість хронологічних графіків загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні Нижнього Дніпра за 1990-2015 рр.

Річка-пост	n , років	Коефі- цієнт кореляції r	Середня квадратична похибка σ_r	Критерій Стью- дента t	$t_{кр}(\alpha=0,05,$ $\nu=n-1)$	Значущість коефіцієнта кореляції
Вовча – сmt. Васильківка	24	0,33	0,19	1,78	2,06	незначущий
Солона – с. Новопавлівка	24	0,33	0,19	1,78	2,06	значущий
Мокра Московка- м. Запоріжжя	24	0,28	0,19	1,47	2,06	незначущий
Інгулець – с. Садове	24	0,056	0,21	0,27	2,06	незначущий
Інгулець – м. Кривий Ріг	24	0,43	0,17	2,53	2,06	значущий

7.3 Статистичні характеристики гідрохімічних показників

7.3.1 Розрахунок і аналіз статистичних характеристик гідрохімічних показників

Авторами були отримані статистичні характеристики для рядів виміряних значень мінералізації за багаторічний період з 1990 року по 2015 рік за допомогою програми StokStat: середнє значення рядів загальної мінералізації $\bar{C}$ та точність розрахунку середнього значення σ ; коефіцієнт варіації C_v ; коефіцієнт асиметрії C_s ; співвідношення C_s/C_v .

Статистичні характеристики багаторічних рядів значень мінералізації водних об'єктів суббасейну річки Прип'ять наведені в табл. 7.11.

Довжина рядів у суббасейні Прип'яті змінювалась від 132 проб (р. Уборть - с. Перга) до 185 проб (р. Стир - м. Луцьк).

Таблиця 7.11 – Статистичні характеристики рядів загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні річки Прип'ять за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	n , проб	$\bar{C}$, мг/дм ³	C_v	C_s	C_s/C_v	$\sigma = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}$	$r(1)$
1	Прип'ять-с. Річиця	169	405	0,19	0,71	3,7	1,48	0,36
2	Тур'я-м. Ковель	176	434	0,14	-0,57	-4,0	1,08	0,45
3	Стохід-сmt Любешів	179	368	0,17	-0,06	-0,4	1,26	0,47
4	Стир-м. Луцьк	185	442	0,16	0,012	0,07	1,19	0,28
5	Случ-м. Новоград-Волинський	140	407	0,15	-0,14	-0,9	1,28	0,51
6	Случ-м. Сарни	141	396	0,19	0,24	1,3	1,60	0,50
7	Уборть-с. Перга	132	339	0,36	-0,04	-0,1	3,17	0,66
8	Уж-м. Коростень	166	232	0,26	1,15	4,4	2,05	0,19

Середні значення суми іонів за багаторіччя коливалися у межах 368 мг/дм³ (р. Стохід - смт Любешів) до 442 мг/дм³ (р. Стир - м. Луцьк) при точності розрахунку середнього значення σ 1,08 %-1,60 %; на посту р. Уборть-с. Перга значення $\bar{C}$ склало 339 мг/дм³ при σ =3,17 %; на посту р. Уж - м. Коростень величина $\bar{C}$ склала 232 мг/дм³ при σ =2,05 %.

На більшості постів значення C_v склало 0,14-0,19, на постах р. Уборть - с. Перга і р. Уж -м. Коростень 0,36 та 0,26 відповідно. Значення C_s змінювалось від (-0,57) до 1,15, співвідношення C_s/C_v коливалось у межах від (-4,0) до 4,4.

Статистичні характеристики багаторічних рядів значень мінералізації водних об'єктів суббасейну річки Десна наведені в табл. 7.12.

Довжина рядів у суббасейні Десни коливалася від 97 проб (р. Сейм - с. Мутин) до 204 проб (р. Десна – м. Чернігів). Середні значення суми іонів за багаторіччя $\bar{C}$ коливалися у межах від 300 мг/дм³ (р. Снов - с. Щорс) до 447 мг/дм³ (р. Сейм - с. Мутин) при точності розрахунку середнього значення σ від 1,06 % до 2,11 %.

Значення C_v склало 0,15-0,23. Значення C_s змінювалось від (-0,37) до 0,30, співвідношення C_s/C_v коливалось у межах від (-2,4) до 1,6.

Таблиця 7.12 – Статистичні характеристики рядів загальної мінералізації водних об’єктів у суббасейні річки Десна за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	n , проб	$\bar{C}$, мг/дм ³	C_v	C_s	C_s/C_v	$\sigma = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}$	$r(1)$
1	Десна - м. Чернігів	204	372	0,15	-0,37	-2,4	1,06	0,377
2	Десна - с. Літки	189	374	0,16	-0,23	-1,5	1,15	0,334
3	Головесня - с. Покошичі	120	398	0,23	-0,05	-0,2	2,11	0,465
4	Сейм - с. Мутин	97	447	0,19	0,00	0	1,93	0,081
5	Снов - с. Щорс	110	300	0,19	0,30	1,6	1,76	0,186

За допомогою програми StokStat також були отримані статистичні характеристики для рядів виміряних значень мінералізації водних об’єктів суббасейну Середнього Дніпра (табл. 7.13) за багаторічний період з 1990 по 2015 роки.

Таблиця 7.13 – Статистичні характеристики рядів загальної мінералізації водних об’єктів у суббасейні Середнього Дніпра за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	n , проб	$\bar{C}$, мг/дм ³	C_v	C_s	C_s/C_v	$\sigma = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}$	$r(1)$
1	Тетерів - смт Іванків	92	373	0,18	1,21	7,1	1,85	0,26
2	Ірпінь-сmt Гостомель (с. Мостище)	171	476	0,13	-0,03	-0,2	0,99	0,21
3	Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький.	179	610	0,12	-0,06	-0,5	0,90	0,09
4	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	92	531	0,13	-0,20	-1,5	1,35	0,24
5	Сула - м. Лубни	177	807	0,19	0,72	3,8	1,43	0,31
6	Удай - м. Прилуки	87	831	0,18	-0,32	-1,8	1,91	0,01
7	Тясмин - с. Велика Яблунівка	105	699	0,20	0,14	0,7	1,91	0,29
8	Псел - с. Запсілля	101	712	0,17	-0,03	-0,2	1,66	0,003
9	Хорол - м. Миргород	106	971	0,25	1,06	4,3	2,34	0,46
10	Ворскла - м. Кобеляки	168	785	0,18	0,34	1,9	1,41	0,08

Довжина рядів у суббасейні Середнього Дніпра змінювалась від 87 проб (р. Удай – м. Прилуки) до 179 проб (р. Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький.). Середні значення суми іонів за багаторіччя коливалися у межах від 373 мг/дм³ (р. Тетерів - смт Іванків) до 971 мг/дм³ (р. Хорол - м. Миргород), при точності розрахунку середнього значення $\sigma = 0,90\% - 2,34\%$. По посту р. Ірпінь - смт Гостомель значення $\bar{C}$ склало 476 мг/дм³, на р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький $\bar{C}$ склало 610 мг/дм³ при $\sigma = 0,99\%$ та $0,90\%$ відповідно. На р. Хорол-м. Миргород значення $\bar{C}$ дорівнювало 971 мг/дм³ при $\sigma = 2,34\%$.

На постах р. Ірпінь - смт Гостомель (с.Мостище), р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький та р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський значення C_v дорівнювали 0,12-0,13; на постах р. Тетерів – смт Іванків, р. Сула – м. Лубни, р. Удай – м. Прилуки, р. Псел - с. Запсілля та р. Ворскла - м. Кобеляки значення C_v були у межах 0,17-0,19; а найбільші значення C_v спостерігались по створах р. Тясмин-с. Велика Яблунівка та р. Хорол - м. Миргород і, відповідно, складали 0,20 та 0,25. Значення C_s змінювалось від (-0,03) по пунктах р. Ірпінь - смт Гостомель та р. Псел - с. Запсілля до 1,21 в створі р. Тетерів-сmt Іванків); співвідношення C_s / C_v коливалось у межах від (-0,2) до 7,1.

За допомогою програми StokStat були отримані статистичні характеристики для рядів виміряних значень мінералізації водних об'єктів суббасейну Нижнього Дніпра (табл. 7.14) за багаторічний період з 1990 по 2015 роки.

Довжина рядів у суббасейні Нижнього Дніпра коливається від 103 проб (р. Інгулець – с. Садове) до 172 проб (р. Мокра Московка- м. Запоріжжя). Середні значення суми іонів за багаторіччя коливалися у межах 357 мг/дм³ (р. Інгулець – с. Садове) до 3356 мг/дм³ (р. Солона – с. Новопавлівка), при точності розрахунку середнього значення $\sigma = 1,08\% - 2,68\%$; на посту р. Вовча – смт Васильківка значення $\bar{C}$ склало 3305 мг/дм³ при $\sigma = 1,17\%$; на посту Солона – с. Новопавлівка величина $\bar{C}$ склала 3356 мг/дм³ при $\sigma = 1,43\%$.

Таблиця 7.14 – Статистичні характеристики рядів загальної мінералізації водних об’єктів у суббасейні Нижнього Дніпра за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	n , проб	$\bar{C}$, мг/дм ³	C_v	C_s	C_s/C_v	$\sigma = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}$	$r(1)$
1	Вовча – смт Васильківка	170	3305,0	0,15	-0,31	-2,04	1,17	0,33
2	Солона – с. Новопавлівка	159	3356,0	0,18	-0,19	-1,06	1,43	0,33
3	Мокра Московка-м. Запоріжжя	172	1377,0	0,26	0,79	3,04	1,98	0,28
4	Інгулець – с. Садове	103	357	0,11	5,00	45,45	1,08	0,056
5	Інгулець – м. Кривий Ріг	171	1524,8	0,35	0,96	2,74	2,68	0,43

На посту р. Мокра Московка- м. Запоріжжя значення $\bar{C}$ склало 1377 мг/дм³ при $\sigma=1,98$ %, а на постах р. Інгулець – м. Кривий Ріг і р. Інгулець – с. Садове при $\sigma=2,68$ та 1,08, відповідно, 1524,8 мг/дм³ та 357 мг/дм³. Значення C_v склало 0,11 - 0,35, Значення C_s змінювалось від (-0,19) до 5,00, а співвідношення C_s/C_v коливалось у межах від (-1,06) до 45,45.

7.3.2 Закони розподілу мінералізації

Законом розподілу випадкової величини називають будь-яку відповідність між можливими значеннями випадкової величини та їх імовірностями. Підібравши закон розподілу до статистичного ряду (вибірки), можна розрахувати імовірність того, що випадкова величина знаходиться у заданому інтервалі або імовірність того, що випадкова величина прийме значення менше (більше) деякого конкретного числа із області значень цієї випадкової величини [63] - [65].

Закон розподілу випадкової величини x може визначатися у вигляді

функції розподілу $F(x)$ або щільності імовірності $f(x)$. Дуже часто його представляють сукупністю інтервальних імовірностей p_i або інтервальних теоретичних частот $\tilde{m}_i$. Якщо область значень величини розділяється на k часткових інтервалів довжиною c , то знаючи щільність імовірності, яка притаманна цій випадковій величині, можна знайти, використовуючи відомі властивості цієї функції, імовірність того, що випадкова величина належить до будь-якого i -того часткового інтервалу з його серединою $\tilde{x}_i$. Ця імовірність визначається формулою:

$$\begin{cases} \tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_i, \dots, \tilde{x}_k \\ \tilde{m}_1, \tilde{m}_2, \dots, \tilde{m}_i, \dots, \tilde{m}_k \end{cases} \quad (i = \overline{1, k}). \quad (7.9)$$

Таким чином, можна одержати закон розподілу випадкової величини x , який визначається сукупністю інтервальних теоретичних частот та значень випадкової величини на серединах градацій.

Нормальний розподіл. Щільність імовірності та функція розподілу нормального закону для випадкової величини X визначаються рівняннями

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(x - m_x)^2}{2\sigma_x^2} \right\}, \quad (7.10)$$

$$-\infty < x < \infty$$

$$F(x) = P(X < x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx. \quad (7.11)$$

Параметрами цього закону є математичне сподівання m_x (параметр масштабу) і дисперсія σ_x^2 (параметр форми).

Нормальний розподіл (закон Гаусса) часто використовується в статистичних дослідженнях атмосфери та гідросфери. Основними властивостями нормального розподілу є [23], [57], [58], [63], [65], [66]:

а) графік кривої розподілу (щільності імовірності) для випадкової величини X має наступні властивості. Вона симетрична відносно ординати, яка проходить через точку, що дорівнює математичному сподіванню m , а воно є центром нормального розподілу;

б) крива має один максимум за умови $x = m_x$ (розподіл одномодальний);

в) за умови $|x| \rightarrow \infty$ вітки кривої асимптотично наближаються до осі абсцис;

г) згідно з симетричністю кривої розподілу, математичне сподівання, мода й медіана нормально розподіленої випадкової величини співпадають: $m_x = M_0 = Me$;

г) крива розподілу має дві точки перегину з координатами:

$$\left[(m_x - \sigma_x); \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi e}} \right]; \left[(m_x + \sigma_x); \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi e}} \right]. \quad (7.12)$$

д) непарні центральні моменти нормального розподілу дорівнюють нулю;

е) коефіцієнти асиметрії та ексцесу дорівнюють нулю:

$$r_3 = As = \frac{\mu_3}{\sigma_x^3} = 0; \quad (7.13)$$

$$E = r_4 - 3 = \frac{\mu_4}{\sigma_x^4} - 3 = \frac{3\sigma_x^4}{\sigma_x^4} - 3 = 0. \quad (7.14)$$

Стає зрозумілою важливість обчислювання цих коефіцієнтів для емпіричних рядів, оскільки один (A_s) є мірою скосу, а інший (E) – характеризує сплюсненість (або витягнутість) кривої даного розподілу порівняно з кривою нормального розподілу;

є) форма кривої нормального розподілу не змінюється зі зміною математичного сподівання m_x (параметра масштабу). При зменшенні (або збільшенні) математичного сподівання графік щільності імовірності зсувається ліворуч (праворуч) по осі абсцис;

ж) при змінюванні дисперсії σ_x^2 змінюється форма кривої розподілу випадкової величини X . Зі збільшенням дисперсії максимальна ордината зменшується, а зі зменшенням σ_x^2 - збільшується. Згідно з властивістю щільності імовірності, площа, що обмежена кривою розподілу і віссю абсцис, дорівнює одиниці. Тому при зростанні дисперсії крива розподілу розтягується уздовж осі абсцис.

з) якщо випадкова величина X нормально розподілена, для неї справедливими є три співвідношення:

$$P[m_x - \sigma_x < x < m_x + \sigma_x] = 0,6827; \quad (7.15)$$

$$P[m_x - \sigma_x < x < m_x + \sigma_x] = 0,9545; \quad (7.16)$$

$$P[m_x - \sigma_x < x < m_x + \sigma_x] = 0,9973; \quad (7.17)$$

З останньої рівності (7.17) виходить, що практично розсіяння нормально розподіленої випадкової величини X укладається на інтервалі $m_x \pm 3\sigma_x$. Імовірність того, що значення випадкової величини X виходить за цей інтервал, дуже мала і дорівнює 0,0027. Така подія може вважатися практично неможливою. На цьому засновано правило трьох сигм, яке формулюється таким чином: якщо випадкова величина має нормальний розподіл, то відхил цієї величини від математичного сподівання за абсолютною величиною не перебільшує трьох середніх квадратичних відхилів [64], [65].

Головна особливість нормального закону полягає у тому, що він є граничним законом, до якого наближаються інші закони розподілу.

Перший тип розподілів Пірсона. У відповідності до загальної теорії розподілів Пірсона перший тип спостерігається за умови від'ємного значення статистики капа ($\alpha < 0$). Вона розраховується за такою формулою [63], [67]

$$\alpha = -\frac{r_3^2 (S+2)^2}{16(S+1)}. \quad (7.18)$$

Статистика S одержується як

$$S = \frac{6(r_4 - r_3^2 - 1)}{3r_3^2 - 2r_4 + 6}, \quad (7.19)$$

де r_3 та r_4 - третій та четвертий основні моменти розподілу.

Для першого типу розподілів Пірсона основне рівняння має вигляд

$$\tilde{m}_i = \tilde{m}_0 \left(1 + \frac{z_i}{l_1}\right)^{q_1} \left(1 - \frac{z_i}{l_2}\right)^{q_2}. \quad (7.20)$$

У рівнянні (7.20) q_1 , q_2 , l_1 , l_2 , $\tilde{m}_0$ - параметри цього розподілу, а змінна z_i - безрозмірна величина, яка розраховується за формулою

$$z_i = \frac{\tilde{x}_i - \hat{x}}{c}, \quad (7.21)$$

де

$$\hat{x} = \bar{x} - \frac{S_x \cdot r_3 (S + 2)}{2(S - 2)}. \quad (7.22)$$

Параметри форми (q_1, q_2) визначаються як:

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{1}{2} \left[(S - 2) \mp S(S + 2) \frac{r_3}{t} \right], \quad (7.23)$$

де t - статистика, що розраховується за допомогою рівняння

$$t = 4\sqrt{(S + 1)(1 - \alpha)}. \quad (7.24)$$

Параметри масштабу (l_1, l_2) розраховуються за такими формулами

$$l_1 = \frac{q_1 l}{S-2}, \quad (7.25)$$

$$l_2 = \frac{q_2 l}{S-2}, \quad (7.26)$$

де l_1 - є ліва межа, а l_2 - права межа визначення функції (7.20).

Область існування функції (7.20) можна визначити також рівняннями

$$l = l_1 + l_2, \quad (7.27)$$

$$l = \frac{\sigma t}{2}, \quad (7.28)$$

$$\sigma = \frac{S_x}{c}, \quad (7.29)$$

Формула (7.29) свідчить про те, що σ є безрозмірний середній квадратичний відхил, оскільки c - довжина часткового інтервалу.

Параметр $\tilde{m}_0$ є теоретичною частотою за умови $z_i = 0$ і розраховується за допомогою рівняння (7.30)

$$\tilde{m}_0 = \frac{n q_1^{q_1} q_2^{q_2}}{l(S-2)^{S-2}} \frac{\Gamma(q_1 + q_2 + 2)}{\Gamma(q_1 + 1) \Gamma(q_2 + 1)} \quad (7.30)$$

де n - загальний об'єм вибірки;

$\Gamma(x)$ - гамма-функція відповідного аргументу [60].

Вигляд кривих розподілу Пірсона першого типу залежить від параметрів форми q_1 і q_2 , а параметри l_1 та l_2 визначають границі області визначення функції (7.20).

У відповідності до загальної теорії розподілів Пірсона, третій тип

спостерігається при будь-яких значеннях статистики капа ($-\infty < \kappa < \infty$), яка розраховується за формулою (7.18).

Основне рівняння для інтервальних теоретичних частот III типу Пірсона має вигляд

$$\tilde{m}_i = \tilde{m}_0 \left(1 + \frac{z_i}{l'} \right)^p e^{-pz_i/l'}, \quad (7.31)$$

де p , l' , $\tilde{m}_0$, - параметри цього розподілу;

z_i - змінна, яка розраховується так:

$$z_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}}{c}, \quad (7.32)$$

де

$$\tilde{x} = \bar{x} - \frac{r_3 \sigma_x}{2}. \quad (7.33)$$

Параметр форми p визначається рівнянням (7.34)

$$p = \frac{4}{r_3^2} - 1. \quad (7.34)$$

Параметр масштабу l' розраховується за формулою (7.35)

$$l' = \sigma \left(\frac{2}{r_3} - \frac{r_3}{2} \right). \quad (7.35)$$

Параметр $\tilde{m}_0$ - це теоретична частота за умови $z_i = 0$, яку можна одержати за допомогою рівняння (7.36)

$$\tilde{m}_0 = \frac{n}{|l'|} \frac{p^{p+1}}{e^p \Gamma(p+1)}, \quad (7.36)$$

де $\Gamma(x)$ - гамма функція відповідного аргументу [63].

Як випливає з рівняння (7.36), III тип розподілів Пірсона об'єднує 6 типів кривих. Як би добре не була б підібрана теоретична крива, між нею та статистичним розподілом завжди будуть деякі розбіжності. Якщо розбіжності статистично незначущі, то вони пояснюються тільки випадковими обставинами. Якщо розбіжності суттєві (статистично значущі), то пов'язані вони з тим, що теоретичний закон розподілу випадкової величини не відповідає емпіричному розподілу.

Для цього необхідно виконати перевірку статистичної гіпотези. Необхідно визначити критерій, за допомогою якого втілюється перевірка гіпотези H_0 відносно альтернативної гіпотези H_i . Гіпотеза H_0 формулюється таким чином: розбіжності між емпіричними m_i і теоретичними $\tilde{m}_i$ частотами є несуттєвими на рівні значущості α .

Для її перевірки використовують так звані «критерії згоди». Одним з них є критерій Пірсона χ^2 , який вважається досить зручним. Він визначається формулою [63], [67]

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k'} \frac{(m_i - \tilde{m}_i)^2}{\tilde{m}_i}. \quad (7.37)$$

Застосування цього критерію для перевірки узгодженості між емпіричними та теоретичними частотами є досить простим, тому що, як випливає з рівності (7.37), він складається із різниць між цими частотами, що й визначає міру розбіжності між ними.

Далі одержане за формулою (7.37) значення критерію Пірсона χ^2

порівнюють з критичним – $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$. Останнє залежить від рівня значущості α та числа степенів вільності ν . Рівень значущості α визначає дослідник. Число степенів вільності залежить від типу розподілу і визначається рівнянням [67], [68]

$$\nu = k' - l \quad (7.38)$$

де k' - кількість часткових інтервалів, для яких $m_i > 5$;

l - кількість лінійних зв'язків відносно інтервальних частот m_i , що використовуються при статистичному оцінюванні моментів розподілу, на основі яких розраховуються оцінки параметрів теоретичного закону.

Числа степенів вільності для визначення $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$ при перевірках гіпотез для законів розподілу, дорівнюють:

- а) нормальний розподіл: $\nu = k' - 3$;
- б) I тип розподілів Пірсона: $\nu = k' - 5$;
- в) III тип розподілів Пірсона: $\nu = k' - 4$.

Рішення відносно прийняття гіпотези H_0 або альтернативної гіпотези H_i залежить від того, в яку область попаде χ^2 . Тому нерівність

$$\chi^2 < \chi_{кр}^2(\alpha, \nu) \quad (7.39)$$

визначає область прийняття гіпотези H_0 , а критична область визначається нерівністю

$$\chi^2 > \chi_{кр}^2(\alpha, \nu) \quad (7.40)$$

У першому випадку, якщо одержується нерівність (7.39), гіпотеза H_0 про незначущість розбіжностей між емпіричними (m_i) та теоретичними ($\tilde{m}_i$)

частотами i , таким чином, про відповідність емпіричного розподілу теоретичному, не відкидається. За умови нерівності (7.40) – приймається гіпотеза H_1 й це означає, що теоретичний розподіл, який обрано для апроксимації емпіричного розподілу, з заданою імовірністю не відповідає останньому.

Авторами була проведена перевірка на відповідність рядів загальної мінералізації законам розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля, результати якої представлені у табл. 7.15 для суббасейну Прип'яті та у табл. 7.16 для суббасейну Десни. Ряди мінералізації за період досліджень на всіх досліджуваних постах у суббасейні річки Прип'ять, окрім посту р. Уборть - с. Перга, відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля за критерієм згоди $\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$ при $\alpha = 0,05$ та $\nu = 7$ (табл. 7.15).

Таблиця 7.15 – Перевірка на відповідність закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля рядів загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні річки Прип'ять за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	$\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$	Розподіл Пірсона III типу		Розподіл С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля	
			χ^2	відповідність	χ^2	відповідність
1	Прип'ять-с. Річиця	12,6	12,5	відповідає	12,5	відповідає
2	Тур'я-м. Ковель	12,6	7,8	відповідає	7,9	відповідає
3	Стохід-сmt Любешів	12,6	9,8	відповідає	10,4	відповідає
4	Стир-м. Луцьк	12,6	7,5	відповідає	10,1	відповідає
5	Случ-м. Новоград-Волинський	12,6	12,3	відповідає	10,1	відповідає
6	Случ-Сарни	12,6	8,1	відповідає	9,6	відповідає
7	Уборть-с. Перга	12,6	17,7	не відповідає	15,8	не відповідає
8	Уж-м. Коростень	12,6	7,1	відповідає	11,5	відповідає

Таблиця 7.16 – Перевірка на відповідність закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля рядів загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні річки Десна за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	$\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$	Розподіл Пірсона III типу		Розподіл С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля	
			χ^2	відповідність	χ^2	відповідність
1	Десна – м. Чернігів	12,6	7,1	відповідає	7,4	відповідає
2	Десна – с. Літки	12,6	7,4	відповідає	11,1	відповідає
3	Головесня - с. Покошичі	12,6	8,8	відповідає	35,2	не відповідає
4	Сейм - с. Мутин	12,6	8,7	відповідає	12,4	відповідає
5	Снов - с. Щорс	12,6	5,3	відповідає	13,1	не відповідає

У суббасейні Десни ряди мінералізації на всіх досліджуваних постах відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля за критерієм згоди $\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$ при $\alpha = 0,05$ та $\nu = 7$, за виключенням постів р. Головесня - с. Покошичі та р. Снов - с. Щорс, на яких значення $\chi^2 > \chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$, тобто ряди мінералізації за досліджуваній період не відповідають закону розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля (табл. 7.16).

Перевірка на відповідність рядів загальної мінералізації законам розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля для суббасейну Середнього Дніпра проводилась для десяти створів, чотири з яких належать до правобережних приток, інші шість – до лівобережних. Результати представлені у табл. 7.17.

Ряди мінералізації за період досліджень на правобережних притоках у суббасейні Середнього Дніпра, відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля за критерієм згоди $\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$ при $\alpha = 0,05$ та $\nu = 7$ тільки в межах створу р. Ірпінь - смт. Гостомель (с.Мостище) (табл. 7.17).

Таблиця 7.17 – Перевірка на відповідність закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля рядів загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні Середнього Дніпра за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	$\chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$	Розподіл Пірсона III типу		Розподіл С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля	
			χ^2	відповідність	χ^2	відповідність
1	Тетерів - смт Іванків	12,6	13,2	не відповідає	16,9	не відповідає
2	Ірпінь - смт Гостомель (с.Мостище)	12,6	5,90	відповідає	11,7	відповідає
3	Рось - м. Корсунь-Шевченківський	12,6	9,30	відповідає	20,2	не відповідає
4	Тясмин - с. Велика Яблунівка	12,6	7,48	відповідає	15,5	не відповідає
5	Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький	12,6	10,2	відповідає	18,8	не відповідає
6	Сула - м. Лубни	12,6	15,5	не відповідає	14,4	не відповідає
7	Удай - м. Прилуки	12,6	3,92	відповідає	6,68	відповідає
8	Псел - с. Запсілля	12,6	2,86	відповідає	12,96	не відповідає
9	Хорол - м. Миргород	12,6	4,0	відповідає	4,25	відповідає
10	Ворскла - м. Кобеляки	12,6	12,1	відповідає	4,9	не відповідає

В районі поста р. Тетерів - смт Іванків ряди мінералізації не відповідають жодному з досліджуваних законів розподілу.

Стосовно інших двох правобережних створів, які розташовані вниз за течією, ряди мінералізації за досліджуваний період не відповідають закону розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля, на яких значення $\chi^2 > \chi^2_{кр}(\alpha, \nu)$.

Для створів р. Удай – м. Прилуки та р. Хорол-м. Миргород, які знаходяться на лівих притоках суббасейну Середнього Дніпра, ряди мінералізації відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля. В межах створу Сула – м. Лубни

ряди мінералізації не відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля (табл. 7.17).

Ряди загальної мінералізації, які визначалися на постах річок Трубіж, Псел та Хорол, не відповідають трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля, оскільки $\chi^2 > \chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$.

Була проведена перевірка на відповідність рядів загальної мінералізації законам розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля для суббасейну Нижнього Дніпра. Результати перевірки представлені у табл. 7.18.

Таблиця 7.18 – Перевірка на відповідність закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля рядів загальної мінералізації водних об'єктів у суббасейні Нижнього Дніпра за 1990-2015 рр.

№ з/п	Річка - пост	$\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$	Розподіл Пірсона III типу		Розподіл С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля	
			χ^2	відповідність	χ^2	відповідність
1	Вовча - смт Васильківка	12,6	9,7	відповідає	5,9	відповідає
2	Солона - с. Новопавлівка	12,6	3,45	відповідає	3,96	відповідає
3	Мокра Московка - м. Запоріжжя	12,6	7,65	відповідає	12,3	відповідає
4	Інгулець - с. Садове	12,6	8,9	відповідає	20,7	не відповідає
5	Інгулець – м. Кривий Ріг	12,6	15,37	не відповідає	15,49	не відповідає

У суббасейні Нижнього Дніпра ряди мінералізації на всіх досліджуваних постах відповідають закону розподілу Пірсона III типу та трьохпараметричному розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля за критерієм згоди $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$ при при

$\alpha = 0,05$ та $\nu = 7$, за виключенням постів р. Інгулець – м. Кривий Ріг та р. Інгулець – с. Садове, на яких значення $\chi^2 > \chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$, тобто ряди мінералізації за досліджуваний період не відповідають закону розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля, але на посту р. Інгулець – с. Садове ряди мінералізації відповідають закону розподілу Пірсона III типу, а на посту р. Інгулець – м. Кривий Ріг – ні.

7.4 Екологічна оцінка якості води сольового, еколого-санітарного і токсикологічного блоків на підставі комплексу даних Держкомгідромету. Аналіз впливу водності річок на якість води

7.4.1 Екологічна оцінка якості води

Екологічна оцінка якості води дозволяє дати відповіді на такі важливі запитання як екологічний стан водного об'єкту для потреб різних водокористувачів, напрямок змін якості поверхневих вод у хронологічному та просторовому розрізі, визначити величину антропогенної дії та ефективність водоохоронних заходів. Екологічна оцінка якості води виконана відповідно до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [51] за середніми значеннями. На основі гідрохімічних даних і проведених розрахунків середньорічних показників якості води одержані чисельні значення класів та категорій якості досліджуваних вод по сольовому (I_1), трофо-сапробіологічному (I_2) блокам і блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії (I_3), а також відповідних інтегральних індексів I_E .

Суббасейн річки Прип'ять. Аналіз просторових змін мінералізації води в межах української частини суббасейну річки Прип'ять засвідчив, що значних змін її якості за критерієм мінералізації не спостерігається. За цим критерієм за середньорічними значеннями (табл. У.1 додатку У) річкові води суббасейну

Прип'яті належать, в основному, до прісних гіпогалинних (І клас, 1 категорія) та на двох постах (р. Турія – м. Ковель, р. Уборть – с. Перга) до прісних олігогалинних (ІІ клас, 2 категорія) у 5 % і 8 % випадків відповідно.

Відповідно до критерію забруднення компонентами сольового складу за середніми річними значеннями (табл. У.2 додатку У) у суббасейні Прип'яті спостерігався І клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 80 % - 96 % випадків, ІІ клас 2 категорія якості зафіксована у 4 % - 20 % випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти). У пункті р. Прип'ять - с. Річиця у 1992 році зафіксовано погіршення якості до ІІ класу 3 категорії (води добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). На всіх постах погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості хлоридів, якість води за цим показником знижується до ІІ класу 2-3 категорії, особливо у 1990-1996 роки.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками (табл. У.3 додатку У) води басейну Прип'яті за досліджуваний період спостерігалися ІІ класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти, α -олігосапробні за сапробністю, мезотрофні за трофністю).

У 2015 році на посту р. Уборть - с. Перга, спостерігалися води ІІ класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти, β' -мезосапробні за сапробністю, мезоевтрофні за трофністю) у 26 % - 85 % випадків, ІІІ класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти, β' -мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю) у 15 % - 69 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили прозорість, азот амонійний, азот нітритний, біхроматна окиснюваність. Прозорість на всіх постах у всі роки сягала V класу 7 категорії, за іншими названими показниками якості води коливалася у межах від ІІІ класу 4 категорії до IV класу 6 категорії.

Великий внесок у погіршення якості води вносять специфічні забруднюючі речовини токсичної дії. За середніми річними значеннями блокового індексу I_3 (табл. У.4 додатку У) води басейну Прип'яті за досліджуваний період спостерігалися ІІ класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за

ступенем чистоти) у 2015 році на постах р. Стохід - смт Любешів та р. Случ - м. Новоград-Волинський, а також у 2002, 2005 і 2012 роках на посту р. Турія - м. Ковель. Води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) спостерігалися у 23 % - 54 % випадків, III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 27 % - 61 % випадків.

Одиничні значення якості води III класу 5 категорії спостерігалися на постах 13370 і 13307 у 1992 р., 13305 – 1993 р., 13312 – 1998р., на інших постах така якість води зустрічалася 12-35 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_3 вносили *СПАР*, кількість яких на всіх постах у всі роки погіршувала якість води у межах від III класу 5 категорії до V класу 7 категорії. За кількістю нафтопродуктів якість води коливалася у межах від II класу 2 категорії до III класу 5 категорії, концентрації заліза загального та хрому дозволяють віднести воду від II класу 3 категорії до III класу 5 категорії, за концентраціями цинку та міді воду можна було віднести від I класу 1 категорії до III класу 4 категорії. Також відмітимо, що на всіх постах після 2000 року якість води покращується за середньорічними показниками блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії.

За інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями за досліджуваний період (табл. У.5 додатку У) якість води становила II класу 2 категорії (4 % - 50 %) та 3 категорії (42 % - 96 %). На більшості постів зафіксовані одиничні значення III класу 4 категорії у 1992 році. Великий внесок у погіршення якості води вносять речовини трофо-сапробіологічного блоку та блоку забруднюючих речовин токсичної дії.

Суббасейн річки Десна. Аналіз просторових змін мінералізації води в межах української частини суббасейну річки Десна показує, що значних змін її якості за критерієм мінералізації не спостерігається. За цим критерієм за середньорічними значеннями (табл. У.6 додатку У) річкові води суббасейну Десни належать, в основному, до прісних гіпогалінних (I клас, 1 категорія) та на посту р. Сейм - с. Мутин до прісних олігогалінних (II клас, 2 категорія) у 12 % випадків.

Відповідно до критерію забруднення компонентами сольового складу за середніми річними значеннями (табл. У.7 додатку У) у басейні Десни спостерігався І клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 84 % - 96 % випадків, ІІ клас 2 категорія якості зафіксована у 4 % - 16 % випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) у пунктах спостережень на Десні у 1995 (с. Літки) і 1996 (м. Чернігів) роках, у 1991 р. (с. Покошичі), у 2004 р. (с. Щорс) та у 1991-1995 рр. (с. Мутин). На всіх постах погіршення якості води відбувається, в основному, за рахунок збільшення кількості хлоридів, якість води за цим показником знижується до ІІ класу 2-3 категорії, особливо у 1990-1996 роки.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками (табл. У.8 додатку У) води суббасейну Десни за досліджуваний період відносилися, в основному, до ІІ класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти, β' - мезосапробні за сапробністю, мезоевтрофні за трофністю) у 80 % - 96 % випадків. Також зафіксовані одиничні випадки ІІ класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти, α - олігосапробні за сапробністю, мезотрофні за трофністю) – у 1991 році на посту 13324 та у 1997, 1999 роках на посту 13326, і одиничні випадки ІІІ класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти, β'' - мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю) у 2008 – на посту 13323, у 2009 – на посту 13369, у 1994 – на посту 13325, у 1995-1996 рр. – на посту 13326, у 1994-1996 рр. – на посту 13324. Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили прозорість, азот амонійний, азот нітритний, біхроматна окиснюваність. Прозорість на всіх постах у всі роки сягала V класу 7 категорії, за іншими названими показниками якості води коливалася у межах від ІІІ класу 4 категорії до IV класу 6 категорії.

Великий внесок у погіршення якості води вносять специфічні забруднюючі речовини токсичної дії. За середніми річними значеннями блокового індексу I_3 (табл. У.9 додатку У) води басейну Десни за досліджуваний період спостерігалися ІІ класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) на притоках: у 2002, 2013 роках на посту р. Головесня –

с. Покошичі, у 2010, 2015 роках р. Сейм - с. Мутин, а також у 1997 році на посту р. Снов – с. Щорс. Води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) спостерігалися у 9 % - 44 % випадків на постах Десни – м. Чернігів та с. Літки відповідно, на притоках спостерігалось 12 % - 28 % випадків. Води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) зафіксовані у 36 % на посту Літки і 74 % випадків на посту Чернігів, 36 % - 44 % - на притоках. Води III класу 5 категорії (посередні за станом, помірно забруднені за ступенем чистоти) зафіксовані у 16 % випадків на посту м. Чернігів і 24 % на посту с. Літки, 20-28 % - на притоках. Також на всіх постах, крім м. Чернігів, зафіксовані одиничні випадки води IV класу 6 категорії (погані за станом, брудні за ступенем чистоти) та на постах 13324 (Головесня-с. Покошичі) у 1995 р. і 13325 (Сейм-с. Мутин) у 1998 р. – води V класу 7 категорії (дуже погані за станом, дуже брудні за ступенем чистоти).

За інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями за досліджуваний період (табл. У.10 додатку У) якість води становила II класу 2 категорії 9 % - 12 % випадків у р. Десна та 12-32 % випадків на притоках. Води II класу 3 категорії становили 86 % - 91 % у р. Десна та 68 % - 80 % на притоках.

Суббасейн Середнього Дніпра. В межах правобережних приток Середнього Дніпра (р. Тетерів - смт. Іванків, р. Ірпінь - смт Гостомель, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка) за критерієм мінералізації за середньорічними значеннями якість води за класом характеризується як прісна, але категорія значно різниться – зменшується відсоток гіпогалинних вод і збільшується олігогалинних. Якщо в створі р. Тетерів - смт Іванків на гіпогалинні води (концентрація мінералізації менш за 500 мг/дм³) припадає 92 %, в р. Ірпінь - с. Гостомель – 77 %, в р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський – 28 %, то в створі р. Тясмин - с. Велика Яблунівка на всі 100 % води - олігогалинні (концентрація мінералізації більш за 500 мг/дм³) за категорією якості (табл.У.11 додатку У).

Серед лівобережних приток (р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький, р. Сула - м. Лубни, р. Удай - м. Прилуки, р. Псел - с. Запсілля, р. Хорол -

м. Миргород, р. Ворскла - м. Кобеляки) якість води за критерієм мінералізації в основному оцінюється як прісна олігогалинна (р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький – 100 %, р. Псел - с. Запсілля – 100%, р. Хорол - м. Миргород – 89 %, р. Ворскла - м. Кобеляки – 100 %), тобто «дуже добра» за станом – «чиста» за ступенем чистоти. В деякі роки вода в цих створах була солонуватою β' -мезогалинною («добра» за станом – «досить чиста» за ступенем чистоти). На долю цих вод припадає 8 % в межах р. Сула-м. Лубни (1992, 1997 рр.), 13 % - р. Удай - м. Прилуки (1996 - 1997, 2009 рр.) та 11 % в створі р. Хорол - м. Миргород (1996, 2009рр.) від кількості спостережень.

Стосовно критерію забруднення компонентами сольового складу за середніми річними значеннями (табл. У.12 додатку У) у суббасейні Середнього Дніпра (на правобережних притоках) І клас 1 категорія якості води (води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти) спостерігався лише в створах р. Тетерів - смт Іванків та р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський у 20 % та 8 % випадків відповідно. В усіх пунктах спостереження на правобережжі Середнього Дніпра зафіксована якість води, що характеризувалась II класом та 2 категорією (від 76 % випадків в межах р. Тясмин - с. Велика Яблунівка до 100 % – в межах р. Ірпінь - смт Гостомель). Вода II-го класу та 3 категорії якості («добра» за станом – «досить чиста» за ступенем чистоти) спостерігалась у 24 % випадків тільки в створі р. Тясмин - с. Велика Яблунівка. Найбільший негативний вплив справляли хлориди, по яких якість води оцінювалась 2-3 категоріями.

Якість води за компонентами сольового складу погіршувалась вниз за течією в межах лівобережних приток. Якщо в створі р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький вода у 100 % випадків належить до II класу 2 категорії, то в пунктах р. Сула - м. Лубни, р. Удай - м. Прилуки та р. Псел - с. Запсілля доля води цієї якості склала відповідно 8 %, 4 % та 8 %. Вода II класу та 3 категорії якості відзначалась в усіх створах, за виключенням р. Трубіж, і спостерігалась від 17 % (р. Хорол - м. Миргород) до 80 % випадків (р. Псел - с. Запсілля). За виключенням р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький, спостерігалось збільшення класу якості води до III: 4 категорія (вода задовільна за станом або слабко

забруднена за ступенем чистоти) була в створах р. Сула - м. Лубни (36 % випадків), р. Удай - м. Прилуки (33 % випадків), р. Псел - с. Запсілля (12 % випадків), р. Хорол - м. Миргород (78 % випадків), р. Ворскла - м. Кобеляки (68 % випадків); а 5 категорія (вода посередня за станом або помірно забруднена за ступенем чистоти) – в створах р. Сула - м. Лубни та р. Хорол - м. Миргород (в 4 % та 5% випадків відповідно). По цих пунктах спостереження якості води погіршується за рахунок збільшення як кількості хлоридів, так і сульфатів, які мають 3-4 категорію якості.

До блоку трофо-сапробіологічних показників якості води басейну Середнього Дніпра належать: гідрофізичні – завислі речовини, прозорість; гідрохімічні – водневий показник рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, відсоток насиченості води киснем, перманганатна окислюваність, біхроматна окислюваність (ХСК), біохімічне споживання кисню.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками (табл. У.13 додатку У) як правобережні так і лівобережні притоки суббасейну Середнього Дніпра за досліджуваний період відносилися до II та III класів якості води. З усіх створів тільки в межах р. Ірпінь – смт Гостомель (права притока) вода оцінюється 2-ю категорією і характеризується як α -олігосапробна за сапробністю, мезотрофна за трофністю (у 4 % випадків).

Відносно правих приток можна зазначити, що 3-я та 4-а категорії якості води спостерігаються в межах усіх створів, а 5-а категорія (вода α' -мезосапробна за сапробністю, евполітрофна за трофністю) – тільки в створах р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка (у 5 % випадків в кожному). Можна бачити зменшення долі 3-ї категорії (β' -мезосапробні за сапробністю, мезоевтрофні за трофністю) та зростання 4-ї категорії якості води (β'' -мезосапробні за сапробністю – евтрофні за трофністю) за течією. Якість води р. Тетерів оцінюється 3-ю та 4-ю категоріями у 56 % - 44 % випадків відповідно, р. Ірпінь – у 42 % - 54 % випадків відповідно, р. Рось – у 52 % - 44 % випадків відповідно та р. Тясмин – у 8 % - 88 % випадків відповідно.

Відносно лівих приток суббасейну Середнього Дніпра, то краща якість води, яка оцінюється 2-ю категорією і характеризується як α -олігосапробна за сапробністю, мезотрофна за трофністю спостерігалась тільки в межах р. Псел-с. Запсілля (у 4 % випадків). Найгірша якість за трофо-сапробіологічними показниками була в межах створів р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький та р. Хорол - м. Миргород (по 4 % випадків) і оцінювалась 5-ю категорією, тобто вода посередня за станом або помірно забруднена за ступенем чистоти, α' -мезосапробна за сапробністю, евполітрофна за трофністю.

Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили прозорість, азот амонійний, азот нітритний, біхроматна окиснюваність. Прозорість на всіх постах в усі роки сягала V класу 6 категорії, за іншими названими показниками якість води коливалась у межах від III класу 4 категорії до IV класу 6 категорії. Шостою категорією визначалась якість води по наявності фосфору фосфатів в створах 13335, 13339 (праві притоки), 13343, 13346 (ліві притоки). В створі на р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький (13330) якість води за наявністю фосфору фосфатів характеризувалась як дуже погана за станом або дуже брудна за ступенем чистоти (V клас 7 категорія).

Якість води як для лівобережних, так і для правобережних приток за вмістом азоту нітритного становила V категорію, тобто була посередня (за станом), помірно забруднена (за ступенем чистоти), α' -мезосапробна (за сапробністю) та евполітрофна (за трофністю).

Концентрація азоту амонійного для правобережних приток оцінювалась 4-ою категорією якості (13316, 13319, 13335, 13339). Для лівобережних приток категорія якості води коливалась від 3-ї (створи 13337-13338) до 5-ї (пост спостереження 13330).

Кращі показники якості води спостерігались по азоту нітратному. Майже по всіх створах вода відповідала I або II класу якості.

За концентрацією розчиненого кисню води в межах досліджуваного басейну характеризуються, в основному, 1-ю категорією і оцінюються як дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти, α -олігосапробна за сапробністю, мезотрофні

за трофністю, тобто за багаторічний період значення були вище за 8 мг/дм^3 майже по всіх створах. Виключення склали (5 та 6 категорії якості) пости: р. Удай - м. Прилуки – (середньорічні значення: $5,1 \text{ мг/дм}^3$ в 1995 р., $5,56 \text{ мг/дм}^3$ в 1999 р., $4,86 \text{ мг/дм}^3$ в 2007 р.); р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький ($4,35 \text{ мг/дм}^3$ в 1998 р.) та р. Псел – м. Суми ($4,0 \text{ мг/дм}^3$ в 2003 р.).

Великий внесок у погіршення якості води вносять специфічні забруднюючі речовини токсичної дії. До блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), які спостерігались у воді більшості створів, належать мідь, цинк, залізо, марганець, феноли, СПАР та нафтопродукти. За середніми річними значеннями блокового індексу I_3 (табл. У.14 додатку У) води правих приток суббасейну Середнього Дніпра за досліджуваний період оцінювались II, III, та навіть IV класом якості. Вода дуже добра (за станом) або чиста (за ступенем чистоти), тобто відноситься до II класу 2-ї категорії, була в створах 13316 (у 16 % випадків), 13319 (у 8 % випадків), 13335 (у 16 % випадків) 13339 (у 8 % випадків). Найбільш брудні води (IV клас, 6 категорія якості) спостерігались тільки в межах р. Тясмин - с. Велика Яблунівка у 4 % випадків: вода погана за станом – брудна за ступенем чистоти. Відсоток випадків спостереження, коли води річок оцінювались 3 категорією якості (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти), коливався від 52 % (в межах створу 13339) до 60% (в межах створу 13316). Води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) спостерігалися у 16 %, 34 %, 28 % та 28 % випадків на постах р. Тетерів - смт. Іванків, р. Ірпінь - с. Гостомель, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка (відповідно). Води III класу 5-ї категорії (посередні за станом – помірно забруднені за ступенем чистоти) спостерігались в межах всіх створів, за винятком р. Рось: у 8 % випадків в межах пунктів 13316 та 13339 і 4 % випадків в межах пункту 13319.

Практично така ж ситуація склалась і по наявності специфічних забруднюючих речовин токсичної дії в воді лівобережних приток суббасейну Середнього Дніпра. Вода II класу 2-ї категорії якості (дуже добра за станом,

досить чиста за ступенем чистоти) спостерігалась тільки в межах р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький.

Води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) спостерігалися у 44 % випадків на посту 13330, у 8 % випадків на посту 13337, у 56 % випадків на посту 13338, у 48 % на посту 13342, у 4 % випадків на посту 13343 та у 12 % випадків на посту 13346. Води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) найбільш поширені на лівих притоках Середнього Дніпра. Вони зафіксовані у 40 % на р. Трубіж, у 72 % на р. Сула, у 40 % на р. Удай, у 52 % на р. Псел, у 96% на р. Хорол та у 76 % р. Ворскла. Води III класу 5 категорії (посередні за станом, помірно забруднені за ступенем чистоти) спостерігались в створах 13330, 13337, 13338 та 13346 у 4 %, 20 %, 4 % та 12 % випадків відповідно.

Найбільший негативний вклад в якість води вносили: мідь (створи 13337, 13346 – III клас 5 категорія); цинк (створи 13337, 13346 - III клас 5 категорія); феноли (створи 13335, 13337-13338, 13342-13343, 13346 - III клас 5 категорія); марганець (створи 13337, 13343 – III клас 5 категорія); *СПАР* (створи 13342-13343 – III клас 5 категорія; створи 13337-13338, 13346 – IV клас 6 категорія).

За інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями за досліджуваний період (табл. У.15 додатку У) якість води на правобережних притоках, в основному, характеризується II класом 3 категорією: до 80 % випадків в створі 13316, до 92 % - в створах 13319 та 13335; до 84 % - в створі 13339. В інших випадках вода належить до II класу 3 категорії, за виключенням пункту р. Тясмин-с. Велика Яблунівка, де вода оцінювалась III класом 4-ю категорією (у 16 % випадків).

Стосовно лівих приток Середнього Дніпра можна зазначити, що в основному, якість води за інтегральним індексом по середніх річних значеннях належить до II класу 3-ї категорії та III класу 4-ї категорії, але в різних співвідношеннях. Так, в створах 13330 , 13338 та 13342 переважають води 3-ї категорії (96 %, 56 % та 88% відповідно), а в створах 13337, 13343 та 13346 – води 4-ї категорії (60 %, 70 % та 80% відповідно). Тільки в межах пункту

спостереження р. Трубіж -м. Переяслав-Хмельницький якості води у 4 % випадків належить до II класу 2-ї категорії, тобто вода дуже добра за станом або чиста за ступенем чистоти.

Суббасейн Нижнього Дніпра. Для екологічної оцінки якості води в суббасейні Нижнього Дніпра використані дані за 1990 – 2015 роки таких постів: р. Мокра Московка - м. Запоріжжя (13358), у басейні Інгульця р. Інгулець-м. Кривий Ріг (13361), р. Інгулець - с. Садове (13362), у басейні р. Вовчої – р. Вовча - смт. Васильківка (13354), р. Солона - с. Новопавлівка (13356).

Екологічна оцінка якості за критеріями мінералізації та забруднення компонентами сольового складу виконана за середніми показниками. За цим критерієм за середніми показниками води річки Мокра Московка належать в основному до солонуватих β -мезогалинних (II клас, 3 категорія), (табл. У.16 додатку У). Аналіз просторових змін мінералізації води в межах досліджуваної території басейну річки Інгулець засвідчив, що значних змін її якості за критерієм мінералізації не спостерігається. За цим критерієм за середньорічними значеннями річкові води басейну Інгульця належать, в основному, до прісних гіпогалинних (I клас, 1 категорія) (13362), солонуватих β - мезогалинних (II клас, 1,2 категорія) (13361), а води річок Вовчої , Солоної (табл. У.16 додатку У) належать, в основному, до солонуватих β - мезогалинних (II клас, 1, 2 категорія). Часовий розподіл погіршення якості води не виявлений, що вказує на антропогенні чинники погіршення якості води.

Відповідно до критерію забруднення компонентами сольового складу за середніми річними значеннями (табл. У.17 додатку У) у річці Мокра Московка спостерігався I клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 76 % випадків, II клас 2 категорія якості зафіксована у 12 % випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) та , II клас 3 категорія якості (води добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості як хлоридів, так і сульфатів якості води за цим показником знижується до II класу 2-3 категорії, особливо у 2007-2009 роки.

У басейні р. Інгульця (табл. У.17 додатку У) спостерігався І клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 50-90 % випадків, ІІ клас 2 категорія якості зафіксована у 10 % - 40 % випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти). У пункті р. Інгулець - м. Кривий Ріг у 1998 році зафіксовано погіршення якості до ІІ класу 3 категорії (води добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості хлоридів, якість води за цим показником знижується до ІІ класу 2-3 категорії у 2006-2007 роках. Стосовно басейну р. Вовчої (табл. У.17 додатку У) можна відзначити, що спостерігалися води ІІІ класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 50 % - 70 % випадків, 5 категорія якості зафіксована у 30 % - 46 % випадків (води посередні за станом, помірно забруднені за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості сульфатів та хлоридів.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками (табл. У.18 додатку У) у р. Мокра Московка за досліджуваний період спостерігалися води 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти, β' -мезосапробні за сапробністю, мезоевтрофні за трофністю) у 100 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили азот амонійний, азот нітритний, за якими у всі роки якість води сягала ІІІ класу 4-5 категорії, за іншими показниками якість води коливалася у межах ІІ класу від 2 до 3 категорії. Води басейну Інгульця (табл. У.18 додатку У) за досліджуваний період відносяться до ІІ класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти, β' -мезосапробні за сапробністю, мезоевтрофні за трофністю) у 75 % - 85 % випадків, ІІІ класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти, β' -мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю) у 15 % - 25 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили прозорість, азот амонійний, фосфор фосфатів, біхроматна окиснюваність, показники якості яких майже у всі роки сягала якість води коливалася у межах ІІІ класу від 4 категорії до 5 категорії.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками (табл. У.18 додатку У) води басейну Вовчої за досліджуваний період II класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) 20 % - 40 %, III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти, β "-мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю) у 60 % - 80 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_2 вносили прозорість, азот амонійний, фосфор фосфатів, біхроматна окиснюваність, показники якості яких майже у всі роки сягали IV класу 6 категорії.

Можна відмітити, що після 2003 року спостерігається незначне покращення якості води за показниками трофо-сапробіологічного блоку.

Значний внесок у погіршення якості води вносять специфічних забруднюючих речовин токсичної дії. За середніми річними значеннями блокового індексу I_3 (табл. У.19 додатку У) води р. Мокрої Московки за досліджуваний період спостерігалися II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) у 68 % випадків, а води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 32 % випадків. Одиначні значення якості води III класу 5 категорії спостерігалися у 2007 р. та 2000 р. Найбільший внесок у блоковий індекс I_3 вносили мідь, цинк, хром кількість яких на у більшості років погіршувала якість води до III класу 5 категорії. Концентрації заліза загального, фенолів дозволяють віднести воду від II класу 3 категорії та II класу 2 категорії. Покращення якості за цими показниками не відмічається.

Води басейну р. Інгулець (табл. У.19 додатку У) за досліджуваний період спостерігалися II класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) 50-56 %, води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) спостерігалися у 40 % - 47 % випадків, III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 3 % - 4 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс I_3 вносили мідь, цинк, марганець кількість яких на всіх постах у всі роки погіршувала якість води у

межах від III класу 5 категорії до V класу 7 категорії. Концентрації заліза загального та хрому дозволяють віднести воду від II класу 3 категорії до III класу 5 категорії. Ці забруднюючі речовини мають значний вплив і на погіршення якості води басейну Вовчої (табл. У.19 додатку У) , де за досліджуваний період спостерігалися води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) у 78 % - 88 % випадків, III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 12 % - 22 % випадків.

За інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями за досліджуваний період (табл. У.20 додатку У) якість води р. Мокрої Московки відповідала II класу 2 категорії (19 %) та 3 категорії (81 %). Одиничні значення III класу 4 категорії у відмічалися у 2007 році. Якість води в басейні р. Інгулець відповідала II класу 2 категорії (25 % - 54 %) та 3 категорії (46 % - 71 %). На посту р. Інгулець – м. Кривий Ріг (табл. У.20 додатку У), спостерігається 4 % повторюваностей III класу 4 категорії. Якість води в басейні р. Вовча відповідала II класу 2 категорії (30 % - 48 %) та 3 категорії (46 % - 60 %). Спостерігається 6 % - 10 % випадків III класу 4 категорії. Значний внесок у погіршення якості води вносять речовини трофо-сапробіологічного блоку та блоку забруднюючих речовин токсичної дії.

7.4.2 Аналіз впливу водності річок на якість води

У сучасних умовах формування хімічного складу, гідрохімічного режиму, рівня забрудненості практично всіх річкових вод в межах України визначається складним і багатогранним комплексом природних та антропогенних чинників. Найважливішу роль у цих процесах відіграють гідрологічний режим річок, особливості фізико-географічних, геологічних та гідрогеологічних умов у різних частинах їх басейнів, характер і співвідношення промислового і

сільськогосподарського виробництва, особливості і об'єми водокористування тощо [20].

Динаміка гідрохімічного режиму та якості води характеризується закономірними змінами хімічного складу води річки, або окремих його компонентів у часі, а також проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води тощо [19].

Екологічна оцінка якості води була виконана відповідно до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [51] за середніми значеннями. Оцінка рівнів та динаміки забруднення води басейну р. Дніпро з екологічних позицій виконана на основі розрахунку низки екологічних показників якості води за трьома блоками: сольовим – I_1 , трофо-сапробіологічним – I_2 та блоком специфічних забруднюючих речовин токсичної дії – I_3 , а також відповідних інтегральних індексів I_E [51].

Аналіз впливу водності на якість води виконаний для багатоводних, середніх за водністю та маловодних років. Такі роки були виділені за всі роки гідрологічних спостережень на досліджуваних постах басейну Дніпра на основі ранжируваних рядів сумарного шару стоку за водопілля. Період досліджень – 1990 -2015 рр., тобто це ті роки, за які ми маємо сумісні дані по водності та гідрохімічних показниках. Всі досліджувані роки розбивалися на три групи за водністю та в межах кожної групи років аналізувалися зміни якості води.

Для оцінки якості води річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень (1990-2015 рр.) приймалися дані постів моніторингу гідрометеорологічної служби України (на теперішній час Державної служби надзвичайних ситуацій України), де проводяться спостереження за гідрологічним режимом та гідрохімічними показниками води.

Суббасейни Прип'яті та Десни. В результаті аналізу на досліджуваних постах у суббасейнах р. Прип'ять (табл. Ф.1 додатку Ф) та р. Десна (табл. Ф.2 додатку Ф) було виділено від чотирьох до восьми багатоводних років, окрім постів р. Головесня - с. Покошичі та р. Сейм – с. Мути́н, де багатоводних років не

спостерігалось за період з 1990 по 2015 роки. Кількість середніх за водністю років на постах коливалася від семи до дванадцяти, маловодних – від восьми до шістнадцяти.

За інтегральним екологічним критерієм I_E у багатоводні роки на більшості постів суббасейну Прип'яті в основному води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти), у маловодні роки якість води погіршується, спостерігається 12,5 % - 28,5 % вод III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти).

Результати аналізу розподілу класів та категорій якості води р. Прип'ять у роки різної водності за 1990-2015 рр. подані у табл. Ф.3 додатку Ф.

За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (індекс I_3) у багатоводні роки якість води змінюється від II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) до III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти). У середньоводні та маловодні роки якість води за критерієм I_3 погіршується. У маловодні роки майже на всіх постах від 14 % до 37 % складають води III класу 5 категорії (посередні за станом, помірно забруднені за ступенем забрудненості), а на посту р. Турія – м. Ковель зафіксовано 14 % вод IV класу 6 категорії (погані за станом, брудні за ступенем забрудненості).

На посту р. Уборть - с. Перга залежності від водності не спостерігається. Можливо, це можна пояснити тим, що роки по водності виділялися по досить короткому ряду спостережень (57 років), тобто виділення років водності не досить точне.

Результати аналізу розподілу класів та категорій якості води р. Десна у роки різної водності за 1990-2010 рр. подані у табл. Ф.4 додатку Ф.

За критерієм забруднення компонентами сольового складу (індекс I_1) на всіх постах суббасейну Десни якість води у багатоводні та середньоводні роки становила 100 % I класу 1 категорії – води відмінні за станом, дуже чисті за ступенем чистоти. У маловодні роки якість води погіршується, на постах

р. Головесня - с. Покошичі та р. Сейм – с. Мути́н до 5 % -12,5 % вод II класу 2 категорії – дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти.

На посту р. Десна – м. Чернігів за індексом I_1 у багатоводні роки спостерігається I і II класи якості, напевне, у цьому випадку відображається вплив не тільки процесів розбавлення, а й процесів змиву речовин з поверхні.

За трофо-сапробіологічними критеріями (індекс I_2) залежність від водності спостерігається на посту р. Снов – с. Щорс, у маловодні роки у 25 % випадків якість води погіршується до III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти). На інших постах такої залежності не спостерігається.

За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (індекс I_3) на постах суббасейну Десни залежності від водності не спостерігається.

За інтегральним екологічним критерієм I_E (див. табл. Ф.4 додатку Ф) бачимо, що покращення якості води спостерігається на посту р. Десна - м. Чернігів у багатоводні періоди у порівнянні з середніми по водності та на посту р. Снов - с. Щорс у середньоводні періоди у порівнянні з маловодними.

Вплив водності порушується на р. Сейм. Можна припустити, що на р. Сейм відчувається вплив зарегульованості і забруднень антропогенного походження, частина з якого приходить з території Росії, оскільки річка транскордонного значення.

На р. Головесня також порушується вплив водності, цьому є декілька пояснень. Це невеличка річка довжиною 18 км з площею водозбору 29,5 км², протікає територією Мезинського національного парку. Вздовж річки мешкає велика кількість бобрів, які створюють загати, за рахунок чого, водотік знаходиться під тимчасовим підпором у різні періоди року. Річка протікає по заболоченій місцевості, має великий зв'язок з підземними водами, на даній території знаходиться велика кількість підземних джерел [69].

Суббасейн Середнього Дніпра. В результаті аналізу на досліджуваних постах у суббасейні Середнього Дніпра було виділено від одного (р. Ірпінь - с. Мостище) - двох (р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський) до дев'яти (р. Тетерів -

сmt Іванків) - десяти (р. Удай - м. Прилуки) багатоводних років. Кількість середніх за водністю років на постах коливалася від чотирьох (р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський) до чотирнадцяти (р. Ірпінь - с. Мостище), маловодних – від восьми (р. Удай - м. Прилуки) до двадцяти (р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський). По всіх створах, за винятком створу р. Тетерів - сmt Іванків, до маловодних належали два останніх роки спостереження, а саме, 2014-2015 рр. По створу сmt Іванків 2015 р. був маловодним, а 2014 р. належав до середнього по водності року (табл. Ф.5 додатку Ф).

Результати аналізу розподілу класів та категорій якості води річок басейну Дніпра у роки різної водності за 1990-2015 рр. надані у табл. Ф.6 додатку Ф.

По правим притокам Дніпра, таким як р. Тетерів – сmt Іванків та р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський спостерігається найкращий стан води по I блоку (сольовому складу, I_1). В багатоводні роки по створу сmt Іванків вода у 44,4 % належить до I класу 1-ї категорії, тобто «відмінна» за станом - «дуже чиста» за ступенем чистоти; в маловодні - у 12,5 %. По створу м. Корсунь-Шевченківський відповідно це складає 50 % та 100 %, та ще 25 % до цього класу та категорії належать води у середні по водності роки. До II класу 2-ї категорії вода («добра» за класом-«дуже добра» за категорією за її станом або «чиста» за ступенем чистоти) по створах р. Тетерів - сmt Іванків та р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський складала відповідно: у багатоводні роки – 55,6 % та 50 %; у середні по водності роки – 100 % та 75 %; в маловодні роки – 87,5 % та 100%.

По блоку трофо-сапробіологічних показників (II блок, I_2) погіршення якості води відбувалось в межах створу р. Тясмин - с. Велика Яблунівка (у багатоводний та середній за водністю періоди – 100 % випадків), коли вода відповідала III класу та 4-ій категорії – вода «задовільна» за станом та «забруднена» (за класом) «слабко забруднена» (за категорією) за ступенем чистоти. У маловодні роки вода у більшості випадків також належала до 4-ої категорії (78,6 %), але ще вода була «добра» за станом – «чиста»-«досить чиста» за ступенем чистоти (3-я категорія) та «задовільна»-«посередня» за станом або «забруднена» - «помірно-забруднена» за ступенем чистоти (5-а категорія).

По III блоку (речовини токсичної дії, I_3) якість води погіршується в багатоводні роки з II класу (3-я категорія) до III класу (5 категорія) по створах: р. Тетерів - смт Іванків (в багатоводні та маловодні роки), р. Ірпінь - смт Гостомель (с. Мостище) (в середні по водності роки), р. Тясмин - с. Велика Яблунівка (в середні по водності роки, а в маловодні роки погіршувалась навіть до 6-ої категорії – вода «погана» за станом або «брудна» за ступенем чистоти).

За інтегральним показником (I_E) в межах правобережних створів (р. Тетерів - смт Іванків, р. Ірпінь - смт. Гостомель, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський) вода належала до II класу: в меншій мірі до 2-ої категорії та в більшості випадків до 3-ої в незалежності від водності року. Так, по смт. Іванків в багатоводні роки третя категорія спостерігалась в 88,9 % випадків, в середні по водності роки – 87,5 %, в маловодні – 62,5 %. Відповідно в створі смт Гостомель: в багатоводні та середні по водності роки – по 100 %, в маловодні – 81,8 %; в створі м. Корсунь-Шевченківський – 100 % в багатоводні роки, 75 % в середні по водності, 94,7 % – в маловодні роки. Але можна спостерігати погіршення якості води за інтегральним показником в межах правобережного створу, що розташований на р. Тясмин - с. Велика Яблунівка. Якщо в багатоводні роки вода в даному пункті на 100 % належала до II класу 3-ї категорії, то у середні по водності та маловодні роки до 3-ї категорії належало відповідно 87,5 % та 78,6 %, а 12,5 % та 21,4 % - це вода четвертої категорії, тобто «задовільна» за станом і «забруднена» (за класом) - «слабко забруднена» (за ступенем чистоти). Це погіршення відбувалось за рахунок трофо-сапробіологічних речовин (I_2) та речовин токсичної дії (I_3).

Що стосується лівобережних приток, то можна зазначити, що до 1-ої категорії якість води не була в жодному по водності році. В межах р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький в багатоводні роки найгірші показники спостерігались по речовинах II блоку, де 16,7 % належало воді 5-ої категорії якості («задовільна» за класом – «посередня» за категорією за станом або «забруднена» - «помірно забруднена» за ступенем чистоти). Така ж ситуація

спостерігалась по речовинах токсичної дії (ІІІ блок) в середньоводні роки: вода коливалась в межах 2-5 категорій.

По р. Сула - м. Лубни найкращі значення води були в багатоводні роки, коли вода належала до 2-ої категорії якості («добра»-«дуже добра» за станом або «чиста» за ступенем чистоти) по сольовому блоку, але по цьому ж блоку вода погіршилась в маловодні роки і змінювалась в межах 2-5 категорій.

Стосовно якості води в межах створу р. Удай - м. Прилуки можна бачити, що за виключенням випадку, коли вода в багатоводні роки за сольовим складом належала до 2-ої категорії якості, в усі інші роки (незалежно від водності) належала виключно до ІІ класу (3-ої або 4-ої категорії) по всіх блокових індексах. І навіть в багатоводні роки якість погіршилась до 5-ої категорії по речовинах токсичної дії, що може свідчити про змив з поверхні водозбору під час паводків або водопіль.

В усі по водності роки якість вод по речовинах токсичної дії (I_3) погіршується, тобто водність значного впливу на потрапляння забруднювальних речовин немає.

Суббасейн Нижнього Дніпра. Річки Нижнього Дніпра мають змішане живлення. При просуванні на південь збільшується роль дощових паводків, а частка талого стоку зменшується. Гідрологічний режим малих річок характеризується весняною повінню, низькою літньою меженню з окремими дощовими паводками, незначним осіннім підвищенням водності, низькою зимовою меженню, яка часто порушується паводками під час відлиги. За весняну повінь проходить від 40 % до 80 %, а інколи і до 90 % річного стоку. Перша декада березня, кінець лютого позначають початок повені на малих та середніх річках, тривалість якої складає 1,5-2 місяці. Меженний період характеризується невеликими дощовими паводками [19].

Оскільки частка підземного стоку є незначною (10 % - 20 % від поверхневого), невеликі річки басейну чи окремі їх ділянки в посушливі роки пересихають на період від кількох днів до 6 - 8 місяців і більше; в зимовий період характерним є їх промерзання тривалістю до кількох місяців

Аналіз сезонного розподілу величин мінералізації води приток р. Інгулець показав, що максимальні значення характерні для періоду зимової межени, мінімальні показники спостерігались в період весняної повені [23].

Басейн рр. Вовча та Солоня розташований в промислово насиченому регіоні, що досить відчутно позначається на формуванні гідрохімічного режиму річок, зміни якого головним чином відбуваються під дією скидів відпрацьованих водних ресурсів різними видами господарства. Особливістю досліджуваних річок є висока загальна мінералізація води та її невисока річна мінливість, що пов'язане з розчиненням під час весняного водопілля солей, накопичених у верхньому шарі ґрунтів у зоні аерації [66].

У живленні річок Вовча і Солоня беруть участь ґрунтові води сульфатно-кальцієвого і сульфатно-натрієвого складу, а також води хлоридно-сульфатно-натрієвого складу із загальною мінералізацією 3 г/дм^3 - 10 г/дм^3 [66], тому сума іонів у цих річках досягає значень 3292 мг/дм^3 - 3325 мг/дм^3 , і води мають сульфатно - хлоридний натрієво-кальцієво- кальцевий тип у р. Вовча та сульфатно - хлоридний зі змішаним катіонним складом у р. Солоня.

В результаті аналізу на досліджуваних постах у суббасейнах р. Вовча та р. Солоня (табл. Ф.7 додатку Ф) було виділено від п'яти до восьми багатоводних років. Кількість середніх за водністю років на постах коливалася від п'яти до восьми, маловодних – від шести до дев'яти.

Результати аналізу розподілу класів та категорій якості води рр. Вовча та Солоня у роки різної водності за 1990-2010 рр. подані у табл. Ф.8 додатку Ф.

За критерієм забруднення компонентами сольового складу (індекс I_1) на всіх постах якість води у багатоводні роки становила 100 % II класу 2 категорії – води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти У середньоводні та маловодні роки якість води погіршується – зменшується.

За трофо-сапробіологічними критеріями (індекс I_2) у багатоводні роки якість води відноситься до II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). За трофо-сапробіологічними критеріями (індекс I_2) у

багатоводні роки якість води відноситься до II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти).

У середньоводні та маловодні роки якість води за критерієм I_2 погіршується, зростає кількість випадків III класу 4 категорії до 100 %, до 20 % випадків III класу 5 категорії (води посередні за станом, помірно забруднені за ступенем забрудненості).

За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (індекс I_3) у багатоводні роки якість води відноситься до II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) – 40 % до III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) – 60 %. У середньоводні та маловодні роки якість води за критерієм I_3 погіршується. У маловодні роки від 20 % складають води III класу 5 категорії (посередні за станом, помірно забруднені за ступенем забрудненості) а на посту р. Солоня –с. Новопавлівка зафіксовано 10 % вод IV класу 6 категорії (погані за станом, брудні за ступенем забрудненості).

За інтегральним екологічним критерієм I_E у багатоводні роки в основному води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) – 100 %, у маловодні роки якість води погіршується, до III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти).

7.5 Оцінка гідроекологічного ризику та виявлення зон задовільної, напруженої, критичної, кризової та катастрофічної екологічної обстановки у басейні Дніпра

7.5.1 Методи оцінки екологічної обстановки засновані на понятті ГДК

Небезпека – це ситуація, здатна в певних умовах призвести до виникнення небезпечних факторів, під впливом яких можуть наступати несприятливі події і процеси (природні катастрофи або стихійні лиха, аварії, економічні або соціальні

кризи, тощо), тобто виявляється негативний вплив на природні об'єкти і населення. Небезпека – це здатність заподіяти якоїсь шкоди, загрози життю і здоров'ю людини іншим його цінностям [70].

Джерела екологічної небезпеки – це забруднені природні об'єкти із зміненими фізико-хімічними характеристиками і властивостями (внаслідок природних явищ та стихійних лих; техногенних аварій і катастроф, тривалої господарської діяльності), здатні привести до виникнення факторів небезпеки. Джерела техногенної небезпеки – це підприємства, які здійснюють підвищену небезпечну діяльність [71], [72].

Ризик екологічний – ймовірність настання події, яка викликана негативним впливом господарської та іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного та техногенного характеру та має несприятливі наслідки для природного середовища.

Ризикова подія визначається як небажана подія, яка може задати шкоди природному середовищу, здоров'ю людини [73]. Будь-які господарські чи інші рішення слід приймати з таким розрахунком, щоб не перевищувати межі шкідливого впливу на навколишнє середовище. Встановити їх іноді складно, бо пороги впливу багатьох антропогенних і природних чинників невідомі.

Стратегія управління екологічним ризиком може ґрунтуватися на виборі рівня ризику в межах від допустимого до максимального [72].

Допустимий ризик в екології характеризує загрозу виникнення екологічних збитків, коли концентрації забруднювальних речовин не перевищують ГДК (гранично допустиму концентрацію). Максимальний ризик виникає тоді, коли концентрація забруднювальної речовини перевищує гранично допустиме значення. За межами максимально допустимого ризику настає загроза катастрофічного забруднення. Ризик страховий – подія або сукупність ризикових подій, на випадок настання яких проводиться страхування.

Ризики в природокористуванні оцінюються через ймовірність появи несприятливих для експлуатації природних ресурсів наслідків. У такому разі до

кількісних оцінок ризикових подій можна залучити відношення між концентрацією речовини та її ГДК: $C/\text{ГДК}$ або $C/\text{С}_{\text{ГДК}}$.

Нормування якості головних компонентів природного середовища полягає у встановленні меж допустимих змін їх властивостей. Норми повинні встановлюватися по реакції самого чутливого організму-індикатора, але практично найбільш часто встановлюють санітарно-гігієнічні або економічно доцільні нормативи [74]. Якість природного середовища за рівнем забруднення вважається задовільною за дотримання двох основних умов: концентрації індивідуальних забруднювальних речовин C_i повинні бути менше їх ГДК ($C_i \leq \text{ГДК}_i$) та при наявності групи речовин односпрямованої дії, одночасно присутніх у водному середовищі, сума відношення їх концентрацій повинна бути менше одиниці ($\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \leq 1$).

Ця умова для водних об'єктів визначається виходячи з лімітуючих показників шкідливості (ЛПШ), які можуть бути: загально санітарними (ЗС); санітарно-токсикологічними (СТ); органолептичними (ОЛ) і токсикологічними (Т). У зіставленні зі значеннями ГДК, екологічну обстановку характеризують за ступенем неблагополуччя відповідно до табл. 7.19.

Таблиця 7.19 - Класифікація екологічної обстановки [74]

Обстановка	Критерії оцінки обстановки
Відносно задовільна	$C_i \leq \text{ГДК}_i$, для всіх речовин
Напружена	$C_i \approx 10 \text{ ГДК}_i$
Критична	$C_i \approx (20-30) \text{ ГДК}_i$
Кризова (надзвичайна екологічна ситуація)	$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$ – Стійкі негативні зміни в природному середовищі. Зникнення окремих видів тварин і рослинності. Загроза здоров'ю людини.
Катастрофічна (екологічне лихо)	Глибокі незворотні зміни в природному середовищі. Порушення рівноваги, деградація флори і фауни, втрата генофонду. Погіршення здоров'я людей.

Для виявлення зон задовільної, напруженої, критичної, кризової та катастрофічної екологічної обстановки установлювалося відношення $C_i/C_{ГДК}$ для маловодних, середніх за водністю та багатоводних років. Були визначені кількість випадків перевищення ГДК для кожної хімічної речовини, а також розраховані емпіричні ймовірності перевищення ГДК за роками водності (табл. Х.1 - табл. Х.22 додатку Х). Емпірична ймовірність перевищення ГДК розраховувалась як відношення кількості випадків, коли $C_i > ГДК$, до загального числа випадків [75]. Величини ГДК брались для рибогосподарського водопостачання [76].

7.5.2 Оцінка гідроекологічного ризику річок басейну Дніпра

Суббасейн Прип'яті. Отримано, що у пункті р. Прип'ять - с. Річиця перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце для азоту нітритного в 1,1 – 10 раз у 12 % - 27 % випадків залежно від водності року (табл. Х.1 додатку Х); азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності. Перевищення за цими речовинами складають 1,1 – 10 раз. Для міді та хрому перевищення досягали 10,1 - 50 ГДК у 3 - 27 % випадків. Для азоту амонійного, міді та хрому у багатоводні роки відсоток перевищень зменшується порівняно із середніми за водністю та маловодними роками.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та хрому (табл. Х.1 додатку Х). Це означає, що у пункті р. Прип'ять - с. Річиця екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» не залежно від водності року.

У пункті р. Турія - м. Ковель перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для фенолів,

нафтопродуктів у 1 % - 10 %, БСК₅ у 8 % - 26 %, азоту нітритного у 20 % - 42 %, цинку у 10 % - 22 % випадків залежно від водності року (табл. X.2 додатку X); азоту амонійного, заліза загального, міді та хрому у більше ніж 50 % випадків у маловодні роки, для хрому у всі періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для заліза загального, міді та хрому від 3 % до 17 %. У багатоводні роки ситуація покращується.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального, міді та хрому (табл. X.2 додатку X). Це означає, що у пункті р. Турія – м. Ковель екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» не залежно від водності року.

У пункті р. Стохід – смт Любешів перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для фенолів, нафтопродуктів у 1 % - 14 %, БСК₅ 4 % - 22 %, азоту нітритного у 14 % - 37 %, цинку у 23 % - 40 % випадків залежно від водності року (табл. X.3 додатку X); азоту амонійного, заліза загального та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності, для міді - у маловодні роки. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для заліза загального, міді та хрому від 4 % до 29 %. У маловодні роки додаються перевищення у 1 % - 3 % по азоту амонійному, азоту нітритному та фенолам. У багатоводні роки ситуація покращується.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального та хрому, у маловодні роки – для міді (табл. X.3 додатку X). Це означає, що у пункті р. Стохід – смт Любешів екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» незалежно від водності року.

У пункті р. Стир – м. Луцьк перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для фенолів у 24 % у середні за водністю роки, нафтопродуктів у 50 % у маловодні роки, БСК₅ у 7 % -

23 % у маловодні та середні за водністю роки (табл. X.4 додатку X); для азоту амонійного, азоту нітритного, заліза загального, міді, цинку та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для міді від 6 % до 18 % залежно від водності року, для хрому від 10 % у середні за водністю роки до 29 % у маловодні роки. У маловодні роки додаються перевищення у 1 % - 2 % по БСК₅, азоту амонійному, азоту нітритному та нафтопродуктам. У багатоводні роки ситуація покращується.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, азоту нітритного, заліза загального, міді, цинку та хрому (табл. X.4 додатку X). Це означає, що у пункті р. Стир – м. Луцьк екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної», особливо, у маловодні роки.

У пункті р. Случ - м. Сарни перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце для азоту нітритного в 1,1 – 10 раз у 40 % - 49 % та цинку – від 40 % до 48 % випадків залежно від водності року (табл. X.5 додатку X); азоту амонійного, заліза загального, міді та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності. Перевищення за цими речовинами складають 1,1 – 10 раз. Для міді та хрому перевищення досягали 10,1 – 50 ГДК у 2 % - 25 % випадків для міді, цинку та хрому у середні за водністю та маловодні роки.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального, міді та хрому (табл. X.5 додатку X). Це означає, що у пункті р. Случ - м. Сарни екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» у середні за водністю та маловодні роки.

У пункті р. Уборть - с. Перга перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для фенолів і нафтопродуктів у 18 % - 50 % у маловодні та середні за водністю роки, БСК₅ у

11 % - 19 % у середні за водністю та багатоводні роки (табл. X.6 додатку X); для азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для заліза загального, міді та цинку від 7 % до 22 % залежно від водності року, для хрому від 24 % у маловодні роки до 43 % у багатоводні. У багатоводні роки ситуація покращується.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та хрому (табл. X.6 додатку X). Це означає, що у пункті р. Уборть - с. Перга екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної», особливо, у маловодні та середні за водністю роки.

Аналіз показав, що у суббасейні Прип'яті за досліджуваний період екологічна обстановка характеризується як «напружена», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної», особливо, у маловодні та середні за водністю роки [77].

Суббасейн Десни. У пункті р. Десна - м. Чернігів перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для нафтопродуктів у 4 % – 8 %, БСК₅ у 3 % - 9 %, азоту нітритного у 19 % - 31 %, азоту амонійного та міді у 20 % - 39 %, фенолів у 20 % - 46 % випадків залежно від водності року (табл. X.7 додатку X); цинку та хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності, заліза загального у середньоводні та багатоводні роки. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для фенолів, нафтопродуктів, міді, цинку та хрому від 1 % до 20 % незалежно від водності року.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для заліза загального, цинку та хрому (табл. X.7 додатку X). Це означає, що у пункті р. Десна – м. Чернігів екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» незалежно від водності року.

У пункті р. Головесня -с. Покошичі перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для БСК₅, нафтопродуктів, заліза загального, міді, цинку у 2 % - 15 % у маловодні та середні за водністю роки (табл. X.8 додатку X); для хрому у маловодні роки, для фенолів та азоту нітритному у більше ніж 50 % випадків у середньоводні періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для фенолів, азоту амонійному і азоту нітритному від 1 % до 3 % залежно від водності року, для хрому від 10 % у маловодні роки до 48 % у середньоводні.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, азоту нітритному та хрому (табл. X.8 додатку X). Це означає, що у пункті р. Головесня -с. Покошичі екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної», особливо у маловодні та середні за водністю роки.

У пункті р. Сейм - с. Мути́н перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для БСК₅, фенолів, нафтопродуктів, азоту амонійному, азоту нітритному у 8 % - 39 % у маловодні та середні за водністю роки (табл. X.9 додатку X); для фенолів у середньоводні роки, для хрому у більше ніж 50 % випадків у маловодні та середньоводні періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для фенолів, нафтопродуктів від 3 % до 8 % залежно від водності року, для хрому до 12 % у маловодні та у середньоводні роки.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для фенолів та хрому (табл. X.9 додатку X). Це означає, що у пункті р. Сейм - с. Мути́н екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» у маловодні та середні за водністю роки.

У пункті р. Снов -с. Щорс перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. мають місце в 1,1 – 10 раз для нафтопродуктів та БСК₅ у 5 % - 7 % у всі періоди водності, для азоту нітритного, азоту амонійного

та фенолів у 24 % - 41 % залежно від водності року (табл. X.10 додатку X); хрому у більше ніж 50 % випадків у всі періоди водності. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для фенолів (10 %), нафтопродуктів (3 %) у середні за водністю роки, хрому від 9 % до 19 % незалежно від водності року.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для хрому (табл. X.10 додатку X). Це означає, що у пункті р. Снов - с. Щорс екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» незалежно від водності року.

Аналіз показав, що у суббасейні Десни за досліджуваний період екологічна обстановка характеризується як «напружена», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» незалежно від водності року.

Суббасейн Середнього Дніпра. В межах правобережних створів басейну Середнього Дніпра (р. Тетерів - смт Іванків, р. Ірпінь - смт Гостомель, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка) за період 1990 – 2015 рр. не спостерігалось перевищень ГДК рибогосподарського призначення за наступними речовинами (незалежно від водності року): хлориди, натрій, кальцій та азот нітратний (табл. X.11 – табл. X.14 додатку X).

Також не перевищуються ГДК по магнію (незалежно від водності в створах р. Тетерів - смт Іванків, р. Ірпінь - смт Гостомель та в багатоводні роки в межах м. Корсунь-Шевченківський); сульфатах та мінералізації (незалежно від водності в усіх створах окрім р. Тясмин - с. Велика Яблунівка); СПАР (в усіх створах в багатоводні роки, а в межах смт Іванків та м. Корсунь-Шевченківський ще й в середньо водні роки). Мінералізація на річці Тясмин зростала в маловодні (що, мабуть, пояснюється значним випаровуванням) та багатоводні (у зв'язку зі зливом під час підвищеного стоку) роки в 1,1 – 10 разів у 1 % - 6 % випадків. Концентрації СПАР в 1,1-10 разів перевищували ГДК від 1 % випадків (маловодні роки – р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський ; середні за водністю роки - р. Ірпінь-

сmt Гостомель та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка) до 8 % випадків (маловодні роки в створі р. Тясмин - с. Велика Яблунівка).

За вмістом кисню перевищення ГДК в 1-10 разів спостерігалось в усіх створах в маловодні роки (відповідно 3 %, 3 %, 4 %, 3 %) та в багатоводні роки в створі р. Тетерів - сmt. Іванків (8 %) і на р. Тясмин - с. Велика Яблунівка в середні за водністю роки (6 %). По всіх інших створах за класифікацією, наведеною в табл. 7.19, обстановка «відносно задовільна».

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання за значеннями БСК₅ спостерігалась в районі створів р. Тетерів – сmt Іванків та р. Ірпінь - сmt Гостомель, причому, збільшуючись в багатоводні роки. В двох наступних пунктах спостереження ці перевищення були тільки в маловодні роки на р. Рось та у маловодні і середньоводні – на р. Тясмин.

«Напруженою» обстановка була в межах всіх створів на протязі всіх років спостереження за вмістом азоту амонійного та азоту нітритного (за виключенням багатоводного періоду в створі р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський за наявністю NH₄, коли концентрація не перевищувала ГДК_{р.г.}). По азоту амонійному в 1,1 – 10 разів перевищення в межах р. Тетерів – сmt Іванків було у 19 % - 34 % випадків, в межах р. Ірпінь – сmt Гостомель – у 35 % - 86 % випадків, в межах р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський – у 8 % - 18 % випадків та в межах р. Тясмин - с. Велика Яблунівка – в 36 % - 64 % випадків.

За вмістом азоту нітритного відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання найбільшою була в створах р. Ірпінь – сmt Гостомель та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка (по 61 % - 86 % в кожному), а в межах с. Велика Яблунівка обстановка погіршилась навіть до «критичної» в 3 % випадків в середні за водністю роки. Це може бути пояснено тим, що незалежно від водності ці біогенні речовини потрапляють в води річок не тільки зі стоком з сільськогосподарських угідь, але в більшому ступені залежать від комунально-побутових та промислових вод.

Дуже складна обстановка в межах правобережних приток стосовно вмісту речовин токсичної дії, таких як нафтопродукти, феноли, а також важких металів:

хром, залізо, мідь та цинк.

За вмістом нафтопродуктів перевищення ГДК не було тільки в маловодний період в створі р. Тетерів - смт Іванків та в багатоводний період в межах р. Ірпінь - смт Гостомель і р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський. В 1-10 разів перевищення ГДК були в 4 % - 7 % випадків в інших створах в маловодні роки та 4 % - 17% випадків - в межах всіх пунктів спостереження в середньо водні роки. Треба зазначити, що в маловодні роки в 10-50 разів перевищення ГДК були в 1 % - 5 % випадків в створах р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка, а в останньому ще й у 2 % випадків концентрація нафтопродуктів перевищувала 50 ГДК р.г., тобто склалась «кризова» екологічна ситуація.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання, за вмістом фенолів в воді правобережних річок суббасейну Середнього Дніпра, коливалась в межах 31 % - 44 % випадків в маловодні періоди, 31 % - 83 % випадків в середні за водністю роки та 20 % - 80 % випадків – в багатоводні. Межа в 10 ГДК була перевищена в 3 % та 4 % випадків в маловодні роки (р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський та р. Тясмин - с. Велика Яблунівка відповідно) та в 3 % випадків в створі р. Ірпінь - смт Гостомель (середньоводний період).

В усі роки, незважаючи на водність, спостерігався значний вміст хрому в воді річок. Так, перевищення в усіх створах в 1,1-10 разів норм ГДК було в 71 % - 81 % випадків в маловодні періоди; в 49 % - 77 % випадків в середньоводні періоди та в 50 % - 80 % випадків в багатоводні періоди. Перевищення в 10,1 – 50 ГДК було в 11 % - 24 % випадків в маловодні роки, в 14 % - 48 % випадків в середні за водністю роки та в 20 % - 43 % випадків в багатоводні роки. «Кризова» ситуація (концентрація речовин більше 50 ГДК) спостерігалась в усі періоди водності і коливалась від 1 % випадків (середньоводний період – р. Ірпінь - смт Гостомель) до 7 % випадків (багатоводні роки - р. Тясмин - с. Велика Яблунівка). В пункті р. Тетерів – смт Іванків за 1990-2015 роки не було спостережень за

вмістом загального заліза, міді та цинку, а в створі р. Тясмин - с. Велика Яблунівка за цими ж елементами не було спостережень в багатоводний період. В 100 % випадків не було перевищень рибогосподарських ГДК в межах р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський за вмістом заліза загального. В маловодні та середньоводні періоди концентрації заліза загального зменшувались від Ірпеня до Тясмина.

Більш ніж у 50 % випадків концентрації міді були в межах 1,1 – 10 ГДК в усі періоди року по всіх створах (від 57 % випадків: маловодний період по – річці Рось – до 100 % випадків: середньоводний період – на річці Тясмин). Концентрації, що склали 10,1-50 ГДК були в маловодний період в межах усіх створів, а в пункті р. Ірпінь - с. Гостомель ще й в середній по водності період (2 % випадків).

За вмістом цинку відносна частота перевищення 1,1–10 ГДК спостерігалась і в усіх створах на протязі 1990-2015 рр. в межах від 57 % (багатоводні роки, р. Ірпінь - смт Гостомель) до 82 % випадків (середні за водністю роки, р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський). В означених створах в маловодні роки спостерігались концентрації і в 10,1-50 ГДК, а на річці Ірпінь ще й більш ніж 50 ГДК (4 % випадків в маловодний період та 2 % – в середній).

Якщо розглядати вміст хімічних речовин в воді лівобережних приток Середнього Дніпра (р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький, р. Сула - м. Лубни, р. Удай - м. Прилуки, р. Псел - с. Запсілля, р. Хорол - м. Миргород, р. Ворскла - м. Кобеляки) можна відзначити, що за концентрацією мінералізації в основному не спостерігалось перевищення рибогосподарського ГДК, а якщо і були, то складали незначний відсоток (3 % - 8 % випадків в маловодні періоди, 3 % - 9 % – в середньоводні періоди). І тільки в створі р. Хорол - м. Миргород в багатоводний період 1,1-10 ГДК спостерігалось в 25 % випадків (табл. X.15 – табл. X.20 додатку X).

Стосовно вмісту розчиненого кисню, можна зазначити погіршення якості води відносно правобережних річок. Перевищення ГДК_{р.г.} спостерігалось по всіх створах в усі періоди водності, за виключенням маловодного та багатоводного періоду в пункті р. Ворскла - м. Кобеляки. В межах створу р. Удай - м. Прилуки перевищення до 10 ГДК було у 34 % випадків в роки підвищеної водності.

В межах ГДК знаходились концентрації хлоридів та азоту нітратного незалежно від водності року.

Вміст іонів магнію в воді лівобережних річок на протязі 1990-2015 рр. у більшості випадків не перевищував норм рибогосподарських ГДК. Незалежно від водності спостерігались приблизно однакові перевищення в межах 1,1-10 ГДК: в маловодні роки – 5 % - 22 % випадків, в середні за водністю роки – 5 % - 16 % випадків, в багатоводні роки – 5 % - 17 % випадків.

Тільки в створі р. Трубіж - м. Переяслав - Хмельницький вміст натрію не виходив за межі ГДК незалежно від водності. Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання знаходилась в межах 4 % (р. Псел - с. Запсілля) – 39 % (р. Хорол - м. Миргород) випадків в маловодні роки; 17 % (р. Сула - м. Лубни, р. Псел - с. Запсілля, р. Ворскла - м. Кобеляки) – 40 % (р. Удай - м. Прилуки) випадків в середні по водності роки та 7 % р. Удай - м. Прилуки) – 36 % (р. Хорол - м. Миргород) випадків в багатоводні роки.

Вміст БСК₅, який характеризує забруднення води органічними речовинами, зовсім не перевищував ГДК в маловодний період в створі р. Хорол - м. Миргород, в середній по водності період в створі р. Удай - м. Прилуки, в багатоводний період в цьому ж створі та на р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький. Перевищення в 1,1 – 10 ГДК мало значні коливання, особливо в середні за водністю роки: від 3 % випадків (р. Хорол - м. Миргород) до 56 % випадків в створах р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький та р. Псел - с. Запсілля.

Тільки в створі р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький концентрації фенолів практично навпіл поділилися між тими, що не перевищують ГДК і тими, що знаходяться в межах 1,1 – 10 ГДК. В інших пунктах спостереження в усі за водністю роки максимум перевищень припадає на інтервал 1,1 – 10 ГДК: від 74 % випадків на р. Удай - м. Прилуки (середні за водністю роки) до 100 % випадків (в багатоводний період – р. Сула - м. Лубни, маловодний період – р. Удай - м. Прилуки, та в маловодний і багатоводний періоди - р. Хорол - м. Миргород). Концентрації фенолів, які досягали 10,1 - 50 ГДК спостерігались в усіх створах (за виключенням р. Хорол - м. Миргород), але в різні за водністю роки, і не перевищували 2 % - 8 % випадків.

Спостереження за нафтопродуктами відбувалось тільки на річці Трубіж і найкращі показники, тобто все в межах ГДК, були в багатоводний період.

Впливу водності не спостерігається і по наявності СПАР в воді лівобережних приток. По різних створах на маловодні роки припадає 91 % - 100 % випадків, коли не були перевищені ГДК, на середні за водністю – 80 % - 95 % випадків, на багатоводні – 80 % - 100 % випадків.

Вміст азоту амонійного та азоту нітритного практично однаковий в межах створів. Їх кількість збільшується переважно в маловодний період. Відносна частота перевищення азоту амонійного в 1,1 – 10 ГДК за цей час коливалась від 12 % випадків (р. Псел - с. Запсілля) до 41 % випадків (р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький); по азоту нітритному – від 41 % випадків (р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький, р. Удай - м. Прилуки, р. Псел - с. Запсілля) до 67 % випадків (р. Ворскла - м. Кобеляки).

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж в 50 % установлена по наявності хрому в усі по водності роки по всіх створах, за виключенням маловодного періоду в пункті р. Псел - с. Запсілля (47 % випадків). Перевищення 10,1 - 50 ГДК спостерігалось тільки в двох створах: у 2 % випадків в маловодний період в межах р. Ворскла -

м. Кобеляки та на протязі всіх періодів в межах р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький (6 %, 18 % та 11 % випадків відповідно в маловодний, середньоводний та багатоводний періоди). В 1 % випадків в маловодні роки ситуація в районі р. Ворскла - м. Кобеляки була «кризовою» (за табл.7.19), тобто концентрації перевищували 50 ГДК.

За залізом загальним спостереження відбувались тільки в пунктах р. Сула - м. Лубни, р. Удай - м. Прилуки, р. Ворскла - м. Кобеляки, причому в першому та третьому найбільші концентрації відзначались в багатоводні періоди та у більш ніж 50 % випадків перевищували ГДК в 1,1-10 разів. В створі р. Удай - м. Прилуки кількість значень, що не перевищують ГДК і ті, що потрапляють в інтервал 1,1-10 ГДК, поділилися практично навпіл. Відносна частота перевищення 10,1-50 ГДК рибогосподарського використання спостерігалась: в маловодні періоди тільки на річці Удай (11 % випадків), в середні за водністю роки в усіх створах (6 %, 3 % та 5 % випадків відповідно в м. Лубни, м. Прилуки та м. Кобеляки), в багатоводні роки – на річках Удай та Ворскла (відповідно 7 % та 8 % випадків).

Спостереження за міддю та цинком відбувались лише в створах р. Сула - м. Лубни, р. Удай - м. Прилуки, р. Хорол - м. Миргород, р. Ворскла - м. Кобеляки. Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання за вмістом міді змінювалась від 51 % випадків до 70 % випадків в маловодні роки, від 46 % до 61 % випадків в середні за водністю роки та від 24 % до 69 % випадків в багатоводні. Перевищення у 10,1 – 50 ГДК спостерігались в усіх створах в періоди різної водності, за виключенням маловодних років в пунктах р. Удай - м. Прилуки та р. Хорол - м. Миргород. В маловодні роки на р. Хорол - м. Миргород та в середні за водністю роки на р. Ворскла - м. Кобеляки у 3 % та 2 % випадків відповідно були зафіксовані концентрації вмісту міді вищими за 50 ГДК.

Аналіз показав, що у суббасейні Середнього Дніпра за досліджуваний період екологічна обстановка характеризується по значній кількості речовин як «напружена», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної». Це стосується як правобережних так і лівобережних приток.

Суббасейн Нижнього Дніпра. За отриманими результатами можна відзначити, що перевищення ГДК за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. у пункті р. Вовча - с. Васильківка виявляється для азоту амонійного в 1,4 – 8 разів у 15 % - 36 % випадків залежно від водності року (табл. X.21 додатку X), заліза загального, міді, цинку та фенолів у більше ніж 40 % випадків у всі періоди водності.

Перевищення за цими речовинами складають 1,4 – 12 разів. Для міді та заліза загального перевищення досягали 10,1- 50 ГДК у 12 % - 24 % випадків. Для азоту амонійного, міді у багатоводні роки відсоток перевищень зменшується дуже незначно порівняно із середніми за водністю та маловодними роками.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського використання більш ніж 50 % установлена для азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та фенолів (табл. X.21 додатку X). Це свідчить про те, що у пункті р. Вовча - с. Васильківка екологічна обстановка є «напруженою», часто погіршуючись до «критичної» незалежно від водності року.

У пункті р. Солонка - с. Новопавлівка за даними про хімічний склад води за період 1990-2015 рр. перевищення ГДК відзначаються в 1,1 – 10 разів для фенолів, заліза загального, сульфатів, кальцію, натрію, магнію практично у всіх випадках незалежно від водності року (табл. X.22 додатку X); азоту амонійного, міді та хрому у більше ніж 50 % випадків у маловодні роки. Також за досліджуваний період спостерігалися перевищення у 10,1 – 50 ГДК для заліза загального від 12 % до 40 %, для фенолів – від 12 % до 20 %. У багатоводні роки ситуація дещо покращується.

Відносна частота перевищення 1,1 – 10 ГДК рибогосподарського

використання більш ніж 50 % установлена для фенолів, азоту амонійного, заліза загального, міді та хрому (табл. X.2 додатку X). Це означає, що у пункті р. Солоня - с. Новопавлівка екологічна обстановка є «напруженою», хоча у деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної» не залежно від водності року.

Аналіз показав, що у суббасейні Нижнього Дніпра за досліджуваний період екологічна обстановка характеризується як «напружена», часто погіршуючись до «критичної», особливо, у маловодні та середні за водністю роки.

ВИСНОВКИ

Основні результати наукового дослідження:

а) на сучасних вихідних даних (по 2015 р. включно) вдосконалена методика визначення максимальних витрат води різної ймовірності перевищення, що дає змогу враховувати весь комплекс стокоутворюючих чинників.

На основі науково-методичної бази щодо розрахунку характеристик схилового припливу, яка протягом багатьох років розроблялася на кафедрі гідрології суші Одеського державного екологічного університету під керівництвом проф. Гопченка Є.Д., визначені невимірювальні характеристики схилового стоку – коефіцієнти часової нерівномірності схилового припливу та тривалість надходження його до руслової мережі в період весняного водопілля. Авторами пропонується структура розрахункової формули максимального стоку, в якій враховуються характеристики схилового припливу (шар стоку за водопілля, тривалість припливу і часова нерівномірність припливу води зі схилів в руслових мережу) та природний процес трансформації опадів в руслової стік в складі ланки «схилловий приплив - русловий стік», на відміну нормативного документу СНиП 2.01.14-83, що продовжує діяти в Україні. Модифікований варіант операторної моделі дає можливість враховувати «кліматичні поправки» безпосередньо по максимальних снігозапасах, опадах та коефіцієнтах стоку у період водопілля та пропонується при необхідності врахування сучасних та майбутніх змін клімату. Числові методи при визначенні невимірюваних величин (розрахункової тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі, коефіцієнтів русло-заплавного регулювання) реалізовано через програмний продукт – розрахунковий комплекс «Caguar».

Таким чином, в межах басейну Дніпра визначені та узагальнені усі параметри розрахункової схеми:

1) максимальні снігозапаси на початок весняного водопілля узагальнені у вигляді карти ізоліній, запропоноване розрахункове рівняння

для врахування впливу залісеності на величину снігонакопичення. Окремо розроблений методичний підхід щодо врахування опадів підчас весняного водопілля та регіональні розрахункові рівняння для їх визначення.

2) для переходу від загальної величини припливу зі схилів у вигляді максимальних снігозапасів та опадів до розрахункових шарів стоку визначені коефіцієнти стоку весняного водопілля, які узагальнені у вигляді картосхеми їх розподілу в межах басейну Дніпра.

3) коефіцієнт нерівномірності схилового припливу визначався через коефіцієнти часової нерівномірності руслового стоку річок підчас водопілля, які розраховані за даними 171 гідрологічного поста. Для басейну Дніпра розрахункове значення коефіцієнта схилового припливу обґрунтоване на рівні 13,04;

4) розрахункові значення тривалості схилового припливу, які характеризують підставу схилового гідрографу, узагальнені у вигляді карти ізоліній з урахуванням залісеності і заболоченості водозборів, які суттєво впливають на збільшення тривалості припливу;

5) для врахування впливу інтразональних факторів (залісеності та заболоченості) на величину тривалості схилового припливу рекомендується використовувати районування рівнинної території України за басейновим принципом та з урахуванням фізико-географічних зон, яке запропоноване авторами;

6) за даними 171 гідрологічного поста, на етапі розрахунку тривалості схилового припливу, в межах басейна Дніпра визначені також величини тривалості руслового добігання із застосуванням регіональної формули для швидкості руслового добігання;

7) трансформацію максимальних модулів схилового стоку під впливом часу руслового добігання враховано через функцію $\psi(t_p/T_0)$ в залежності між тривалостями руслового добігання t_p і схилового припливу T_0 , а також окремо за фізико-географічними зонами в межах досліджуваної території, для яких отримані регіональні розрахункові рівняння;

8) русло-заплавне регулювання враховується за допомогою коефіцієнта ε_F , який отриманий для всіх досліджуваних водозборів на одному з етапів чисельного визначення тривалості схилового припливу T_0 . В межах басейну Дніпра цей параметр узагальнений залежності від площі водозборів; окремо виділені малі водозбори з площею водозборів менше 100 км², для яких залежність уточнена та представлена у табличному варіанті;

9) для оцінки потенційного впливу озер та водосховищ проточного типу на максимальні модулі стоку весняного водопілля пропонується використовувати формулу, наведену у СНиП 2.01.14-83;

Результати перевірочних розрахунків на вихідних даних до 2015 р. включно, показують, що середнє відхилення розрахункових величин від вихідних значень становить $\pm 21,7\%$. Таким чином, точність визначення максимальних модулів стоку рідкісної ймовірності перевищення в період весняних водопіль в басейні Дніпра знаходиться на рівні точності вимірювання максимальних витрат води на стаціонарній мережі Гідрометслужби ДСНС України.

Наявність тенденцій до змін у характеристиках весняного водопілля вимагає подальшого дослідження впливу змін клімату на його величину з метою оцінки природних ризиків від його проходження в басейні Дніпра. Визначення коефіцієнтів змін клімату виконувалось на матеріалах четвертої та п'ятої оціночних доповідей IPCC. За даними моделі RASMO2 побудовані різницеві інтегральні криві для прогнозованих значень температури повітря за двома варіантами сценаріїв RCP4.5 і RCP8.5. В досліджуваному періоді 2010-2050 рр. можна виділити період підвищення та зниження температури, які тривають приблизно від 5 до 10 років:

1) за сценарієм RCP4.5 періоди підвищення температури з 2011 р. по 2016 р, з 2021 р. по 2035 р. та з 2040 р. по 2050 р., в свою чергу вони передуються з періодами зниження температури з 2017 р. по 2020 р., та з 2036 по 2039 р.;

2) за сценарієм RCP8.5 до 2040 року періоди практично протилежні - з 2011 р. по 2014 р. прогнозується зниження температури повітря, потім

підвищення до 2020 р., після чого до 2039 року очікується тривале зниження температури, яке зміниться на підвищення з 2040 р. до 2050 року.

Оцінка впливу кліматичних змін на водність річок басейну Дніпра за допомогою прогнозних середньобагаторічних значень коефіцієнту $k_{зм}$. Властивості цього коефіцієнта полягають в тому, що якщо він дорівнює 1.0, то вплив змін клімату відсутній, якщо він зменшується – то вплив призводить до зменшення розрахункових величин максимального стоку, а якщо збільшується, то навпаки – можливе збільшення максимального стоку. Розрахунки цього коефіцієнту за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 показали:

1) за сценарієм RCP4.5 в басейні Дніпра $k_{зм}$ поступово зменшуються від періоду до періоду: у період з 2011 р. по 2020 р. лише для суббасейну Прип'яті прогнозується збільшення $k_{зм}$ до рівня 1,06, в той час по інших суббасейнах в межах Дніпра прогнозується зменшення $k_{зм}$ до 0,96-0,87. Потім продовжує знижуватися до 2035 р. від 0,87 у суббасейні Прип'яті - до 0,72 у суббасейні Нижнього Дніпра. Для наступного періоду (до 2050 року) очікується тривале зниження $k_{зм}$: до рівня 0,87 – у суббасейні Прип'яті, 0,81 – у суббасейні Десни, 0,73 – у суббасейні Середнього Дніпра та 0,68 – у суббасейні Нижнього Дніпра;

2) за сценарієм RCP8.5 також відмічається тенденція до зменшення величин коефіцієнтів $k_{зм}$: від 0,99-0,89 (2011-2014 рр.) до 0,79-0,59 (2037-2050 рр.). Проте у період 2021-2036 рр. відмічається різке збільшення $k_{зм}$ по всіх суббасейнах Дніпра, але вони не перевищують значення 0,79 (суббасейн Нижнього Дніпра) - 0,95 (суббасейн Прип'яті).

Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території басейну Дніпра на період 2011-2050 рр., відносно даних до 2010 р. за сценаріями RCP 4.5 показує, що у верхів'ях Дніпра – суббасейн р.Прип'ять (Українська частина) не передбачається змін величин максимального стоку, однак буде спостерігатись їх поступове зменшення на південь, яке може досягти 50% у

суббасейні Нижнього Дніпра. За сценарієм RCP 8.5 загальна тенденція зберігається, але зміни проявляються в більшій мірі: зменшення на 10% на північному заході суббасейну Прип'яті – до 60% на півдні суббасейну Нижнього Дніпра;

б) удосконалення методів гідрологічних прогнозів на сучасному етапі розвитку науки пов'язане зі створенням моделюючих прогностичних комплексів (згідно вимог ВМО), які дозволяють при використанні комп'ютерної техніки математично описувати випадкові зміни метеорологічних впливів на водозбір, а також створення просторових моделей прогнозування і представлення прогнозної інформації у картографічному вигляді. Наданий в роботі огляд існуючих прогностичних моделей характеристик весняного водопілля річок показав, що вони розроблені і застосовуються для окремих гідрологічних постів при оптимальному визначенні модельних параметрів для кожного річкового басейну.

У наукових працях останніх десятиліть значну увагу приділяють дослідженню розподілу у просторі і часі чинників формування весняних водопіль. Такі дослідження вказують, що очікуване потепління клімату позначиться на величині і термінах проходження річкових повеней.

За нашими дослідженнями за останні 25 років (з 1990 по 2015 р.) на всій території басейну Дніпра спостерігається зміщення середніх строків проходження весняних водопіль (як початку підйому, так і настання максимумів) до більш ранніх дат. Зміщення строків в середньому складає 4 дні. Висновки щодо зсуву дат початку водопілля в сторону більш ранніх зроблені й іншими авторами: так, для басейнів рр. Оки, Нижньої Волги, Дунаю, Десни і Прип'яті таке зміщення складає 5-10 днів.

В основу наукових досліджень покладений генетичний підхід прогнозування поверхневого максимального стоку на водозборах річок, у тому числі й рідкісної ймовірності перевищення. Такий підхід дасть змогу вперше здійснювати поточне прогнозування характеристик стоку для невивчених у гідрологічному відношенні річок території та встановлення ймовірності їх настання у багаторічному періоді.

Що стосується просторових методів прогнозування весняного стоку річок, то вони мають певні обмеження при невизначеності величин максимальних витрат води та їх модулів для невивчених у гідрологічному відношенні річок. Картографічне представлення прогнозних величин (у вигляді їх модульних коефіцієнтів) та їх ймовірності настання у багаторічному розрізі дає можливість оцінювати гідрологічні ризики від проходження катастрофічних весняних водопіль річок басейну Дніпра.

Наукова суть розробки методики територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопіль полягає в обґрунтуванні і встановленні регіональних залежностей цих характеристик стоку від гідрометеорологічних чинників весняного стоку річок басейну р. Дніпро. Вперше для типізації водопіль авторами використаний метод дискримінантного аналізу, а параметри прогнозної методики узагальненні в межах виділених гідрологічних районів з прив'язкою до суббасейнів р. Дніпро (українська частина). Метод прогнозу дає змогу оцінити ступінь небезпеки весняних водопіль при встановленні прогнозної їх забезпеченості у багаторічному періоді.

Оцінка ефективності методики територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля здійснена за гідрометеорологічними даними 52 опорних постів в межах суббасейнів річок басейну Дніпра. Справджуваність перевірних прогнозів шарів стоку весняного водопілля коливається в межах від 96 % до 58 %, максимальних витрат води – від 96 % до 57 %, а критерій якості S/σ змінюється від 0,37 до 0,95 для шарів стоку і від 0,32 до 0,90 – для максимальних витрат води.

В цілому, враховуючи отримані критерії, методику можна вважати ефективною і рекомендувати для випуску щорічних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля річок із завчасністю для шарів весняного стоку від 50 діб до 90 діб та максимальних витрат води від 20 діб до 50 діб, в оперативних підрозділах, що здійснюють прогностичне гідрологічне обслуговування споживачів.

В роботі здійснено удосконалення і розробку на сучасних матеріалах спостережень регіональної методики прогнозу строків початку та проходження

максимальних витрат води весняного водопілля, на відміну від існуючих моделюючих прогностичних методик строків водопіль, які дозволяють застосовувати їх лише для окремих гідрологічних постів. В основу методики прогнозування строків проходження весняних водопіль покладений принцип регіональних залежностей цих строків (дат початку і настання максимуму) від показників тривалості водовіддачі снігового покриву та тривалості підйому водопілля. Останні підлягають щорічному прогнозуванню на основі температури повітря, що отримується за синоптичним прогнозом. Регіональність методики полягає в узагальненні параметрів прогнозованої схеми для різних за розміром і географічним положенням річкових водозборів.

Оцінка розробленої методики прогнозів строків проходження весняного водопілля по територіальних залежностях виконана шляхом складання перевірних прогнозів по 49 гідрологічних постах басейну Дніпра. Значення показника якості методики прогнозувати проходження весняних водопіль S для прогнозів дат початку водопілля D_s складає 4-13 діб при забезпеченості допустимої похибки P 93-52 %; для прогнозів дат максимальних витрат води D_{Qm} S дорівнює 4-16 діб при забезпеченості P 85-28 %. Такі показники якості методики дозволяють використовувати її на практиці у вигляді консультацій.

На прикладі весняного водопілля 2017-2018 р. показана можливість прогностичної оцінки характеристик гідрологічного режиму річок басейну Дніпра, що дозволяє визначати зони підвищеного стоку річок весняного періоду і підвищеної загрози можливих затоплень прилеглих територій, особливо при проходженні водопіль рідкісної ймовірності перевищення. Оцінка якості довгострокових прогнозів стокових величин весняного водопілля 2017-2018 р., виконана для 32 гідрологічних постів басейну Дніпра (за критерієм оцінки $\delta / \delta_{дон}$) показала задовільні результати, при забезпеченості допустимої похибки перевірних прогнозів шарів стоку 77 % і їх середній завчасності 68 діб та забезпеченості 72 % і завчасності 32 доби – для максимальних витрат води;

в) в межах проекту виконана оцінка сучасного гідрохімічного стану річок басейну Дніпра, що дає змогу визначити ступінь небезпечності забруднення вод.

Результати аналізу гідрохімічного режиму річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень, екологічна оцінка якості води в межах сольового, еколого-санітарного і токсикологічного блоків на підставі комплексу даних Держкомгідромету, розраховані інтегральні екологічні індекси, оцінено клас якості води, її стан, чистоту, трофність, сапробність у зв'язку із змінами водності у багаторічному розрізі і по сезонам наступні:

1) загальна мінералізація та вміст головних іонів відображають зміну фізико-географічних та кліматичних умов у басейні Дніпра. На більшості річок басейну Дніпра відзначені періодичні коливання мінералізації води та концентрації головних іонів від деяких середніх значень за досліджуваний період. Найбільш виражені направлені тенденції до підвищення загальної мінералізації вод річок суббасейнів Прип'яті і Десни, на річках Середнього і Нижнього Дніпра вони проявляються дещо менше;

2) мінералізація води зростає по мірі віддалення від витoku. Середня мінералізація найменша у суббасейнах Прип'яті та Десни, коливається від 237 мг/дм^3 до 447 мг/дм^3 . У суббасейні Середнього Дніпра мінералізація збільшується від 386 мг/дм^3 до 901 мг/дм^3 та в суббасейні Нижнього Дніпра досягає значень 1432 мг/дм^3 - 3325 мг/дм^3 . У суббасейнах Прип'яті та Десни переважають гідрокарбонатні іони у складі річкових вод. Просуваючись до гирла, спостерігаємо їх зменшення, але також збільшується кількість іонів магнію, натрію, а у суббасейні Нижнього Дніпра сульфатів і хлоридів.

3) на переважній більшості постів не виявлено значущих тенденцій у будь-якій бік, за виключенням постів р. Турія - м. Ковель, р. Случ - м. Новоград-Волинський, р. Случ - м. Сарни, р. Уборть - с. Перга, р. Десна - с. Літки та р. Інгулець - м. Кривий Ріг, де виявлені тенденції до збільшення середніх річних значень суми іонів за період 1990 – 2015 рр.

4) середні річні значення мінералізації суббасейнів Прип'яті, Десни коливалися від 232 мг/дм^3 до 447 мг/дм^3 , багаторічна мінливість мінералізації в річках досліджуваної території незначна, значення C_v змінювались у межах 0,14-0,36, значення C_s змінювалось від (-0,57) до 1,15,

співвідношення C_s/C_v – від (-4,0) до 4.4. Середні річні значення мінералізації у суббасейні Нижнього Дніпра коливалися в діапазоні - від 357 мг/дм³ (р. Інгулець - с. Садове) до 3356 мг/дм³ (р. Солона - с. Новопавлівка), значення коефіцієнтів варіації знаходилися у межах 0,11-0,15; значення коефіцієнтів асиметрії C_s змінювалися в межах від (-0,19) до 5,00, відповідно співвідношення C_s/C_v - від -1,06 до 45,5.

5) досліджено можливість застосування відомих в гідрології теоретичних кривих розподілу для описання мінералізації річок у суббасейнах Прип'яті, Десни та Нижнього Дніпра. У 80 % випадків можна використовувати розподіл Пірсона III типа, а у 60 % випадків – трьох параметричний С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля для визначення значень мінералізації різної забезпеченості, але для остаточних висновків необхідно продовжити дослідження з використанням більшого об'єму вихідної інформації;

6) на підставі комплексу даних Держкомгідромету розглянуті просторово-часові зміни головних іонів і мінералізації, водневого показника, розчиненого кисню, показників біхроматної окиснюваності, БСК₅, біогенних речовин (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Si, $P_{заг}$), мікроелементів ($Fe_{заг}$, Cu, Zn, Cr^{6+} , Mn), специфічних забруднювальних речовин (нафтопродукти, СПАР, феноли), на основі чого була виконана екологічна оцінка якості води відповідно до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» за середніми та найгіршими значеннями, що дало можливість визначити стан досліджуваних водних об'єктів, їх чистоту, трофічність, сапробність.

За інтегральним індексом за середніми значеннями якості води на всіх досліджуваних постах коливалася від II класу 2 категорії до III класу 4 категорії, з переважанням II класу 3 категорії, за інтегральним індексом за найгіршими значеннями води майже на всіх постах погіршуються до III класу 5 категорії – у басейні Вовчої – до 14 %.

За блоковими I_1 , I_2 , I_3 та інтегральним екологічним критерієм I_E у багатоводні роки на більшості постів суббасейнів Прип'яті, Десни, Середнього та Нижнього Дніпра, в основному, води II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти), у маловодні роки якість води погіршується, спостерігається 12,5 % - 28,5 % вод III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти).

7) у басейні Дніпра екологічна обстановка характеризується як «напружена» за такими речовинами - феноли, азот нітритний, залізо загальне, мідь, цинк, хром, у суббасейні Нижнього Дніпра додаються ще кисень, БСК₅, магній, сульфати, натрій, кальцій, сума іонів. У деякі роки екологічна обстановка погіршується до «критичної», особливо, у маловодні та середні за водністю роки.

Результати роботи покладено згідно вимог Водної Паводкової Директиви 2007/60/ЄС в основу прогнозування багаторічних і щорічних гідрологічних ризиків весняних повеней (рідкісної ймовірності перевищення) на річках і здійснення заходів захисту в зонах можливого затоплення при просторовому моніторингу стану водних об'єктів в цей період. Вирішення таких задач дозволяє країні вести єдину водну політику, сприяє соціальної захищеності населення і об'єктів господарювання, економічному розвитку, досягнення доброго статусу водних об'єктів на основі інтегрованого підходу до управління водними ресурсами на басейновому принципі, запобігання шкідливої дії вод при затопленнях.

Методика нормування характеристик максимального стоку весняних водопіль для невивчених у гідрологічному відношенні річок, при використанні комп'ютерного комплексу «Caguar» та створені в процесі роботи програмні прогностичні комплекси використовуються в виробничих цілях (проектних і прогностичних) в Українському та регіональних гідрометцентрах, в Басейновому управлінні водних ресурсів, в навчальному процесі при підготовці фахівців спеціальності «Науки про Землю», що підтверджують наявні акти впровадження.

При цьому розроблені і практично апробовані програмні прогностичні комплекси під назвою «Сейм» та «Прип'ять», що відповідають сучасному рівню

технічних завдань. Вони дають змогу автоматизувати процес одержання вихідної гідрометеорологічної інформації з бази даних АРМ-гідро (Українського гідрометцентру) її обробки в реальному режимі часу, випуску та оцінки оперативних прогнозів максимальних витрат води, строків початку та проходження максимумів весняних водопіль, картографічного представлення прогностичних величин та їх прогнозованої забезпеченості. Одержаний прогностичний продукт корисний і дає змогу в кожному році щодо визначення зон можливого підтоплення заплавних земель, об'єктів культурної спадщини, житлових комплексів за формування проходженні катастрофічних водопіль.

Отримані під час реалізації наукової розробки результати можуть зробити відчутний внесок у впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами, дослідженні оцінки стану водних об'єктів в умовах антропогенного навантаження, у визначенні проблем екологічного стану річок, планування та здійснення заходів їх екологічного оздоровлення, відновлення джерел, покращення стану малих та середніх річок, впровадження планового водокористування і забезпечення раціонального використання водних ресурсів, виконання робіт по попередженню наслідків небезпечних явищ, сприятимуть зменшенню наслідків від шкідливих дій вод.

Корисний ефект просторового надання гідрометеорологічної і прогностичної ситуації в басейнах полягає в можливості передчасного здійснення заходів по захисту від можливих гідрологічних ризиків у вигляді затоплення паводковими водами населених пунктів і об'єктів господарського призначення, завчасне надання прогнозованої інформації до власних структур та відповідних служб України.

Кількісна оцінка гідроекологічного стану дозволить виявити зони задовільної, напруженої, критичної, кризової та катастрофічної екологічної обстановки у басейні Дніпра згідно вимог Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС щодо досягнення доброго статусу поверхневих вод.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Розділ 1

1. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения / 5-е изд. ; Всем. Метеор. Орг., 1994. Изд. на русском языке, 1997. 843 с.
2. Соколовский Д.Л. Речной сток. Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. 538 с.
3. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підруч. для студ. ВНЗ / Одес. гідрометеорол. ін-т. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.
4. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Кирилук О.С. Нормування розрахункових характеристик максимального стоку весняних водопіль і дощових паводків, заснованих на геометричних моделях їх гідрографів. *Фізична географія та геоморфологія*. 2017. Вип. 3(87). Київ, 2017.
5. Бефани А.Н., Бефани Н.Ф., Гопченко Е.Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. Обзорная информация. Вып. 2. Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 1981. Вып. 2. 60 с.
6. Линслей Р.К., Колер М.А., Паулюс Д.Л.Х. Прикладная гидрология / пер. с англ. В.М. Бицилли, Э.А. Бурмана и др. ; под. ред. проф. А.Н. Бефани. Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1962. 759 с.
7. Singh Vijay P., Hossein. An emperikal relation between volume peak of direct zunoff. *Water res bull. Amer. Water resoss* , oct. 1986. Vol. 22. №5. P. 725-730.
8. Gleick P.H. Metods for evaluating the regional hidrologic impact of global climatic changes. *Journal of Hydrology*. 1986. Vol. 88. P. 97-116.
9. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 447 с.
10. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 111 с.
11. Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Romanchuk M.E. A method for calculating

characteristics of maximal river runoff in the absence of observational data: Case study of Ukrainian rivers. *Water Resources. Pleiades*. 2015. Vol. 42. Issue 3. P. 285-291. DOI: [10.1134/S0097807815030057](https://doi.org/10.1134/S0097807815030057) (дата звернення 04.09.2017).

12. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Проблемы создания нормативных документов в области расчета характеристик максимального стока рек Украины и возможные пути их решения. *Географический вестник*. 2016. №1(36). С. 49-57.

13. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. Москва : Госстрой России, 2003. 74 с.

14. Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru Condițiile republicii Moldova. CPD.01.05-2012. 178 p.

15. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є. Удосконалення розрахунково-нормативної бази для визначення характеристик максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. Вип 21. Одеса : ТЕС, 2017. С. 49-55. URL: <http://bulletin.odeku.edu.ua/uk/usovershenstvovanie-raschetno-normativnoj-bazy-dlya-opredeleniya-harakteristik-maksimalnogo-stoka-dozhdevykh-pavodkov-i-vesennyih-polovodij/> (дата звернення 11.10.2017).

16. Гопченко Є.Д., Бурлуцька М.Е., Романчук М.Є. Науково-методична база для розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків і весняного водопілля. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. Вип. 20. С. 85-90. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/naukovo-metodichna-baza-dlya-rozrahunku-harakteristik-maksimlnogo-stoku-doshhovih-pavodkiv-i-vesnyanogo-vodopillya/> (дата звернення 14.09.2017).

17. Гопченко Є.Д., Кирилюк О.С. Максимальні модулі схилового припливу в період весняного водопілля на території Приазов'я. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 3(46). С. 42-48.

18. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с.

19. Гопченко Є.Д., Кирилюк О.С. Тривалість схилового припливу води в період весняного водопілля та дощових паводків на рівнинних річках України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 4 (47).

20. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В. Нормування максимального стоку дощових паводків на річках Українських Карпат. *Науковий Вісник Чернівецького університету*. 2016. Вип. 775-776: Географія. С. 34-39.

21. Овчарук В.А., Тодорова О.І., Прокоф'єв О.М. Максимальний стік дощових паводків Гірського Криму в умовах активного впливу підстильної поверхні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т. 4 (47).

22. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Дністер : монографія / за ред. А.В. Овчарук, Є.Д. Гопченко, А.В. Траскова. Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Харків : ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

23. Коваленко В.В. Гидрологическое обеспечение надежности строительных проектов при изменении климата. Санкт-Петербург : изд. РГГМУ, 2009. 100 с.

24. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Семенова І.Г. Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2012. Вип 14. Одеса : ТЕС, 2012. С. 141-150.

25. Мокляк В.І. Максимальні витрати від талих вод на річках УРСР. Київ : Вид-во АН УРСР, 1957. 163 с.

26. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6: Украина и Молдавия. Вып. 2: Среднее и Нижнее Поднепровье / под ред. М.С.Каганера. Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 656 с.

27. Железняк И.А. Русловое регулирование и применение генетических формул стока. *Труды УкрНИГМИ*. 1977. Вып. 158. С. 3-11.

28. Железняк И.А. Определение максимального расхода половодья по типовым характеристикам гидрометеорологических условий водосбора. *Тр.УкрНИГМИ*. 1985. Вып. 201. С. 15-27.

29. Овчарук В.А. Исследование структуры формулы максимального стока

весеннего половодья И.А. Железняк. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2000. Вип. 40. Одесса, 2000. С. 137-142.

30. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов : учеб. Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. 440 с.

31. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам : учеб. пособ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. 390 с.

32. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. 247 с.

33. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы : учеб. Санкт-Петербург : Изд-во РГГМУ, 2007. 436 с.

34. Виноградов Ю.Б. Модель «Объём половодья – ГГИ 82». *Труды ГГИ*. 1985. Вып. 304. С. 3-41.

35. Кочелаба Е.И., Окорский В.П. Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений. *Труды УкрНИГМИ*. 1990. Вып. 235. С. 3-18.

36. Жидиков А.П., Левин А.Г., Нечаева Н.С., Попов Е.Г. Модели формирования весеннего стока и проблемы их применения для прогноза гидрографа половодья. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1972. Вып. 81. С. 33-45.

37. Корень В.И. Математические модели в прогнозах речного стока. Ленинград : Гидрометеиздат, 1991. 200 с.

38. Корень В.И. Моделирование процессов формирования стока рек лесной зоны Европейской территории СССР. *Метеорология и гидрология*. 1980. № 10. С. 78-85.

39. Бельчиков В.А., Корень В.И. Опыт использования модели формирования талого и дождевого стока рек лесной зоны Европейской территории СССР. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1983. Вып. 246. С. 3-20.

40. Водоласков В.П. Реализация и особенности применения модели

формирования талого и дождевого стока для водосборов лесостепной зоны Европейской территории СССР. *Труды УкрНИГМИ*. 1991. Вып. 240. С. 32-39.

41. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М., Трофимова Е.Б., Шенкис И.Д. Математическое моделирование процесса стока горных рек. *Труды СредАзНИГМИ*. 1972. Вып. 61(76).

42. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Карпати – паводконебезпечний регіон України. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових. Київ, 2010. 93 с.

43. Христюк Б.Ф. Аналітично-експертна система прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «ІСТЕР». *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2013. Вип. 264. С. 72-81.

44. Христюк Б.Ф. Краткосрочное прогнозирование уровней воды в Килийском рукаве Дуная. *Energetika*. 2014. Т. 60. №. 1. С. 69-75.

45. Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление). Москва : 2008. 394 с.

46. Кучмент Л.С., Гельфан А.Н., Демидов В.Н. Расчет вероятностных характеристик максимального стока по метеорологическим данным с использованием динамико-стохастических моделей. *Метеорология и гидрология*. 2002. №5. С. 83-94.

47. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

48. Попов Е.Г. Вопросы теории и практики прогнозов речного стока. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1963. 395 с.

49. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных антропогенной деятельностью условиях) : монография. Киев : КНТ, 2005. 192 с.

50. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : монографія / колектив авт.: С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Є.П. Шкільний та ін. ; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.

51. Burnash R.J.C., Ferral R.L. and McGuire R.A. A Generalized Streamflow

Simulation System: Conceptual Modelling for Digital Computers / National Weather Service and State of California Department of Water Resources, March 1973.

52. Sugawara M., Ozaki E., Watanabe I. Katsuyama, S. Tank Model and its Application to Bird Creek, Wollombi Brook, Bikin River, Kitsu River, Sanaga River and Nam Mune. *Research Notes of the National Research Center for Disaster Prevention / Science and Technology Agency*. Tokyo, Japan, June 1974.

53. An introduction to the European Hydrological System-Systeme Hydrologique Europeen. "SHE". 1 History and philosophy of a physically based distributed modelling system / M.B. Abbott, J.C. Bathurst, J.A. Cunge et al. *Journal of Hydrology*. 1986. № 87. P. 45-59.

54. Wigmosta M.S., Vail L., Lettenmaier D.P. A distributed hydrology-vegetation model for complex terrain. *Water Resources Research*. 1994. Vol. 30. P. 1665-1679.

55. MIKE 11 – a Modelling System for Rivers and Channels / Short Introduction Tutorial. Version 2007. DHI Water & Environment. 15 p.

56. Бойко О.В. Технологія обробки просторових даних засобами ГІС для використання в розподілених гідрологічних моделях. *Математичні машини і системи*. 2012. № 1. С. 36-44.

57. Бойко О.В., Железняк М.Й. Оцінка ефективності протипаводкових заходів на малих річкових водозборах Закарпаття на основі розрахунків розподіленої моделі «опад-стік». *Математичні машини і системи*. 2011. № 4. С. 149-160.

58. Fiering M.B., Jackson B.B. Synthetic streamflows. *Water Resources Monograph Series / American Geophysical Union*, Washington, DC. 1971. Vol. 1. P. 49 - 78.

59. Hipel K.W., McLeod A.I., Lennox W.C. Advances in Box-Jenkins modelling. Part I: Model construction. *Water Resources Research*. 1977. Vol. 13. P. 567–575.

60. Hurst H.E. Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions American Society of Civil Engineers*. 1951. Vol. 116. 770 p.

61. Комаров В.Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогнозов. Москва : Гидрометеоиздат, 1959.

295 с.

62. Паршин В.Н., Салов М.С. Весенний сток в бассейне р. Дона и его предвычисление. Ленинград : Гидрометеиздат, 1955. 102 с.

63. Харченко С.И. Формирование весенних половодий в условиях степей Нижнего Дона. *Труды ГГИ*. 1959. Вып. 71. С. 5-35.

64. Романенко В.А. Расчет и прогноз объема весеннего половодья малых рек Украины по территориально общим зависимостям. *Труды УкрНИГМИ*. 1963. Вып. 39. С. 14-29.

65. Салазанов В.В. Весенний сток рек бассейна Верхнего Днепра. Ленинград : Гидрометеиздат, 1964. 141 с.

66. Змиева Е.С. Предвычисление весеннего притока воды в Куйбышевском водохранилище на основе территориальных прогнозов стока. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1977. Вып. 186. С. 15-40.

67. Субботин А.И. Структура половодья и территориальные прогнозы весеннего стока рек в Нечерноземной зоне Европейской территории СССР. Ленинград : Гидрометеиздат, 1978. 97 с.

68. Змиева Е.С., Климова В.В. Долгосрочный прогноз максимального весеннего стока. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1983. Вып. 265. С. 3-16.

69. Змиева Е.С. Весенний сток и метод его прогноза в бассейне Горьковского водохранилища. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1980. Вып. 223. С. 18-43.

70. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1: Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. 358 с.

71. Кочелаба Є.І., Окорский В.П., Соседко М.Н. Оценка динамики промерзания и оттаивания почвы в полесских районах по метеорологическим данным. *Труды УкрНИГМИ*. 1990. Вип. 235. С. 18-26.

72. Рубцов І.Г. Особенности формирования, расчеты и прогнозы объема половодья притоков Среднего Днепра. *Труды УкрНИГМИ*. 1969. Вип. 97. С. 38-54.

73. Рубцов І.Г. Расчеты и прогнозы максимального расхода половодья притоков Среднего Днепра. *Труды УкрНИГМИ*. 1970. Вип. 97. С. 55-62.

74. Делеур М.С. Влияние рельефа местности и метеорологических условий зимы на распределение снежного покрова в бассейнах рек Среднего Днепра. *Труды УкрНИГМИ*. 1969. Вип. 80. С. 99-115.

75. Рубцов І.Г. Условия формирования и метод расчета стока половодья в открытом бассейне. *Труды УкрНИГМИ*. 1970. Вип. 88. С. 25-41.

Розділ 2

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення : вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.

2. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський, та ін. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.

3. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Яцюк М.В., Чунарьов О.В. Нове гідрографічне та водогосподарське районування як передумова впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом. *Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України* : матеріали науково-практичної конференції, 10-11 жовтня 2012 р. Київ : ДІУЕВР, 2012. С. 7-8.

4. Географічна енциклопедія України. У 3-х т. / за ред. О.М. Маринича. Київ : «Українська Радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989. Т. 1: А – Ж. 416 с.

5. Державна геодезична мережа України. URL: <http://dgm.gki.com.ua/map> (дата звернення 10.02.2017).

6. Географічна енциклопедія України. У 3-х т. / за ред. О.М. Маринича. Київ : «Українська Радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989. Т. 2: З – О.

480 с.

7. Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. Киев : Университет, 1968. 683 с.

8. Природа України. Географічні карти України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/> (дата звернення 20.02.2017).

9. Географічна енциклопедія України. У 3-х т. / за ред. О.М. Маринича. Київ : «Українська Радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1993. Т. 3: П – Я. 480 с.

10. Ґрунти України URL: http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/gruntoznavstvo/runti_ukrajini/34-1-0-488 (дата звернення 06.03.2017)

11. Заплавні луки Дніпра. URL: <http://www.novageografia.com/vogels-773-2.html> (дата звернення 17.03.2017).

12. Рослинність України. URL: http://eduknigi.com/geo_view.php?id=32 (дата звернення 22.03.2017)

13. Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 6: Украина и Молдавия. Вып. 2: Среднее и Нижнее Поднепровье / под ред. М.С.Каганера. Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 656 с.

14. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

15. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.

16 Клімат України: у минулому...і майбутньому? : монографія / М.І Кульбіда, М.Б. Барабаш, Л.О. Єлістратова та ін. ; за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.

17. Кліматичний кадастр України: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. Київ : ЦГО, 2006. 446 с.

18. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчётов. Ленинград : Гидрометеиздат, 1990. С. 276.

19. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-центр, 2010. 316 с.

20. Гребінь В.В. Сучасні зміни умов формування та окремих характеристик весняного водопілля річок України. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2010. Вип. 483. С. 11-16.
21. Василенко Є.В. Характеристики весняного водопілля річок Правобережжя Прип'яті та їх сучасні зміни. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 3(20). С. 75-82.
22. Василенко Є.В. Сучасні просторові зміни характеристик весняного водопілля в межах Української частини басейну р. Прип'ять. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2015. Вип. 267. С. 82-87.
23. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В. Оцінка впливу змін клімату на водні ресурси України на основі моделі «клімат-стік» за сценарієм глобального потепління А2. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Т. 1(36). С. 8-17.
24. Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату : звіт про НДР / УкрГМІ, 2013. URL: <http://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>
25. Оцінка можливих змін водних ресурсів місцевого стоку в Україні в ХХІ столітті / С. Сніжко, М. Яцюк, І. Купріков та ін. *Водне господарство України*. 2012. № 6(102). С. 8-16.
26. Горбачова Л.О. Оцінка можливих майбутніх змін водного стоку річок України (на середину ХХІ століття). *Культура народів Причорномор'я*. 2014. № 267. С. 89-94.
27. Гідрометеорологічна служба України / за ред. В.М. Ліпінського. Київ, 2011. 232 с.
28. Мішина Л. Гідрографічне дослідження річки Дніпро: минуле, сучасне, майбутнє... *Вісник Держгідрографії*. 2006. Вип. 1(13). С. 9-14.
29. Водний кодекс України. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. №24, ст.189.
30. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016.

Т. 2(41). С. 32-47.

31. Сербов М.Г., Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М. Гідрометеорологічне забезпечення господарства України (економічні аспекти) : навч. посіб. / ОДЕКУ. Одеса : ТЕС, 2012. 132 с.

32. Геоінформаційна система. Автоматизоване робоче місце гідролога-прогнозиста Українського Гідрометеорологічного Центру / ГІС АРМГ (версія 2007 р.). Київ, 2008.

33. Наставление по Глобальной системе наблюдений. Т. 1: Глобальные аспекты / Дополнение V к Техническому регламенту ВМО (ВМО-№544) ; издание 2015 г. С. 16. URL: https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_544-v1-2015_ru.pdf (дата звернення: 22.11.2017).

34. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. URL: http://buvrtyisa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc (дата звернення 04.09.2017).

35. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011/page10 (дата звернення 12.09.2017).

36. План імплементації Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради про оцінку та управління ризиками затоплення (у частині заходів із строком виконання до кінця 2017 року). URL: http://www.kmu.gov.ua/document/247983992/Dir_2007_60.pdf (дата звернення 02.10.2017).

37. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Санкт-Петербург : РГГМУ, ВВМ, 2011. 448 с.

38. Хвесик М.А. Екологічні проблеми басейну р. Дніпро та шляхи їх вирішення. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 17. С. 68-74.

39. Атлас України / Інститут географії НАН України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО» ; кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська. Київ : Інтелектуальні Системи

ГЕО, 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua/uk/products/atlasses/elnau> (дата звернення 12.11.2018).

40. Горбачова Л.О., Колянчук О.В. Каталог весняних водопіль в басейні річки Десна. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2011. Вип. 261. С. 179-191.

41. ВНД 33-5.2-02-98. Методика визначення зон можливого затоплення на річках України. Відомчі нормативні документи. Видання офіційне/Державний комітет України по водному господарству. Київ, 1998. 34 с.

42. Про комплексну програму проведення протипаводкових заходів на 1994–2000 роки : постанова від 26.01.94 р. № 37 / Кабінет Міністрів України. Київ, 1994.

Розділ 3

1. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підруч. для студ. ВНЗ / Одес. гідрометеорол. ін-т. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.

2. Школьний Є.П., Лоєва І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації : навч. посіб. Київ : Міносвіти України, 1999. 600 с.

3. Школьний Є.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ) : навч. посіб. / М- во освіти і науки України ; Одес. гідрометеорол. ін-т. Одеса, 2000. 419 с.

4. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. 424 с.

5. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург : ГГИ, 2007. 278 с.

6. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2010. 184 с.

7. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния : монография. Одесса : Экология,

2005. 208 с.

8. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. Москва : Наука, 1981. 235 с.

9. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами. Москва : Наука, 1982. 271 с.

10. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты / под ред. А.И. Чеботарева. Ленинград : Гидрометеиздат. 1970. 459 с.

11. Гопченко Є.Д., Кічук Н.С., Овчарук В.А. Максимальний стік дощових паводків на Півдні України : монографія. Одеса : ТЕС, 2016. 336с.

12. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с.

13. Розробка теоретичної моделі формування катастрофічних водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату : звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ ; наук. кер. Гопченко Є.Д. № держреєстрації 0112U001125. Одеса, 2014. 396 с.

14. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. Москва : Госстрой России, 2003. 74 с.

15. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 447 с.

16. Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru Condițiile republicii Moldova. CPD.01.05-2012. 178 p.

17. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення : вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.

18. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський та ін. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.

19. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І. Статистичні параметри часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні

Дніпра в умовах мінливості клімату. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. № 4(51). С. 47-55.

20. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов : учеб. Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. 440 с.

21. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам : учеб. пособ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. 390 с.

22. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы : учеб. Санкт-Петербург : Изд-во РГГМУ, 2007. 436 с.

23. Кочелаба Е.И., Окорский В.П., Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений. *Труды УкрНИГМИ*. 1990. Вып. 235. С. 3-18.

24. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

25. Попов Е.Г. Вопросы теории и практики прогнозов речного стока. Ленинград : Гидрометеиздат, 1963. 395 с.

26. Паршин В.Н., Салов М.С. Весенний сток в бассейне р. Дона и его предвычисление. Ленинград : Гидрометеиздат, 1955. 102 с.

27. Харченко С.И. Формирование весенних половодий в условиях степей Нижнего Дона. *Труды ГГИ*. 1959. Вып. 71. С. 5-35.

28. Романенко В.А. Расчет и прогноз объема весеннего половодья малых рек Украины по территориально общим зависимостям. *Труды УкрНИГМИ*. 1963. Вып. 39. С. 14-29.

29. Салазанов В.В. Весенний сток рек бассейна Верхнего Днепра. Ленинград : Гидрометеиздат, 1964. 141 с.

30. Змиева Е.С. Предвычисление весеннего притока воды в Куйбышевском водохранилище на основе территориальных прогнозов стока. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1977. Вып. 186. С. 15-40.

31. Субботин А.И. Структура половодья и территориальные прогнозы весеннего стока рек в Нечерноземной зоне Европейской территории СССР. Ленинград : Гидрометеиздат, 1978. 97 с.

32. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1: Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. 358 с.

33. Вершинина Л.К., Крестовский О.И., Калюжный И.Л., Павлова К.К. Оценка потерь талых вод и прогнозы объема стока половодья. Ленинград : Гидрометиздат, 1985. 188 с.

34. Дубах А.Д. Лес как гидрологический фактор. Москва – Ленинград : Гослесбумиздат, 1951. 160 с.

35. Рахманов В.В. Влияние лесов на формирование снежных запасов. *Метеорология и гидрология*. 1956. № 11. С. 21-28.

36. Субботин А.И. Сток талых и дождевых вод. Москва : Гидрометеиздат, 1966. 376 с.

37. Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. Ленинград : Гидрометеиздат, 1960. 169 с.

38. Крыжановская А.Б. О неравномерности снегозалегания и ее учете при определении снегозапасов. *Труды УкрНИГМИ*. 1965. Вып.51. С. 47-52.

39. Комаров В.Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогнозов. Москва : Гидрометеиздат, 1959. 295 с.

40. Делеур М.С. Влияние рельефа местности и метеорологических условий зимы на распределение снежного покрова в бассейне рек Среднего Днепра. *Труды УкрНИГМИ*. 1969. Вып. 80. С. 99-115.

41. Гопченко Е.Д., Шакірзанова Ж.Р. Территориальное долгосрочное прогнозирование максимальных расходов воды весеннего половодья: учеб. пособ. Київ : КНТ, 2005. 240 с.

42. Траскова А.В. Особливості розподілу максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля в басейні річки Дністер. *Проблеми гідрології*,

гідрохімії, гідроекології : матер. 6-ої Всеукр. наук. конф. з міжнар. участю. Дніпропетровськ : ТОВ «Акцент ПП», 2014. С. 273-275.

43. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Траскова А.В. Влияние типов подстилающей поверхности на величину максимальных снегозапасов к началу весеннего половодья (на примере бассейна р. Днестр). *Актуальные вопросы аграрной науки* / Иркутский гос. аграрный ун-т им. А.А. Ежевского. 2014. Вып. 13. С. 30-37.

44. Шакірзанова Ж.Р., Казакова А.О. Гідрометеорологічні чинники і характеристики весняних водопіль в басейні р. Південний Буг в сучасних кліматичних умовах. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2015. Вип. 20. С. 100-107.

45. Anderson E.A. National Weather Service River Forecast System: Snow Accumulation and Ablation Model. Programs and Test Data. *NOAA NWS-HYDRO Technical Memorandum 17*. 1973.

46. Rango, A., Salmonson, A.V.V., Foster J.L. Seasonal streamflow estimation in the Himalayan region employing meteorological satellite snow cover observations. *Water Resources Research*. 1977. Vol. 14. P. 359-373.

47. Todini E. Wallis J.R. A Real-time Rainfall Runoff Model for an Online Flood Warning System. *Proceedings, AGU Chapman Conference on Application of Kalman Filtering and Techniques in Hydrology, Hydraulics and Water Resources*. Dept. of Civil Engineering, University of Pittsburgh, Pennsylvania, 22-24 May 1978.

Розділ 4

1. Гопченко Е.Д., Джабур Кхалдун. Обоснование расчетной методики для определения слоя паводочного стока рек Карпат на базе схемы районирования территории по условиям формирования паводков. *Метеорология, климатология и гидрология*. 1999. Вып. 39. С. 222-232.

2. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока

весеннего половодья в условиях юга Украины : монография. Одесса : ТЭС, 2002. 110 с.

3. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с

4. Гопченко Є.Д., Кічук Н.С., Овчарук В.А. Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України : монографія. Одеса : ТЕС, 2016. 212 с.

5. Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Romanchuk M.E. A method for calculating characteristics of maximal river runoff in the absence of observational data: Case study of Ukrainian rivers. *Water Resources. Pleiades*, 2015. Vol. 42. Issue 3. P. 285-291. DOI: 10.1134/S0097807815030057.

6. Ladjel M., Goptshenko E., Ovcharuk V. Maximum runoff of the flood on wadis of northern part of Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2014. Vol. 6(1). P. 66-78. URL: <http://old.jfas.info/index.php/JFAS/article/view/240> (дата звернення 12.03.2019).

7. Ovcharuk V., Todorova O. Determination of characteristics maximal runoff Mountain Rivers in Crimea. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2016. Vol. 8(2). P. 525-541.

8. Ovcharuk V., Todorova O., Myrza E. The maximum runoff of small rivers of the Mountainous Crimea flowing into the Black Sea in modern climatic conditions. *The Baltic Sea region in Transition : 2nd International Baltic Earth Conference, Helsingor, Denmark, 11-15 June 2018*. P. 162-163.

9. Ovcharuk V., Gopchenko E. Regional model of forming catastrophic spring runoff in condition climate change on the plain rivers Black sea basin in Ukrain. *International Baltic Earth Secretariat Publication; MedCORDEX-Baltic Earth – COST Workshop “Regional Climate System Modelling for the European Sea Regions”* Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Spain, 14-16 March 2018.

10. В.А. Овчарук, Є.Д. Гопченко. Модифікований варіант операторної моделі формування максимального стоку рівнинних річок України в умовах змін клімату. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології* : тези доповідей

VII Всеукраїнської наукової конференції, 13-14 листопада 2018 р., м. Київ. Київ : Ніка-Центр, 2018. С. 5-6.

11. Овчарук В.А., Іващенко С.В. Практична реалізація модифікованої операторної моделі для визначення максимального стоку весняного водопілля в суббасейні Десни. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології* : тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції, 13-14 листопада 2018р., м. Київ. Київ : Ніка-Центр, 2018. С. 39-40.

12. Ovcharuk V. The modern calculating characteristics of the runoff at the Wisla River within Ukraine. *Multiple drivers for Earth system changes in the Baltic Sea region* : Baltic Earth Workshop, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia 26-27 November 2018.

13. Shakirzanova Zh.R., Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Kichuk N.S. Modelling of land surface waters : notes of lectures for students of courses for further training and retraining of specialists. Odessa : TES, 2018. 112 p.

14. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірманова Ж.Р., Гопцій М.В., Траскова А.В., Швець Н.М., Сербова З.Ф., Тодорова О.І. Моделювання екстремально високих паводків на прикладі гірських регіонів України. *Вісник Київського національного університету ім. Т.Шевченка. Геологія*. 2018. Вип. 3(82). С 6-15.

15. Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Траскова А.В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер : монографія / Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Харків : ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

16. В.А. Овчарук, Є.Д. Гопченко. Сучасна методика нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок України. *Український географічний журнал*. 2018. №2(102). С. 26-33.

17. Гопченко Є.Д., Ємельянова К.Б., Костенко О.І. Удосконалення науково-методичних підходів щодо визначення розрахункових характеристик максимального стоку рівнинних річок. *Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення* : тези доповідей III Міжнародної наукової конференції молодих вчених, 21-23 березня 2018 р., м. Одеса, Україна. Одеса: ОДЕКУ, 2018. С. 93-94.

18. Гопченко Є.Д., Ємельянова К.Б. Удосконалення нормативної бази для визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок Причорноморської низовини. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології* : тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції, 13-14 листопада 2018р., м. Київ. Київ : Ніка-Центр, 2018. С. 68-69.

19. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля річок України: розрахункові моделі та їх реалізація: дис. ... д-ра геогр. наук: 11.00.07 / Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса, 2017. 569 с.

20. Гопцій М.В. Аналіз багаторічних рядів спостереження за характеристиками весняного водопілля в басейні Дніпра. *Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення* : тези доповідей III Міжнародної наукової конференції молодих вчених, 21-23 березня 2018 р., м. Одеса, Україна. Одеса : ОДЕКУ, 2018. С. 83-84.

21. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І. Статистичний аналіз часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології* : тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції, 13-14 листопада 2018р., м. Київ. Київ: Ніка-Центр, 2018. С. 31-32.

22. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І. Статистичні параметри часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. №4(51).С. 47-55.

23. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / под ред. Т.С. Шмидта ; Гос. гидрол. ин-т. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 448 с.

24. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. Москва : Госстрой России, 2003. 74 с.

25. Овчарук В.А., Іващенко С.В. Методика розрахунку максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Десна в умовах змін клімату. *Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення* : тези доповідей

III Міжнародної наукової конференції молодих вчених, 21-23 березня 2018 р., м. Одеса, Україна. Одеса: ОДЕКУ, 2018. С. 97-98.

26. Ovcharuk V., Gopchenko E. Modeling of the forming spring flood runoff on Plain rivers of Ukraine. *Shaping Our Harmonious Worlds : Book of Abstracts 33rd International Geographical Congress, 21-25 August 2016. Beijing, China. P. 2002.*

27. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Траскова А.В. Влияние типов подстилающей поверхности на величину максимальных снегозапасов к началу весеннего половодья (на примере бассейна р. Днестр). *Актуальные вопросы аграрной науки / Иркутский гос. аграрный ун-т им. А.А. Ежевского. 2014. Вып. 13. С. 30-37.*

28. Тодорова О.І., Овчарук В.А., Прокоф'єв О.М. Використання даних про максимальні снігозапаси на початок весняного водопілля при розрахунках максимального стоку річок в умовах змін клімату. *Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення* доповідей III Міжнародної наукової конференції молодих вчених, 21-23 березня 2018 р., м. Одеса, Україна. Одеса : ОДЕКУ, 2018. С. 143-144.

29. Овчарук В.А., Траскова А.В., Тодорова О.І. Розподіл максимальних снігозапасів та опадів під час весняного водопілля на прикладі гірських водозборів басейну річки Дністер. *Науковий Вісник Чернівецького університету. 2016. Вип. 775-776. С. 84-89.*

30. Тодорова О.І. Узагальнення максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля в басейні р. Дніпро. *Матеріали наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету / Одес. держ. еколог. ун-т., 02-08 травня 2018 р. Одеса : ТЕС, 2018. С. 144.*

31. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности : монография. Київ : КНТ, 2005. 148 с.

32. Макарова Т.Т. Исследование формирования весеннего половодья р. Камы и методика его прогноза. *Тр. ЦИП. 1955. Вып. 39(66). С. 86-126.*

33. Салазанов В.В. Весенний сток рек бассейна Верхнего Днепра :

монографія. Ленинград : Гидрометеиздат, 1964. 141 с.

34. Гопченко Є.Д., Погорелова М.П. Нормування розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні річки Прип'ять на базі моделі об'ємного типу : монографія / Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса : ТЕС, 2018. 136 с.

35. Екстремальні гідрологічні явища: паводки і посухи на території гірських регіонів України : монографія / за ред. Є.Д. Гопченка ; Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса : ТЕС, 2018. 324 с.

36. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України. *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса : Екологія, 2012. №10. С. 133-142.

37. Гопченко Е.Д., Бояринцев Е.Л. Упрощенная генетическая формула для расчета максимальных расходов весеннего половодья в бассейне Верхней Колымы. *Тр. ДВНИГМИ*. 1980. Вып. 84. С. 3-11.

38. Гопченко Е.Д., Гнездилов Ю.А. Графоаналитический метод определения параметров гидрографов склонового стока (по материалам полевого обследования ГВВ). *Тр. УкрНИГМИ*. 1974. Вып. 127. С. 54-61.

39. Андреевская Г.М., Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. О форме графиков притока воды со склонов в русловую сеть. *Метеорология, климатология и гидрология*. 1996. Вып. 33. С. 106-110.

40. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є., Траскова А.В. Науково-методична база для визначення тривалості схилового припливу під час дощових паводків і весняних водопіль. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. № 14. С. 205-212.

41. Гопченко Є.Д., Мирза К.Л., Стасюк Л.В. Обґрунтування розрахункової тривалості схилового припливу весняного водопілля і дощових паводків. *Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення* : тези доповідей III Міжнародної наукової конференції молодих вчених, 21-23 березня 2018 р., м. Одеса, Україна. Одеса : ОДЕКУ, 2018. С. 139-140.

42. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Комплексный метод

определения расчетных характеристик склонового притока в периоды дождевых паводков и весенних половодий. *Географія, картографія, географічна освіта: історія, методологія, практика* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю створення кафедри Географії України та регіоналістики і 80-річчю з дня народження професора Ярослава Жупанського, 9-11 жовтня 2014 р. / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. Чернівці : Видавничий дім "РОДОВІД", 2014. С. 44-45.

43. Овчарук В.А., Тодорова О.І. Розрахункові характеристики граничних модулів схилового припливу під час паводків теплого періоду року на річках Гірського Криму. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. Т. 2(78). С. 103-109.

44. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Кічук Н.С. Проблеми визначення розрахункової тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2012. Вип. 263. С. 182-189.

45. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6: Украина и Молдавия. Вып.2. Среднее и Нижнее Поднепровье / Под ред. М.С.Каганера ; Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 656 с.

46. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.

47. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды : монография. Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 473 с

48. Огиевский А.В. Гидрология суши : монография. Москва : Сельхозиздат, 1952. 515 с.

49. Бефани А.Н. Основы теории ливневого стока. Ч. II. *Тр. ОГМИ*. 1958. Вып. XIV. Ленинград : Гидрометеиздат, 1958. 310 с.

50. Бефани А.Н., Бефани Н.Ф., Гопченко Е.Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. Обзорная информация. Вып. 2. Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 1981. Вып. 2. 60 с.

51. Гопченко Е.Д., Джабур Кхалдун, Романчук М.Е. О роли руслового добегания в трансформации максимальных расходов воды паводков и половодий изохрон. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2000. Вып. 41. С. 29-37.

52. Кочерин Д.И. Вопросы инженерной гидрологии : монография. Москва : Энергоиздат, 1932. 208с.

53. CRED. Natural Disasters 2017. Brussels: CRED; 2018. EM-DAT file dated 02/07/2018.

54. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: *Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата* / под ред. Пачаури Р.К., Райзингер А. и основная группа редакторов. МГЭИК, Женева, Швейцария. 104 с.

55. МГЭИК, 2014 : Изменение климата, 2014 г.: *Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата* / под ред. Т.Ф. Стокер и др. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/index.shtml> (дата звернения 17.04.2019).

56. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с. URL: http://foodstuff.osenu.org.ua/wp-content/uploads/2014/04/04/Stepanenko_book.pdf (дата звернення 18.04.19).

57. Бэйтс Б.К., Кундцевич З.В., Палютикоф С.У. Изменение климата и водные ресурсы. Технический документ Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Секретариат МГЭИК. Женева, 2008. 228 с.

58. IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf (дата звернення 21.04.2019).

59. Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices. Luxembourg : Publications

Office of the European Union, 2017. 176 p. DOI: 10.2800/938195. (дата звернення 25.04.2019).

60. European Commission (2007). Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU action, DRAFT Green Paper from the Commission. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0354:FIN:EN:PDF> (дата звернення 04.05.2019).

61. Regional Hydroclimate Project (RHP) over the Pannonian Basin (PannEx). White Book Version: 1.0.0. /Judit Bartholy, Blanka Bartók et al (Valeriya Ovcharuk). October 2018. P. 31-34, P. 49-50. URL: <https://sites.google.com/site/projectpannex/> (дата звернення 04.05.2019).

62. The EU Strategy on adaptation to climate change. URL: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/eu_strategy_en.pdf (дата звернення 12.05.2019).

63. National risk assessment of money laundering and terrorist financing 2017. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/655198/National_risk_assessment_of_money_laundering_and_terrorist_financing_2017_pdf_web.pdf (дата звернення 13.05.2019).

64. EU, 2007. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. *Official Journal of the European Union*. L 288. 6.11.2007. P. 27–34.

65. EEA, 2016. Flood risks and environmental vulnerability. Exploring the synergies between floodplain restoration, water policies and thematic policies. *EEA Report*. 2016. No 1 / European Environment Agency. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.

66. De Groeve T., Poljansek K. and Ehrlich D. Recording disaster losses recommendations for a European approach. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

67. De Groeve T., Poljansek K., Ehrlich D. and Corbane C. Current status and best practices for disaster loss data recording in EU Member States / Joint Research Centre Institute for the Protection and the Security of the the Citizen. Ispra, Italy, 2014.

68. Guidance for recording and sharing disaster damage and loss data: Towards

the development of operational indicators to translate the Sendai Framework into action. *JRC. Science and Policy Reports / Joint Research Centre. Ispra, Italy, 2015.*

69. Forzieri G. et al. Resilience of large investments and critical infrastructures in Europe to climate change. European Commission / Joint Research Centre and Institute for the Protection and the Security of the Citizen. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2015.

70. Forzieri G. et al. Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climatic Change*. 2016. Vol. 137. Issue 1–2. P. 105–119. DOI: 10.1007/s10584-016-1661-x. (дата звернення 15.05.2019).

71. Chorynski A. et al. Catalogue of large floods in Europe in the 20th century. Chapter 3. In: *Changes in flood risk in Europe, IAHS special publication 10* / ed. Z.W. Kundzewicz. Wallingford, United Kingdom : IAHS Press, 2012. P. 27-54.

72. Donat M.G. et al. Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2013. Vol. 94. No 7. P. 997–1006. DOI: 10.1175/ BAMS-D-12-00109.1. (дата звернення 15.05.2019).

73. Luger N. et al. River flood risk and adaptation in Europe – assessment of the present status. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2010. Vol. 15. Issue 7. P. 621–639. DOI: 10.1007/s11027-009-9211- 8.

74. Kundzewicz Z.W. et al. Differences in flood hazard projections in Europe – Their causes and consequences for decision making. *Hydrological Sciences Journal*. 2017. Vol. 62. Issue 1. P. 1–14. DOI: 10.1080/02626667.2016.1241398. (дата звернення 16.05.2019).

75. Blöschl G. et al (Valeryia Ovcharuk). Changing climate shifts timing of European floods. *Science*. 2017. Vol. 357. Issue 6351. P. 588-590. URL: <https://DOI.org/10.1126/science.aan2506> (дата звернення 17.05.2019).

76. Ovcharuk V.A., Prokofiev O.M., Todorova O.I., Kichuk N.S. The study of the periodicity of catastrophic spring floods on the territory of ukraine. *Visnyk of V.N Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*. 2019. Vol. 50. P. 136-147. URL: <https://DOI.org/10.26565/2410-7360-2019-50-10> (дата звернення 20.05.2019)

77. Hall J. et al. Understanding flood regime changes in Europe: a state of the art assessment. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2014. Vol. 18. P. 2735–2772. URL: <https://DOI.org/10.5194/hess-18-2735-2014> (дата звернення 22.05.2019)
78. Changes in Flood Risk in Europe / ed. Z.W. Kundzewicz. Wallingford: IAHS Press, 2012. 544 p.
79. Blöschl, G. et al. The June 2013 flood—analysis and implications for flood risk management. *Österreich Ingenieur-&-Architekten*. 2013. No 158. P. 141–152.
80. Sraj M., Viglione A, Parajka J., Blöschl G. The influence of non-stationarity in extreme hydrological events on flood frequency estimation. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 2016. Vol. 64. P. 426–437.
81. Maskey S. Flood risk in the changing climate. *Journal of Flood Risk Management*. 2018. Vol. 11. Issue 2. P. 109–110. URL: <https://DOI.org/10.1111/jfr3.12458> (дата звернення 26.05.2019)
82. Blöschl G. et al. (Valeryia Ovcharuk). Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*. 2019. Vol. 573. Issue 7772. P. 108–111. URL: <https://DOI.org/10.1038/s41586-019-1495-6> (дата звернення 27.05.2019).
83. Munich RE NatCatSERVICE - 2016. URL: <https://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html> (дата звернення 29.05.2019)
84. Barredo J.I. Normalised flood losses in Europe: 1970–2006. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2009. Vol. 9. P. 97–104. URL: <https://DOI.org/10.5194/nhess-9-97-2009> (дата звернення 02.06.2019)
85. Rojas R., Feyen L., Bianchi A. and Dosio A. Assessment of future flood hazard in Europe using a large ensemble of bias corrected regional climate simulations *Journal of Geophysical Research*. 2012. Vol. 117. D17109. DOI: 10.1029/2012JD017461. (дата звернення 05.06.2019).
86. Alfieri L., Burek P., Feyen L. and Forzieri G. Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2015. Vol. 19(5). P. 2247–2260. DOI: 10.5194/hess-19-2247-2015. (дата звернення 13.06.2019)

87. Alfieri L., Feyen L., Dottori F. and Bianchi A. Ensemble flood risk assessment in Europe under high end climate scenarios. *Global Environmental Change*. 2015. Vol. 35. P. 199–212. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2015.09.004. (дата звернення 15.06.2019)

88. Kundzewicz Z.W. et al. Differences in flood hazard projections in Europe - their causes and consequences for decision making. *Hydrological Sciences Journal*. 2017. Vol. 62. No 1. P. 1–14. DOI: 10.1080/02626667.2016.1241398. (дата звернення 18.06.2019)

89. Rojas R., Feyen L. and Watkiss P. Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation. *Global Environmental Change*. 2013. Vol. 23. No 6. P. 1737–1751. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2013.08.006. (дата звернення 20.06.2019)

90. Jongman B. et al. 2014. Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods. *Nature Climate Change*. 2014. Vol. 4. Issue 4. P. 264–268. DOI: 10.1038/nclimate2124. (дата звернення 21.06.2019)

91. Dankers R. and Feyen L. 2009. Flood hazard in Europe in an ensemble of regional climate scenarios. *Journal of Geophysical Research*. 2009. Vol. 114. Issue D16. DOI: 10.1029/2008JD011523. (дата звернення 26.06.2019)

92. Ciscar J.C. et al. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. Vol. 108. No 7. P. 2678–2683. DOI: 10.1073/pnas.1011612108. (дата звернення 13.07.2019)

93. Vormoor K., Lawrence D., Schlichting L., Wilson D. and Wong W. K. Evidence for changes in the magnitude and frequency of observed rainfall vs. snowmelt driven floods in Norway. *Journal of Hydrology*. 2016. Vol. 538. P. 33–48. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2016.03.066. (дата звернення 23.07.2019)

94. Alfieri L., Feyen L. and Baldassarre G.D. Increasing flood risk under climate change: a pan-European assessment of the benefits of four adaptation strategies. *Climatic Change*. 2016. Vol. 136. Issue 3–4. P. 507–521. DOI: 10.1007/s10584-016-1641-1. (дата звернення 15.08.2019)

95. The Dartmouth Flood Observatory. URL: <http://floodobservatory.colorado.edu/> (дата звернення 23.08.2019)
96. The Emergency Events Database (EM-DAT). URL: <http://www.emdat.be/> (дата звернення 25.08.2019)
97. Natural catastrophe statistics online – The NatCatSERVICE analysis tool. URL: <http://www.munichre.com/natcatservice> (дата звернення 09.09.2019)
98. Natural Water Retention Measures URL: <http://nwrn.eu> (дата звернення 13.09.2019)
99. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. 2015. URL: <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/> (дата звернення 25.09.2019)
100. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления. *Гидробиологический журнал*. 2000. Т. 36. № 3. С. 67–78.
101. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. ; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.
102. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Водні ресурси України ХХІ сторіччя за сценаріями змін клімату (RCP 8.5 та RCP 4.5). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. № 17. С. 114–122.
103. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Оцінка змін водних ресурсів р. Дунай у ХХІ сторіччі за сценарієм А1В з використанням моделі “клімат-стік”. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. №18. С. 112–120.
104. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
105. Гребень В.В. Современные особенности внутригодового распределения стока рек Украины. *Глобальные и региональные изменения климата* / под ред. В.М. Шестопалова, В.Ф. Логинова, В.И. Осадчего и др. Киев : Ника-Центр, 2011. С. 391-401. 448 с.
106. Гребінь В.В. Сучасні зміни умов формування та окремих характеристик

весняного водопілля річок України. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2010. Випуск 483: Географія. С. 11-17.

107. Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату : звіт про НДР / УкрГМІ. 2013. URL: <http://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf> (дата звернення: 03.11.2017)

108. Gorbachova L.O., Nabyvanets Yu.B. Forecasted estimations of runoff change in the Dniester Basin under conditions of climate change. *Hydrology and Society – Connections between Hydrology and Connections between Hydrology and Population dynamics, Policy making and Power Generation* : 4th EGU Leonardo Conference, 14–16 November 2012, Torino, Italy. С. 87. URL: www.Eguleonardo2012polito.it/stuff/Abstracts_Book.pdf (дата звернення 11.10.2019)

109. Кліматичний кадастр України: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. Київ : ЦГО, 2006. 446 с.

110. Розробка теоретичної моделі формування катастрофічних водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату : звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ ; наук. кер. Гопченко Є.Д. № держреєстрації 0112U001125. Одеса, 2014. 396 с.

111. Ovcharuk V, Gopchenko E., Shakirzanova J., Semenova I. Scientifically methodical approaches for taking into account of global changes of climate at the calculations of maximal runoff of the rivers. *The Global Water and Energy Cycle* : 7th International Scientific Conference, The Hague, The Netherlands, 14-17 July 2014. URL: http://gewex.org/2014conf/pdfs/Ovcharuk_9_20.pdf (дата звернення 18.10.2019)

112. Ovcharuk V., Gopchenko E. Method of determining characteristics maximum spring flood runoff in Ukraine in view of global and regional climate change : 26th IUGG General Assembly, Prague, Czech Republic, Prague Congress Centre, June 22- July 2, 2015. HS02p-HS02p HS02 Hydrologic Non-Stationarity and Extrapolating Models to Predict the Future. Abstract: HS02p-038.

113. Овчарук В.А., Боровська Г.О., Траскова А.В., Семенова І.Г. Використання моделі граничної інтенсивності для оцінки впливу глобальних змін клімату на максимальний стік весняного водопілля в басейні Дністра. *Географія та туризм*. 2014. Вип. 31. С. 178–189.

114. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). URL: <http://ipcc-data.org/> (дата звернення 19.10.2019)

115. Evans J.P. CORDEX – An international climate downscaling initiative. *Sustaining Our Future: Understanding and Living with Uncertainty* : 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12–16 December 2011. Conference Paper. P. 2705-2711.

116. Giorgi F., Jones C. and Asrar G.R. Addressing climate information needs at the regional level : the CORDEX framework. *World Meteorological Organization (WMO) Bulletin*. 2009. Vol. 58(3). P. 175-183.

117. Part IV: Physical processes (CY23R4) / ed. P.W. White. *Technical report European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*, 2001.

118. P. Undén et al. HIRLAM-5 Scientific Documentation. *Technical report Swedish Meteorological and Hydrological Institute*. Norrköping, Sweden, 2002.

119. Ettema J. et al. Higher surface mass balance of the Greenland ice sheet revealed by high-resolution climate modeling. *Geophysical Research Letters*. 2009. Vol. 36. L12501. DOI: 10.1029/2009GL038110. (дата звернення 22.10.2019)

Розділ 5

1. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с.

2. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

3. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. 242 с.
4. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. / Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др.; пер. с англ. Москва : Финансы и статистика, 1989. 215 с.
5. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2010. 184 с.
6. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.
7. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 450 с.
8. Оцінка якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші. Керівний документ / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2015. 70 с.
9. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування. Керівний документ / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2012. 120 с.
10. Волков А.І., Попик О.В. Можливості застосування геоінформаційних систем для функціонального зонування об'єктів природно-заповідного фонду (на прикладі НПП «Гомільшанські ліси»). *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2015. Вип. 12, №1147. Харків, ХНУ. С. 33-40.
11. A. Volkov. Conservation areas assessment in the context of sustainable development of Ukraine (utilizing geoinformational technologies). *Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие – лето 2014» МДУ «Фредерик Жолио – Кюри» - КК «Св.Константин и Елена», Варна, 2014. С. 55-60.*
12. Шакірзанова Ж.Р. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра з використанням автоматизованих програмних комплексів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т. 4(25). С. 48-55.
13. Zh. Shakirzanova, A. Kazakova, A. Volkov. Territorial long-term forecasting

of spring flood characteristics in the modern climatic condition utilizing geographical informational systems. *International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences*. April. 2017. Vol. 7. No.1. P. 13-16. URL: <http://www.ijsk.org/ijrees.html> (дата звернення 13.05.2018)

14. Кочелаба Е.И., Окорский В.П., Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений. *Труды УкрНИГМИ*. 1990. Вып. 235. С 3-18.

15. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. URL: http://buvrtyisa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc (дата звернення 15.02.2018).

16. Соколовский Д.Л. Речной сток. Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. 538 с.

17. Николаенко В.Т. Лес и его роль в регулировании поверхностного стока. Ленинград : Гидрометеиздат, 1968. 217 с.

18. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. 119 с.

19. Олійник В. С. Дискусійні питання лісової гідрології. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2014. Т. 3(34). С. 8–15.

20 . Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6: Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и Нижнее Поднепровье / под ред. М.С.Каганера. Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 656 с.

21. Овчарук В.А, Гопченко Є.Д.. Сучасна методика нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок України. *Український географічний журнал*. №2(102). 2018. С. 26-33

22. Овчарук В.А, Гопченко Є.Д. Модифікований варіант операторної моделі формування максимального стоку рівнинних річок України в умовах змін клімату. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології* : тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції, 13-14 листопада 2018р., м. Київ. Київ : Ніка-Центр, 2018.

С. 5-6.

23. Докус А. О., Овчарук В. А., Шакірзанова Ж. Р. Використання операторної моделі формування стоку для визначення середньобагаторічних величин максимальних витрат води весняного водопілля в басейні річки Південний Буг. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. № 24. С. 49-63.

24. Шакірзанова Ж.Р. Аналіз та просторове узагальнення строків проходження весняних водопіль на рівнинних річках України. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2008. Вип. 6. С. 157–164.

25. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2012. № 10. С. 133–142.

26. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.

27. Клімат України: у минулому...і майбутньому? : монографія / Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлістратова Л.О. та ін. ; за ред. М.І Кульбіди, М.Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.

28. Мартазінова В.Ф., Свердлик Т.А. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря протягом ХХ ст. та її вплив на погодні умови і регіональну циркуляцію повітря в Україні. *Український географічний журнал*. 2001. № 2. С. 28–34.

29. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : монографія / Степаненко С.М., Польовий А.М., Школьний Є.П. та ін. ; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.

30. Геоінформаційна система. Автоматизоване робоче місце гідролога-прогнозиста Українського Гідрометеорологічного Центру / ГІС АРМГ (версія 2007 р.). Київ, 2008.

31. Місячні та сезонні прогнози / Український гідрометеорологічний центр. URL: https://meteo.gov.ua/ua/33345/forecast/monthly_and_season_forecast/ (дата звернення 21.02.2018, 05.03.2018).

32. Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Гопцій М.В., Тодорова О.І., Докус А.О.,

Сербова З.Ф., Швець Н.М. Метод прогностичної оцінки характеристик максимального стоку річок басейну Дніпра у весняний період року. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 22. С. 80-99.

Розділ 6

1. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. URL: http://buvrtyisa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc (дата звернення 15.02.2018).

2. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. 358 с.

3. Blöschl, et al. Changing climate shifts timing of European floods. *Science*. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590, DOI: 10.1126/science.aan 2506. 2017. URL: <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588.full> (дата звернення 25.06.2019).

4. Best J. Anthropogenic stresses on the world's big rivers, *Nature Geoscience*, 2019. 12. 7–21. DOI:10.1038/S41561-018-0262-X (дата звернення 13.05.2019)

5. Birsan M.-V., Molnar P., Burlando P., Pfaundler M. Streamflow trends in Switzerland, *Journal of Hydrology*. 2005. 314. P.312-329.

6. Bormann H. Runoff regime changes in German rivers due to climate change. *Erdkunde*. 64 (3), 2010. P. 257-279.

7. Bisselink B., Bernhard J., Gelati E., Adamovic M., Jacobs C., Mentaschi L., Lavallo C. and De Roo A. Impact of a changing climate, land use, and water usage on water resources in the Danube river basin, JRC Technical Reports, European Commission. 2018. 70 pp. DOI:10.2760/89828

8. Fürst J., Kling H., Nachtnebel H. P., Hörhan T. Trends in hydrologischen Variablen und in der Wasserbilanz Österreichs, [u:] Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft, H. P. Nachtnebel (ur.), Bundesministerium für

Land-und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Beč, Austrija. 2008. 105-115.

9. Исследование современных особенностей формирования весеннего половодья на реках европейской территории России и Западной Сибири в условиях нестационарного климата и антропогенного воздействия: итоговый отчет по проекту РФФИ 13-05-00113-а. Приложение 1 / МГУ имени М.В. Ломоносова, кафедра гидрологии суши ; науч. рук. Фролова Н.Л. Москва, 2015. 135 с. URL: <https://istina.msu.ru/reports/14892927/> (дата звернення 02.07.2019).

10. Чорноморець Ю.О., Фріндт К.Т. Багаторічна динаміка термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Десни. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 2(19). С. 94-105.

11. Василенко Є.В., Гребінь В.В. Зміна термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Прип'яті (в межах України) в сучасний період. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 18. С. 119-125

12. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Дослідження впливу сучасних змін клімату на характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Прип'ять. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 3(20). С. 50-59.

13. Шакірзанова Ж.Р. Аналіз та просторове узагальнення строків проходження весняних водопіль на рівнинних річках України. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2008. В. 6. С. 157-164.

14. Горбачова Л. О., Кошкіна О. В. Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні річки Десна. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 2. С. 30-37.

15. Вишневський В.І., Шевчук С.А. Зміни клімату та їх вплив на водність річок та умови сільськогосподарського. *Меліорація і водне господарство*. 2015. В. 102. С. 101-108.

16. Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Оцінка часового розподілу стоку води р. Десна за період весняного водопілля. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 4(21). С. 56-67.

17. Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Деякі підходи щодо завчасного

передбачення перебігу весняного водопілля на р. Прип'ять біля м. Мозир. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2013. №13. С. 138-146.

18. Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Гопцій М.В., Тодорова О.І., Докус А.О., Сербова З.Ф., Швець Н.М. Метод прогностичної оцінки характеристик максимального стоку річок басейну Дніпра у весняний період року. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 22. С. 80-99.

19. Pekárová P., Miklánek P., Onderka M., Halmová D., Mitková V.B., Mészáros I., Škoda P. Flood regime of rivers in the Danube River basin. Regional cooperation of Danube Countries within the framework of UNESCO International Hydrological Program, PROJECT. 2008.9, 51 pp.

20. Čanjevac I. Novije promjene protočnih režima u hrvatskom dijelu poriječja Dunava. *Hrvatski geografski glasnik*. 2012. 74/1, S. 61 – 74, DOI: 10.21861/HGG.2012.74.01.04

21. Zabolotnia T., Gorbachova L., Khrystiuk B. Estimation of the long-term cyclical fluctuations of snow-rain floods in the Danube basin within Ukraine. *Meteorology Hydrology and Water Management*. 2019. 7(2). С. 1-9.

22. Кочелаба Е.И., Окорский В.П., Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений. *Труды УкрНИГМИ*. 1990. Вып. 235. С. 3-18.

23. Burnash R.J.C., Ferral R.L. and McGuire R.A. A Generalized Streamflow Simulation System: Conceptual Modelling for Digital Computers. *National Weather Service and State of California Department of Water Resources*, March 1973.

24. Sugawara M., Ozaki E., Watanabe I. and Katsuyama S. Tank Model and its Application to Bird Creek, Wollombi Brook, Bikin River, Kitsu River, Sanaga River and Nam Mune. *Research Note of the National Research Center for Disaster Prevention, Science and Technology Agency*. Tokyo, Japan, June 1974

25. MIKE 11 – a Modelling System for Rivers and Channels : Short Introduction Tutorial. Version 2007. *DHI Water & Environment*. 15 p.

26. Hipel K.W., McLeod A. I. and Lennox W.C.,: *Advances in Box-Jenkins*

modelling. Part I: Model construction. *Water Resources Research*. 1977. Vol. 13. P. 567–575.

27. Шевнина Е.В. Методы долгосрочного прогнозирования сроков начала и достижения максимума весеннего половодья на устьевых участках Оби и Енисея. *Метеорология и гидрология*. 2009. № 1. С. 75-84. URL: <http://naukarus.com/metody-dolgosrochnogo-prognozirovaniya-srokov-nachala-i-dostizheniya-maksimuma-vesennego-polovodya-na-ustievyyh-uchastkah-> (дата звернення 16.07.2019)

28. Гинзбург Б.М., Борщ С.В., Ефремова Н.Д., Сильницкая М.И., Полякова К.Н. Методы долгосрочного и среднесрочного прогноза сроков прохождения максимального уровня весеннего половодья на реках Европейской территории России. *Метеорология и гидрология*. 2002. №11. С. 81–92.

29. Borsch S., Fedorova S. Long-term forecasts of dates of spring flood initial and maximum water levels passage in the Dnepr catchment on the territory of Russia and Belarus for improved flood management planning. *NATO Advanced research Workshop Preprints. Transboundary Floods*. Treira S. R. L., Oradea, Romania, May 4-8, 2005. P. 149–166.

30. Гинзбург Б.М., Борщ С.В., Ефремова Н.Д., Полякова К.Н., Сильницкая М.И. Методы фоновое долгосрочного и среднесрочного прогноза сроков вскрытия рек ЕТР. *Метеорология и гидрология*. 2001. № 11. С. 67-78.

31. Вишневський В.І. Зміни клімату та річкового стоку на території України та Білорусі. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2001. Вип. 249. С. 89–105.

32. Лобода Н. С., Коробчинская А.А., Рудник А.А. Изменение климата и его влияние на реки Украины. *Украинский гидрометеорологический журнал*. 2010. Т. 6. С. 199–204.

33. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.

34. Леонов Е.А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз : монографія. Санкт-Петербург : Алетейя-Наука, 2010. 352 с.

35. Логинов В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата : монография. Минск : Беларус. навука, 2012. 266 с.

36. Абдусаматов Х.И. Об уменьшении потока солнечного излучения и понижении глобальной температуры Земли до состояния глубокого похолодания в середине XXI века. *Известия Крымской астрофизической обсерватории*. 2007. Т. 103. № 4. С. 292-298.

37. Абдусаматов Х.И. Солнце определяет климат. *Наука и жизнь*. 2009. № 1. С. 34-42. URL: http://www.gaoran.ru/russian/cosm/astr/abduss_nkj_2009.pdf (дата звернення 18.07.2019).

38. Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В.П. Боровикова ; 2-е изд.. перераб. и доп. Москва : Горячая линия – Телеком, 2008. 392 с.

39. Dandy G.C., Maier H.R. Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modeling issues and applications. *Environmental Modelling & Software*. 2000. № 15. P. 101–124. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.332.876&rep=rep1&type=pdf> (дата звернення 11.07.2019).

40. Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Ферапонтов Ю.И. Оценка и прогнозирование экстремальных гидрологических ситуаций. *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=5288> (дата звернення: 11.07.2019).

41. Хильчевский В.К., Гопченко Е.Д., Лобода Н.С., Ободовский А.Г., Гребень В.В., Шакирзанова Ж.Р., Ющенко Ю.С., Шерстюк Н.П., Овчарук В.А. Гидрология в университетах Украины – история, состояние и перспективы. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. №4(47).С. 61-67.

42. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р. Обґрунтування методики прогнозування строків весняного водопілля в басейні Прип'яті. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007. № 2. С. 156-163.

43. Гопченко Є.Д. Шакірзанова Ж.Р. Метод просторового довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля та строків його проходження. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2008. Вип. 50, ч. II. С. 158-168.

44. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с.

45. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

46. Гинзбург Б.М. Вероятностные характеристики сроков замерзания и вскрытия рек и водохранилищ Советского Союза. *Труды IV всесоюзного гидрологического съезда*. 1976. Том 7. С. 296-304.

47. Шакірзанова Ж.Р. Метод просторових прогнозів строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. №8. С 204-213

48. Шакірзанова Ж.Р. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра з використанням автоматизованих програмних комплексів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т.4(25). С. 48–55.

49. Наставление по службе прогнозов, разд. 3, ч. 1. Ленинград : Гидрометеиздат, 1962. 194 с.

50. Оцінка якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші. Керівний документ / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2015. 70 с.

51. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування. Керівний документ / Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2012. 120 с.

52. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам : учеб. пособие. Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. 390 с.

53. Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О., Швець Н.М. Прогностичний моніторинг строків проходження весняних водопіль річок в сучасних кліматичних умовах / *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. №3(54). С. 88-89.

54. Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О., Швець Н.М. Методика простового

прогнозування строків початку та проходження максимальних витрат води весняних водопіль. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. Т.4(55). С. 11-16.

Розділ 7

1. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України / за ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. Київ : Ніка-Центр, 2001. 392 с.

2. Вишневський В.І. Ріка Дніпро. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2011. 384 с.

3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.

4. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський, М.В. Яцюк, О.В. Чунарьов, Є.М. Крижановський, В.С. Бабчук, О.Є. Ярошевич. Київ : Інтерпрес, 2013. 55 с.

5. Про затвердження меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок : наказ від 03.03.2017 №103 / Міністерство екології та природних ресурсів України URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17> (дата звернення 10.04.2017).

6. Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року : затв. Законом України від 24 травня 2012 року № 4836-VI. *Відомості Верховної Ради України*. 2013, № 17, ст.146. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/4836-17> (дата звернення 12.04.2017).

7. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Ленинград: Гидрометиздат, 1970. 444 с.

9. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ

Днепра и методы его прогнозирования. Киев : Наукова думка, 1979. 220 с.

10. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И. Денисова, В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина и др. Киев : Наукова думка, 1989. 216 с.

11. Пелешенко В.И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод. Киев : Вища школа, 1975. 168 с.

12. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / Л.Н. Горев, Д.В. Закревский, А.А. Косовец и др. ; под общ. ред. В.И. Пелешенко. Киев : Вища школа, 1979. 100 с.

13. Горев Л.М., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К. Гідрохімія України. Київ : Вища школа, 1995. 307 с.

14. Khil'chevskii V.K., Khil'chevskii R.V., Gorokhovskaya M.S. Environmental aspects of chemical substance discharge with river flow into water bodies of the Dnieper River basin. *Water Resources*. 1999. 26(4). P. 453–458.

15. Хільчевський В.К. Агрогідрохімія : навчальний посібник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 1995. 162 с.

16. Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. Київ : ВПЦ «Київський університет», 1996. 222 с.

17. Khil'chevskiy V.K. Effect of agricultural production on the chemistry of natural waters : a survey. *Hydrobiological Journal*. 1994. 30(1). P. 82–93.

18. Хільчевський В.К. До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2003. Т. 5. С. 11-18.

19. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін. ; за ред. В.К. Хільчевського. Київ : Ніка-Центр, 2007. 184 с.

20. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк та ін. ; за ред. В.К. Хільчевського. Київ : Ніка-Центр, 2009. 116 с.

21. Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води річки Рось / В.К. Хільчевський, В.М. Савицький, Л.А. Красова та ін. ; за ред. В.К. Хільчевського. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2012. 143 с.

22. Гідроекологічний стан басейну Горині в районі Хмельницької АЕС / В.К. Хільчевський, М.І. Ромась, О.В. Чунарьов та ін. ; за ред. В. К. Хільчевського. Київ : Ніка-центр, 2011. 176 с.
23. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ : Ніка-Центр, 2012. 180 с.
24. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України / В.К. Хільчевський, О.О. Винарчук, О.М. Гончар та ін. ; за ред. В.К. Хільчевського та В.А. Сташука. Київ : Ніка-Центр, 2014. 230 с.
25. Хільчевський В.К., Маринич В.В., Савицький .М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2002. Т. 4. С. 126-128.
26. Хільчевський В.К., Руденко Р.В., Курило С.М. Трансформація хімічного складу води річок басейну Дніпра. *Водне господарство України*. 2006. № 3. С. 40-49.
27. Сніжко С.І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем. Київ : Ніка-Центр, 2006. 284 с.
28. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області / С.І. Сніжко, О.О. Орлов, Д.В. Закревський та ін. Житомир : Волинь, 2002. 264 с.
29. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27 (1). P. 68-80.
30. Осадчий В.І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2013. Вип. 265. С. 54-65.
31. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, П.М. Линник та ін. Київ : Ніка-Центр, 2013. 240 с.
32. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. *Вісник НАН України*. 2017. № 8. С. 29-45.
33. Шерстюк Н.П., Хільчевський В.К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу. Дніпропетровськ : Акцент, 2012. 263 с.

34. Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Динаміка хімічного складу р. Псел та оцінка її якості. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 4(21). С. 125-134.

35. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Динаміка хімічного складу води по довжині р. Ворскла та оцінка її якості. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 11. С. 178-189.

36. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оценка экологического состояния рек Псел и Ворскла по уровню использования вод в трансграничной зоне «Россия-Украина». *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2012. Вип. 14. С. 151-159.

37. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Зміни клімату та їх можливі наслідки у формуванні якості вод (на прикладі річок Псел та Ворскла). *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. Вип. 22. С. 2-11.

38. Шахман І.О., Лобода Н.С. Оцінка якості води у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за гідрохімічними показниками. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. №17. С. 2-14.

39. Даус М.Є. Оцінка якості вод приток річки Прип'ять (української частини) для рибогосподарського використання. *Вода: проблеми та шляхи вирішення* : зб. статей науково-практичної конференції із міжнародною участю, м. Рівне, 5-8 липня 2017 р. Житомир : Вид-во ЕЦ «Укрекобіокон». 2017. С. 89-94.

40. Даус М.Є., Лобода Н.С., Дичеренко Ю.Л. Оцінка якості води річки Десна за комплексом гідрохімічних показників. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. №16. С. 124-134.

41. Даус М., Лужанська Д. Оцінка якості води припливів р. Десна за комплексом гідрохімічних показників. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матеріали XXVII Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 17 листопада 2016 р. Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 37-42.

42. Даус М.Є., Кликач Н.В. Оцінка якості води у басейні річки Сула у роки різної водності. *Екологія/Ecology – 2017* : зб. Праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю, 20–22 вересня 2017. Вінниця : ВНТУ. 2017. С. 102.

43. Харитонов М.М., Анісімова Л.Б. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 17. С. 75-85.
44. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 262 с.
45. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навч. посіб. Одеса : Екологія, 2012. 168 с.
46. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. № 250-1163. Москва, 1986. 28 с.
47. КНД 211.1.1.106-2003. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі мінекоресурсів) / Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ, 2003. 64 с.
48. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. *Гидрохимические материалы*. 1983. Т.88. С. 119–129.
49. Гігієна та екологія : підручник / за ред. В.Г. Бардова. Вінниця : Нова Книга, 2006. 720 с.
50. Швебс Г.І., Єгошин М.І. Каталог річок і водойм України : навчально-довідковий посібник. Одеса: «Астропринт», 2003. 392 с.
51. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
52. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ. Екологія і закон: Екологічне законодавство України. Київ, 1997. С. 14-51.
53. Водний кодекс України. Екологія і закон: Екологічне законодавство

України. Київ, 1997. С.411-453.

54. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. . Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ : Ніка Центр, 2006. 184 с.

55. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.

56. Даус М.Є., Кічук Н.С., Романчук М.Є., Шакірзанова Ж.Р. Динаміка мінералізації і вмісту головних іонів у поверхневих водах басейну Дніпра за період 1990–2015 роки. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. №3(50). С 6-23.

57. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным. Санкт-Петербург, 2010. 162 с.

58. Школьный Є.П., Лосєва І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації : підручник. Київ : Міносвіти України, 1999. 538 с.

59. Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України <http://www.menr.gov.ua/> (дата звернення 13.09.2017)

60. Водний кодекс України. URL : <http://dbn.at.ua/load/zakony/19-1-0-273> (дата звернення 28.10.2017).

61. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. Випуск 2: Басейн Дніпра. 1990-2015 рр. Київ, 1991-2016.

62. Харитонов М.М., Анісімова Л.Б. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 17. С. 75-85.

63. Алисов В.П. Климат СССР. Москва : Изд-во Московского университета, 1956. 547 с.

64. Романенко М.І., Савчук Д.П. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання. Київ : Аграрна наука, 2002. 304 с.

65. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат : навч. посіб. Чернівці : Рута, 2001. 246 с.

66. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. *Вісник НАН України*. 2017. № 8. С. 29 - 45.

67. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України : навч. посіб. Рівне, 2000. 192 с.

68. Природа Українських Карпат / за ред. К.І. Геренчука. Львів, 1968. 266 с.

69. Мезинський національний природний парк. URL: <https://uk.wikipedia.org/> (дата звернення 16.05.2018).

70. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод : навч. посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2011. 168 с.

71. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище : навч. посібник : ФОП Панов А.М., 2017. 200 с.

72. Кулачок К.В., Лобода Н.С. Якісне та кількісне оцінювання екологічних ризиків у нижній течії Дністра (смт Біляївка) : матеріали науко-практичної конференції всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «Екологія», 20-22 березня 2019 року. Полтава : ПолтНТУ, 2019. С. 29.

73. Оцінка ризиків для здоров'я людини та навколишнього середовища від джерел забруднення ґрунту та вод : звіт інформаційної конференції в рамках проекту «Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії і Республіки Молдова (MIS ETC CODE 995)» Спільної операційної програми «Румунія-Україна-Республіка Молдова. 2007–2013» Європейського інструменту сусідства та партнерства / за ред. Б.В Буркинського, О.Є. Рубеля ; НАН України, Ін-т пробл. ринку та екон.-екол. дослідж. Одеса, 2016. 84 с.

74. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Санкт-Петербург : РГГМУ ВВМ, 2011. 448 с.

75. Вентцель Е.С. Теория вероятностей : учеб. для вузов / 6-е изд., Москва : Высшая школа, 1999. 576 с.

76. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. Київ : Ніка-Центр, 2008. 656 с.

77. Даус М.Є. Вплив водності на якість води у басейні річки Прип'ять. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. № 3(54). С. 40-42.

УДК 556.166:556.16:556.06:556.114

УКПП

№ держреєстрації 0117U002424

Інв. №

Міністерство освіти і науки України

Одеський державний екологічний університет

(ОДЕКУ)

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15; тел./факс (0482)63-62-09

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ДНІПРА В
УМОВАХ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТУ**

(остаточний)

Частина 2

ДОДАТКИ

Науковий керівник НДР

д-р геогр. наук, проф., академік АН ВШ

Є.Д. Гопченко

2019

ДОДАТОК А

Ґрунтовий і рослинний покрив в басейні Дніпра

Додаток А.1 – Умовні позначення ґрунтового покриву в басейні р. Дніпро до рис. 2.5

Дерново-підзолисті ґрунти

Дерново-підзолисті ґрунти на давньоалювіальних та воднольодовикових відкладах, морені та лесовидних породах

 Дерново-середньо-і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти

Дерново-підзолисті оглеєні ґрунти на давньоалювіальних та воднольодовикових відкладах, морені та лесовидних породах

 Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти

 Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глейові супіщані та суглинкові ґрунти

 Дерново-середньо-і сильнопідзолисті поверхнево-оглеєні переважно суглинкові ґрунти

Опідзолені ґрунти

Опідзолені ґрунти переважно на лесових породах

 Ясно-сірі опідзолені ґрунти

 Сірі опідзолені ґрунти

 Темно-сірі опідзолені ґрунти

 Чорноземи опідзолені

Опідзолені оглеєні ґрунти переважно на лесових породах

 Ясно-сірі і сірі опідзолені оглеєні ґрунти

 Темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти

 Чорноземи опідзолені оглеєні

Реградовані ґрунти на лесових породах

 Темно-сірі та сірі реградовані ґрунти

 Чорноземи реградовані

Чорноземи

Чорноземи неглибокі лісостепові на лесових породах

 Чорноземи неглибокі слабогумусовані та малогумусні

Чорноземи глибокі на лесових породах

 Чорноземи глибокі слабогумусовані

 Чорноземи глибокі малогумусні

 Чорноземи глибокі малогумусні карбонатні

 Чорноземи глибокі малогумусні вилуговані

 Чорноземи глибокі середньогумусні

Чорноземи звичайні на лесових породах

 Чорноземи звичайні середньогумусні глибокі

 Чорноземи звичайні середньогумусні неглибокі

Продовження додатку А.1

-  Чорноземи звичайні малогумусні глибокі
-  Чорноземи звичайні середньогумусні
-  Чорноземи звичайні малогумусні
- Чорноземи південні на лесових породах
-  Чорноземи південні малогумусні
- Чорноземи на щільних глинах
-  Чорноземи на щільних глинах
-  Чорноземи солонцюваті на щільних глинах
- Чорноземи переважно щебенюваті на елювії твердих некарбонатних порід
-  Чорноземи переважно щебенюваті на елювії твердих некарбонатних порід
- Чорноземи переважно щебенюваті на елювії щільних карбонатних порід
-  Чорноземи карбонатні на елювії щільних карбонатних порід
- Чорноземні глинисто-піщані та супіщані ґрунти
-  Чорноземні глинисто-піщані та супіщані ґрунти
- Чорноземи залишково-солонцюваті на лесових породах
-  Чорноземи глибокі залишково-солонцюваті
-  Чорноземи звичайні залишково-солонцюваті
-  Чорноземи південні залишково-солонцюваті
- Лучно-чорноземні ґрунти переважно на лесовидних породах
-  Лучно-чорноземні ґрунти
-  Лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті ґрунти
-  Лучно-чорноземні глибоко-вилуговані (осолоділі) ґрунти западин (в мікрокомплексі)

Каштанові ґрунти

Темно-каштанові ґрунти переважно на лесових породах

 Темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти

 Темно-каштанові солонцюваті ґрунти

Каштанові ґрунти переважно на лесових породах

 Каштанові солонцюваті ґрунти

Лучно-каштанові ґрунти

 Лучно-каштанові солонцюваті ґрунти

Лучні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах

 Лучні та чорноземно-лучні ґрунти

 Лучні та чорноземно-лучні поверхнево-солонцюваті ґрунти

 Лучні та чорноземно-лучні глибоко-солонцюваті ґрунти

Лучно-болотні, болотні. Торфовища

Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах

 Лучно-болотні ґрунти

Кінець додатку А.1

 Лучно-болотні солонцюваті ґрунти

Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах

 Болотні та торфувато-болотні ґрунти

 Болотні солонцюваті ґрунти

Торфовища

 Торфовища низинні та торфowo-болотні ґрунти

Солонці і солончаки

 Солонці

Оглеєні солонцюваті та осолоділі ґрунти подів і западин

 Лучно-чорноземні оглеєні солонцюватого-осолоділі ґрунти

Дернові ґрунти

 Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти

 Дернові оглеєні ґрунти

 Піски слабозадерновані, слабогумусовані і негумусовані

 Дернові ґрунти на елювії некарбонатних порід

 Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

 Дернові опідзолені ґрунти та оглеєні їх види

Додаток А.2 – Умовні позначення рослинного покриву в басейні р. Дніпро до рис. 2.6

Ліси височин і рівнин

Хвойні та широколистяно-хвойні ліси

-  Дубово-соснові, рідше грабово-дубово-соснові із сосни звичайної, дуба звичайного та граба звичайного, місцями в поєднанні з сосновими лісами
-  Сільськогосподарські землі на місці дубово-соснових лісів, місцями в поєднанні з луками
-  Дубово-соснові борових терас річок
-  Сільськогосподарські землі на місці дубово-соснових лісів борових терас річок
-  Липово-дубово-соснові ліси
-  Сільськогосподарські землі на місці липово-дубово-соснових лісів
-  Дубово-соснові, рідше грабово-дубово-соснові із сосни звичайної, дуба звичайного та граба звичайного, місцями в поєднанні з сосновими лісами

Листяні ліси

-  Березові з берези бородавчастої
-  Вільхові з вільхи клейкої

Широколистяні ліси

-  Дубові з дуба звичайного
-  Грабово-дубові з дуба звичайного та граба звичайного, часто в поєднанні з похідними грабовими лісами
-  Кленово-липово-дубові з дуба звичайного, липи серцелистої і клена гостролистого
-  Дубові з дуба скельного місцями в поєднанні з буково-дубовими і буково-грабовими
-  Сільськогосподарські землі на місці дубових, грабово-дубових та інших широколистяно-дубових лісів

Степи

Лучні

-  Сільськогосподарські землі на місці лучних степів і остепнених луків

Справжні різнотравно-типчаково-ковилові степи

-  Сільськогосподарські землі на місці різнотравно-типчаково-ковилових степів

Типчаково-ковилові степи

-  Заповідні типчаково-ковилові
-  Сільськогосподарські землі на місці типчаково-ковилових степів
-  Сільськогосподарські землі на місці псамофітних типчаково-ковилових степів

Кінець додатку А.2

-  Сільськогосподарські землі на місці псамофітних типчаково-ковилових степів

Пустельні степи

-  Полиново-типчаково-ковилові в комплексі з солонцями (переважно розорані)

Луки

-  Заплавні, місцями в поєднанні з лісами, чагарниками, болотами і сільськогосподарськими землями
-  Заплавні солонцево-солончакові в поєднанні з сільськогосподарськими землями
-  Різнотравно-злакові подів і сільськогосподарські землі на їх місці
-  Сільськогосподарські землі в поєднанні з лучно-солончаковою і солонцевою рослинністю терас річок

Болота

-  Високотравні болота тривало заплавні луки і деревно-чагарникова рослинність низин Дніпра, Дунаю та інших річок (плавні)
-  Низинні трав'яні і трав'яно-мохові, місцями а поєднанні з лісовими болотами і луками
-  Перехідні та верхові сфагнові, лісові сфагнові
-  Сільськогосподарські землі і сіяні луки на місці осушених боліт

Псамофітна рослинність

-  Рослинність пісків, місцями в комплексі з піщаними степами, дубовими, березовими, вільховими гайками і посадками сосни

ДОДАТОК Б

Мережа гідрометеорологічних станцій і постів з періодами спостережень у
басейні Дніпра

Таблиця Б.1 – Список гідрологічних постів з періодами спостережень

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
1	79043	Дніпро – с. Неданчичі	103000	1973–2015
2	80005	Дніпро - Київська ГЕС*	239000	12.1965-2015
3	-	Дніпро - м.Київ	328000	1881-1974
4	80015	Дніпро - Канівська ГЕС*	336000	27.03.1973-2015
5	80021	Дніпро - Кременчуцька ГЕС*	382000	05.10.1959-2015
6	-	Дніпро - м.Кременчуг	383000	1882-1960
7	80029	Дніпро - Дніпродзержинська ГЕС*	424000	15.12.1963-2015
8	80606	голова кан.Дніпро - Донбас*	-	01.01.1984-2015
9	-	Дніпро - р. Верхньодніпровськ	434000	1881-1960
10	-	Дніпро - смт Лоцмано-Каменка	459000	1881-1946
11	80039	Дніпро - Дніпровська ГЕС*	463000	1933-2015
12	80801	Дніпро - Каховська ГЕС*	482000	01.01.1956-2015
13	80064	голова кан. Північно - Кримського*	-	01.01.1959-2015
14	80802	Дніпро - м. Нова Каховка*	482000	01.12.1963-2015
15	80805	Дніпро - м. Херсон*	500000	03.10.1876(1948)-2015
16	79361	Прип'ять-с. Річиця	2210	1962-2015
17	79365	Прип'ять-с. Люб'язь	6100	1963-2015
18	79400	Вижівка-с. Руда	141	1946-2015
19	79403	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	1941, 1943, 1945-2015
20	79405	Тур'я-с. Ягідне	502	1932, 1933, 1939-1941, 1946-2015
21	79407	Тур'я-м. Ковель	1480	1923-1933, 1939, 1941, 1943, 1946-2015
22	79411	Тур'я-с. Бузаки	2630	1961-1988
23	79416	Стохід-с. Малинівка	692	1954-2015
24	79418	Стохід-с. Гулівка	1420	1959-1988
25	79424	Стохід-сmt Любешів	2970	1924-1933, 1941, 1946-1949, 1961-2015
26	79473	Стир-с. Щуровичі	2020	1956-2015
27	79477	Стир-м. Луцьк	7200	1923-1933, 1935-1941, 1944-2015
28	79485	Стир-с. Млинок	10900	1961-2015

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
29	79491	Радоставка-с.Трійця	316	1955-2015
30	79496	Іква-с.Великі Млинівці (с.Радянське)	632	1945-2015
31	79500	Іква-Млинівська ГЕС	1960	1953-1955, 1962-90
32	79513	Горинь-сmt Ямпіль	1400	1935-1941, 1943, 1945-2015
33	79518	Горинь-с.Оженин	5860	1946-2015
34	79521	Горинь-с.Деражне	9160	1958-2015
35	79538	Вирка-с.Сварині	231	1947-2015
36	-	Случ-с.Велика Клітна	232	1954-1983
37	79543	Случ-с.Громада	2480	1926-1941, 1945-2015
38	79545	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	1974-2015
39	79549	Случ-м.Сарни	13300	1924-1933, 1941, 1943, 1946-2015
40	-	Хомора-сmt Понінка	1410	1936-1941, 1955-88
41	79555	Тня-с.Броники	982	1937-1941, 1943, 1946-2015
42	79557	Смілка-с.Сусли	632	1945-2015
43	79584	Льва-с.Осницьк	276	1958-2015
44	79358	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	1976-2015
45	79596	Уборть-с.Перга	2880	1954-2015
46	79694	Уж-м.Коростень	1450	1945-2015
47	79695	Уж-сmt Поліське	5690	1916-1942, 1945-95
48	-	Жерів-с.В'язівка	1360	1970-1988
49	79701	Норин-с.Славенщина	804	1964-2015
50	-	Грезля-уроч.Брід	553	1967-1982
51	-	Ілля-с.Луб'янка	300	1960-1986
52	80073	Тетерів-с.Троща	227	1948-2015
53	80077	Тетерів-Житомир	5270	1925-2015
54	-	Тетерів-с.Макалевиці	7890	1936-1988
55	80605	Тетерів-сmt Іванків	12400	1985-2015
56	80083	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	1936-1941, 1945-2015
57	80084	Гуйва-с.Городківка	312	1940, 1941, 1944, 1946-2015
58	80088	Ірша-сmt Володарськ-Волинський	208	1955-2015
59	80090	Ірша-с.Українка	2600	1926-2015
60	-	Здвиж-с.Гавронщина	837	1937-1941, 1943-1963, 1975-1981, 1983-1988

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
61	80099	Ірпінь-с.Мостище	2840	1913-1916, 1918, 1919, 1924, 1926-1948, 1954-2015
62	80110	Десна-с.Олександрівка**	1710	1936-1939, 1944-1980, 1982-1986
63	80113	Десна-с.Голубея**	4770	1881-1910, 1912-1918, 1924, 1934-1940, 1945-1980, 1982-1986
64	80118	Десна-м.Брянськ**	13700	1895-1918, 1920-1940, 1944-1980, 1982-1986, 2000-2015
65	80123	Десна-с.Розльоти	36300	1936-1940, 1954-2015
66	-	Десна-с.Вишеньки	37600	1895-1921, 1930-1935
67	80131	Десна-м.Чернігів	81400	1884-2015
68	80136	Десна-с.Літки	88500	1973-2015
69	80138	Ветма-с.Круча**	1370	1947-1980, 1982-1986
70	80144	Болва-м.Кіров**	2010	1956-1975
71	80148	Болва-с.Псур**	3210	1934-1940, 1945-1980, 1982-1986, 2000-2015
72	80154	Снєжєсть-м.Карачєв**	282	1948-1980, 1982-1986
73	80157	Навля-сmt Навля**	1560	1949-1980, 1982-1986
74	80160	Нєрусa-с.Рaдoгoщ**	1020	1961-1980, 1982-1986
75	80165	Сєв-с.Нoвoямськє**	1150	1953-1980, 1982-1986
76	80169	Сoлa-с.Мaльцєвo**	39,4	1946-1979
77	80172	Судoсть-сmt Пoгaр**	5180	1945-1980, 1982-1986, 2000-2015
78	80174	Кoстa-с.Глaзoвo**	150	1950-1980, 1982-1986
79	80175	Рoжoк-с.Крaснє**	60,0	1955-1980, 1982-1986
80	80179	Івoткa-с.Івoт	1260	1959-2015
81	80183	Гoлoвєснa-с.Пoкoшичі	29,5	1930, 1932-1941, 1944-2015
82	80193	Убідь-с.Кудрівка	970	1957-2015
83	80195	Сєйм-с.Гущинє**	375	1962-1980, 1982-1985
84	80196	Сєйм-с.Зуєвкa**	2320	1933-1940, 1944-1980, 1982-1986
85	80197	Сєйм-с.Лєб'яжє**	4870	1937-1940, 1950-1980, 1982-1986
86	80198	Сєйм-с.Ришкoвo**	7460	1928-1940, 1943-1980, 1982-1986, 2000-2015

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
87	80204	Сейм-м.Рильськ**	18100	1935-1940, 1942, 1944-1980, 1982-1986, 2000-2015
88	80209	Сейм-с.Мути́н	25600	1926-2015
89	80215	Полная-с.Губанівка**	333	1962-1980, 1982-1985
90	80218	Рать-с.Беседіно**	630	1948-1980, 1982-1986
91	80220	Тускар-с.Свобода**	1690	1959-1980, 1982-1986
92	80222	Тускар-м.Курськ**	2380	1925-1931, 1933-1940, 1942-1980, 1982-1986, 2000, 2003-2015
93	80224	Снова-с.Щурово**	781	1948-1980, 1982-1986
94	80228	лог Мересьє-х.Олексіївський**	9,50	1959-1980, 1982-1986
95	80229	лог Райчик-с.Польова Лукашівка**	6,20	1959-1980, 1982-1986
96	80230	Реут-с.Любицька**	960	1933-1940, 1946-1980, 1982-1986
97	80232	Прут-с.Ширково**	530	1936, 1939, 1945-1980, 1982-1986
98	80233	Свапа-с.Локтіоново**	419	1951-1980, 1982
99	80235	Свапа-с.Михайлівка**	2800	1960-1980, 1982-1986
100	80236	Свапа-с.Старий Город**	3690	1928, 1929, 1931-1941, 1943-1980, 1982-1986
101	80239	Усожа-м.Фатеж**	364	1948-1980, 1982-1986
102	80242	Чернь-с.Плоске**	96,3	1960-1980, 1982-1986
103	80255	Клевень-с.Шарпівка	2440	1931-1940, 1956-2015
104	-	Есмань-с.Ротівка	628	1936-1941, 1944-1988
105	80259	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	1956-2015
106	-	Ревна-с.Залізний міст	380	1957-1975
107	80600	Білоус-с.Кошівка	526	1957-1963, 1984-2015
108	80270	Остер-с.Кривицьке	2750	1937-1944, 1953-1983
109	80272	Стугна-с.Здорівка	186	1951, 1952, 1954, 1955, 1957-2015
110	-	Трубіж-с.Заворичі	476	1962-1988
111	80280	Трубіж-с.мт Баришівка (шлюз №7)	1990	1946-1957, 1960-2015
112	80285	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	3430	1936-1940, 1962-2015
113	-	Ільта-с.Селичівка	230	1967-1988
114	80289	Недра-с.мт Березань (шлюз №2)	789	1945-1950, 1955-1959, 1961-1977, 1979-2015
115	80292	Рось-с.Круподеринці	618	1950-2015

Продовження таблиці Б.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
116	80295	Рось-с.Фесюри	3900	1936-1941, 1952-2015
117	80300	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	1955-1990
118	80302	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	1929-2015
119	80309	Роська-с.Скала	309	1953-1988
120	-	Роставиця-с.Матюші	1390	1937-1941, 1958-1979
121	80320	Росава-сmt Миронівка	846	1962-2015
122	80344	Супій-с.Піщане	1900	1928-1941, 1959-2015
123	80346	Вільшанка-с.Мліїв	749	1956-2015
124	80350	Золотоношка-м.Золотоноша	431	1945-2015
125	80354	Сула-с.Зеленківка	427	1932-1941, 1944-2015
126	80355	Сула-м.Ромни	4020	1926-1940, 1958-2015
127	80357	Сула-с.Снітин	6540	1928-1935, 1957-88
128	80359	Сула-м.Лубни	14200	1936-2015
129	-	Терн-с.Будки	840	1936-1941, 1944-1975
130	80369	Ромен-м.Ромни	1650	1956-2015
131	80372	Удай-м.Прилуки	1520	1936-1941, 1944-2015
132	80374	Удай-с.Курінька	6120	1953-1988
133	80380	Перевід-с.Сасинівка	745	1956-2015
134	80383	Многа-с.Вороньки	506	1953-1988
135	80386	Сліпорід-с.Олександрівка	527	1954-2015
136	80391	Оржиця-с.Маяківка	1950	1954-2015
137	80395	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	1946-2015
138	-	Тясмин-м.Чигирин	4120	1932-1959
139	80401	Серебрянка-с.Балаклія	126	1947-1950, 1955-2015
140	80405	Псел-м.Обоянь**	1100	1951-1980, 1982-1986
141	80406	Псел-м.Крупець**	4700	1928-1941, 1949-1980
142	80408	Псел-м.Суми	7770	1938-1941, 1948-2015
143	80412	Псел-м.Гадяч	11300	1936-1939, 1958-2015
144	80421	Псел-с.Запсілля	21800	1928-1940, 1950-2015
145	80423	Піна-сл.Піни**	1000	1956-1980, 1982
146	80424	Суджа-сл.Замістя**	972	1951-1980, 1982-1986
147	-	Грунь-с.Римарівка	958	1945-1975
148	80432	Хорол-м.Миргород	1740	1920-1945, 1956-2015
149	80436	Говтва-с.Михнівка	1560	1952, 1954, 1955, 1958-2015
150	80438	Ворскла-сmt Яковлево**	56,0	1959-1980, 1982-1986
151	80442	Ворскла-с.Козінка**	1870	1930-1941, 1944-1949, 1952-1980, 1982-1986
152	80447	Ворскла-с.Чернеччина	5790	1954-2015

Кінець таблиці Б.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень
153	80453	Ворскла-м.Кобеляки	13500	1966-2015
154	80457	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	1956-1980, 1982-1986
155	80458	Ворсклиця-с.Березівка	1460	1931-1941, 1944-1988
156	80460	Мерло-м.Богодухів	309	1951-2015
157	80598	Оріль-с.Степанівка	627	1988-2015
158	-	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	1956-1977
159	80473	Оріль-с-мт Царичанка	9100	1952-2015
160	80477	Берестова-м.Красноград	1050	1951-1956, 1959, 1960, 1961, 1963-2008
161	80478	Орчик-с.Чернещина	1310	1957-2015
162	80483	Самара-с.Коханівка	1430	1958-2015
163	80486	Самара-с.Кочережки	19800	1938, 1952, 1954-1959, 1961, 1962, 1965-2015
164	80493	Бик-с.Самарське (Іванівка)	1130	1955-1974
165	80494	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	1937-1941, 1957-1962, 1964-2015
166	-	Вовча-х.Артемівський	120	1962-1988
167	-	Вовча-с-мт Покровське	7150	1968-1985
168	80505	Вовча-с-мт Васильківка	11600	1930-1941, 1945-2015
169	80513	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	1936-1941, 1952-1955, 1957-1962, 1965-2015
170	80516	Солона-с.Новопавлівка	680	1957, 1959, 1961-2015
171	80518	Гайчур-с.Андріївка	2160	1936-1941, 1950-1952, 1954-2015
173	-	Середня Терса-ж.Роздолля	269	1946-1964, 1966-1974
174	80524	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	1958-2015
175	80527	Мокра Сура-с-мт Кринички	389	1951, 1952, 1955, 1957-2015
176	80530	Кінська-м.Пологи	353	1953, 1955-2015
178	80561	Інгулець-с.Олександрівка-Степанівка	1400	1931, 1932, 1934-1941, 1945-2015
179	80564	Інгулець-с.Іскрівка	4410	1958-2015
180	80568	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	1936-2015
181	80571	Інгулець-с.Могилівка	9280	1926, 1928-1944, 1946-1988

Примітка:

* - діючий пост, на якому не проводять спостереження за стоком весняної повені

** - закриті пости або діючі на території Російської Федерації

Таблиця Б.2 – Список метеорологічних станцій і постів в басейні Дніпра

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, ϕ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
1	33015	Поліська	Бел.Гідромет	Прип'ять	134	52°18'	26°40'
2	33027	Житковичі	Бел.Гідромет	Прип'ять	137	52°13'	27°52'
3	33019	Пінськ	Бел.Гідромет	Прип'ять	144	52°07'	26°07'
4	33036	Мозир	Бел.Гідромет	Прип'ять	185	51°57'	29°10'
5	79361	Річиця	Волинська	Прип'ять	154	51°46'	24°40'
6	33075	Любешів	Волинська	Стохід	149	51°46'	25°31'
7	33105	Лельчиці	Бел.Гідромет	Уборть	140	51°47'	28°20'
8	79485	Млинок	Рівненська	Стир	152	51°36'	25°57'
9	79524	Дубровиця	Рівненська	Горинь	150	51°34'	26°34'
10	33067	Світязь	Волинська	Прип'ять	164	51°29'	24°21'
11	79403	Стара Виживка	Волинська	Прип'ять		51°25'	24°26'
12	79596	Перга	Житомирська	Уборть	163	51°24'	27°53'
13	33213	Овруч	Житомирська	Уж	171	51°20'	28°47'
14	33182	Маневичі	Волинська	Стохід	195	51°17'	25°31'
15	79584	Осницьк	Житомирська	Прип'ять	171	51°17'	27°09'
16	33088	Сарни	Рівненська	Случ	153	51°19'	26°37'
17	79418	Гулівка	Волинська	Стохід	165	51°16'	25°13'
18	79538	Сварині	Рівненська	Горинь	161	51°16'	26°16'
19	79701	Славенщина	Житомирська	Уж	129	51°15'	29°09'
20	79400	Руда	Волинська	Прип'ять	184	51°14'	24°15'
21	33173	Ковель	Волинська	Прип'ять	173	51°12'	24°42'
22	33203	Олевськ	Житомирська	Уборть	181	51°13'	27°38'
23	33231	Чорнобиль	Київська	Дніпро до Києва	123	51°16'	30°14'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
24	79481	Колки	Волинська	Стир	173	51°07'	25°40'
25	79405	Ягідне	Волинська	Тур'я	168	51°01'	24°19'
26	79416	Малинівка	Волинська	Стохід		51°02'	25°07'
27	33177	Володимир-Волинський	Волинська	Прип'ять	194	50°50'	24°21'
28	79521	Деражне	Рівненська	Горинь	167	50°52'	26°03'
29	79358	Рудня-Іванівська	Житомирська	Уборть	192	50°59'	27°42'
30	33215	Коростень	Житомирська	Уж	185	50°57'	28°37'
31	80605	Іванків	Київська	Тетерів	132	50°56'	29°54'
32	80905	Толокунь	Київська	Дніпро до Києва	106	50°53'	30°27'
33	80090	Українка	Житомирська	Тетерів	151	50°46'	29°23'
34	33187	Луцьк	Волинська	Стир	192	50°43'	25°24'
35	33301	Рівне	Рівненська	Стир	227	50°36'	26°09'
36	33228	Тетерів	Київська	Тетерів	132	50°42'	29°35'
37	33312	Новоград-Волинський	Житомирська	Случ	216	50°36'	27°37'
38	80088	Володарськ-Волинський	Житомирська	Тетерів	194	50°36'	28°27'
39	79557	Сусли	Житомирська	Случ	210	50°34'	27°37'
40	79555	Броники	Житомирська	Случ	208	50°34'	27°48'
41	33296	Дубно	Рівненська	Стир	198	50°24'	25°45'
42	79518	Оженін	Рівненська	Горинь	190	50°25'	26°33'
43	79473	Щуровичі	Волинська	Стир	204	50°16'	25°02'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
44	33325	Житомир	Житомирська	Тетерів	218	50°17'	28°44'
45	80099	Мостище	Київська	Ірпінь	112	50°17'	30°02'
46	79491	Трійця	Львівська	Стир	207	50°09'	24°46'
47	33299	Кременець	Тернопільська	Стир	259	50°08'	25°44'
48	33297	Броди	Львівська	Стир	226	50°06'	25°09'
49	33317	Шепетівка	Хмельницька	Случ	277	50°10'	27°02'
50	79553	Понінка	Хмельницька	Случ	226	50°11'	27°32'
51	80083	Головенка	Житомирська	Тетерів	213	50°10'	28°32'
52	80272	Здорівка	Київська	Дніпро нижче Києва	149	50°11'	30°18'
53	33339	Фастів	Київська	Ірпінь	208	50°04'	29°21'
54	33421	Ямпіль	Хмельницька	Горинь	274	49°57'	26°12'
55	79543	Громада (Данців)	Житомирська	Случ	220	49°56'	27°46'
56	80084	Городківка	Житомирська	Тетерів	223	49°55'	29°00'
57	80073	Троща	Житомирська	Тетерів	270	49°54'	28°06'
58	33446	Білопіль	Винницька	Рось	257	49°50'	28°53'
59	79541	Велика Клітна	Хмельницька	Прип'ять	283	49°42'	26°40'
60	33464	Біла Церква	Київська	Рось	174	49°47'	30°06'
61	33475	Канів	Черкаська	Дніпро нижче Києва	106	49°44'	31°31'
62	80295	Фесюри	Київська	Рось	181	49°39'	29°57'
63	33466	Миронівка	Київська	Рось	151	49°39'	31°05'
64	80292	Круподеринці	Винницька	Рось	203	49°31'	29°21'
65	80302	Корсунь-Шевченківський	Черкаська	Рось	104	49°25'	31°17'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
66	33581	Жашків	Черкаська	Рось	235	49°14'	30°06'
67	26783	Єлья	СЗ	Десна	231	54°34'	33°10'
68	26795	Спас-Деменський	ЦЧО	Десна	237	54°25'	34°02'
69	80110	Олександрівка	СЗ	Десна	191	54°06'	33°21'
70	26882	Рославль	СЗ	Сож	214	53°58'	32°51'
71	26896	Жиздра	ЦЧО	Десна	193	53°45'	34°44'
72	80148	Псур	ЦЧО	Десна	180	53°41'	34°29'
73	80113	Олсуф'єве	ЦЧО	Десна	175	53°36'	33°40'
74	26894	Жуківка	ЦЧО	Десна	175	53°32'	33°45'
75	26898	Брянськ	ЦЧО	Десна	214	53°20'	34°14'
76	27901	Карачев	ЦЧО	Десна	220	53°08'	35°00'
77		Почеп	ЦЧО	Десна	171	52°56'	33°27'
78	26985	Унеча	ЦЧО	Сож	185	52°50'	32°40'
79	26996	Навля	ЦЧО	Десна	204	52°49'	34°30'
80	26997	Трубчевськ	ЦЧО	Десна	178	52°35'	33°46'
81	80172	Погар	ЦЧО	Десна	155	52°33'	33°17'
82	80160	Радогощ	ЦЧО	Десна	200	52°31'	34°49'
83	34002	Желєзногорск	ЦЧО	Сейм	230	52°20'	35°21'
84	34003	Понирі	ЦЧО	Сейм	247	52°19'	36°18'
85	80165	Ново-Ямське	ЦЧО	Десна	157	52°12'	34°29'
86	33049	Семенівка	Чернігівська	Десна	160	52°11'	32°35'
87	34005	Фатєж	ЦЧО	Сейм	208	52°05'	35°52'
88	80224	Щурово	ЦЧО	Сейм	200	52°05'	36°20'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
89	33058	Дружба	Сумська	Десна	190	52°03'	33°57'
90	80122	Новгород-Сіверський	Чернігівська	Десна	139	52°01'	33°57'
91	80179	Івот	Сумська	Десна	144	51°58'	33°31'
92		Щігри	ЦЧО	Сейм	233	51°52'	36°54'
93	33136	Щорс (Сновськ)	Чернігівська	Десна	127	51°48'	31°58'
94	33146	Покошичі	Чернігівська	Десна	193	51°46'	32°58'
95	80218	Беседіно	ЦЧО	Сейм	159	51°43'	36°28'
96	80123	Розльоти	Чернігівська	Десна	135	51°41'	33°10'
97	33156	Глухів	Сумська	Сейм	164	51°39'	33°59'
98	34009	Курськ	ЦЧО	Сейм	246	51°39'	36°11'
99	80193	Кудрівка	Чернігівська	Десна	135	51°38'	32°39'
100	34101	Льгов	ЦЧО	Сейм	177	51°38'	35°17'
101	34112	Тім	ЦЧО	Сейм	263	51°37'	37°08'
102	80230	Любицька	ЦЧО	Сейм	200	51°35'	35°33'
103	33166	Рильск	ЦЧО	Сейм	204	51°34'	34°41'
104	80600	Кошівка	Чернігівська	Десна		51°33'	31°11'
105	80127	Макошине	Чернігівська	Десна	120	51°27'	32°21'
106	33135	Чернігів	Чернігівська	Десна	113	51°24'	31°09'
107	80255	Шарпівка	Сумська	Сейм	128	51°25'	33°43'
108	80196	Зуєвка	ЦЧО	Сейм	170	51°25'	36°48'
109	80209	Мутин	Сумська	Сейм	141	51°24'	33°31'
110	33261	Конотоп	Сумська	Сейм	144	51°14'	33°12'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
111		Ржава	ЦЧО	Сейм	241	51°14'	36°42'
112	34109	Обоянь	ЦЧО	Псел	190	51°12'	36°19'
113	80424	Замостя	ЦЧО	Псел	140	51°11'	35°17'
114	34110	Богородице Феніно	ЦЧО	Сейм	223	51°10'	37°21'
115		Білопілля	Сумська	Сейм	167	51°09'	
116	80133	Морівськ	Чернігівська	Десна	111	51°05'	30°53'
117	33246	Ніжин	Чернігівська	Десна	124	51°02'	31°54'
118	33236	Остер	Чернігівська	Дніпро до Києва	111	50°57'	30°54'
119		Будки	Сумська	Сула	133	50°54'	34°18'
120	80408	Суми	Сумська	Псел		50°54'	34°48'
121	33275	Суми	Сумська	Псел	172	50°52'	34°45'
122	80438	Яковлево	ЦЧО	Ворскла	200	50°52'	36°21'
123	80354	Зеленківка	Полтавська	Сула	132	50°51'	34°07'
124	34202	Готня	ЦЧО	Псел	225	50°48'	35°45'
125	33268	Ромни	Сумська	Сула	168	50°46'	33°27'
126	33362	Прилуки	Чернігівська	Сула	132	50°35'	32°22'
127	33382	Лебедин	Сумська	Псел	131	50°35'	34°31'
128	80442	Козінка	ЦЧО	Ворскла	130	50°28'	35°36'
129	33345	Київ	Київська	Дніпро нижче Києва	166	50°24'	30°32'
130	33376	Гадяч	Полтавська	Псел	154	50°22'	33°59'
131	33354	Баришівка	Київська	Дніпро нижче Києва	98	50°21'	31°20'
132	33347	Бориспіль	Київська	Дніпро нижче Києва	121	50°20'	30°57'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
133	80447	Чернетчина	Сумська	Ворскла	109	50°19'	34°50'
134	80380	Сасинівка	Полтавська	Сула	116	50°18'	32°26'
135	33356	Яготин	Київська	Дніпро нижче Києва	125	50°13'	31°48'
136	34302	Богодухів	Харківська	Ворскла	202	50°10'	35°30'
137	80460	Богодухів	Харківська	Ворскла	202	50°09'	35°31'
138	80911	Переяслав-Хмельницький	Київська	Дніпро нижче Києва	91	50°04'	31°28'
139	33377	Лубни	Полтавська	Сула	156	50°01'	33°00'
140	80432	Миргород	Полтавська	Псел	97	49°58'	33°35'
141	80386	Олександрівка	Полтавська	Сула	89	49°56'	32°54'
142	34304	Коломак	Харківська	Ворскла	180	49°51'	35°14'
143	80391	Маяківка	Полтавська	Сула	98	49°50'	32°39'
144	33484	Золотоноша	Черкаська	Дніпро нижче Києва	94	49°40'	32°01'
145	33495	Веселий Поділ	Полтавська	Псел	96	49°37'	33°15'
146	33506	Полтава	Полтавська	Ворскла	160	49°37'	34°33'
147	80436	Михнівка	Полтавська	Псел	80	49°30'	33°59'
148	34401	Красноград	Харківська	Оріль	158	49°21'	35°24'
149	80421	Запсілля	Полтавська	Псел	71	49°13'	33°34'
150	33621	Кобеляки	Полтавська	Ворскла	115	49°09'	34°12'
151	80473	Царичанка	Дніпропетровська	Оріль	65	48°57'	34°30'
152	34409	Лозова	Харківська	Оріль	185	48°54'	36°19'
153	34407	Губініха	Дніпропетровська	Самара	127	48°48'	35°15'
154	80524	Олександрівка Перша	Дніпропетровська	Самара	73	48°45'	34°58'

Продовження таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
155	80486	Кочережки	Дніпропетровська	Самара	291	48°39'	35°40'
156	34502	Павлоград	Дніпропетровська	Самара	65	48°33'	35°53'
157	80494	Богданівка	Дніпропетровська	Самара	66	48°31'	36°05'
158	80483	Коханівка	Дніпропетровська	Самара	92	48°31'	36°27'
159	34504	Дніпро	Дніпропетровська	Дніпро нижче Києва	141	48°22'	35°03'
160	34505	Синельникове	Дніпропетровська	Самара	147	48°21'	35°27'
161	34514	Красноармійське (Покровськ)	Донецька	Самара	193	48°18'	37°09'
162	80505	Васильківка	Дніпропетровська	Вовча	76	48°13'	36°00'
163	34509	Чаплине	Дніпропетровська	Вовча	173	48°08'	36°14'
164	80513	Грушівський	Донецька	Вовча	95	48°03'	36°44'
165	80518	Андріївка	Дніпропетровська	Вовча	86	47°54'	36°11'
166	34601	Запоріжжя	Запорізька	Дніпро нижче Києва	59	47°48'	35°01'
167	34606	Гуляй Поле	Запорізька	Самара	117	47°39'	36°16'
168	34615	Волноваха	Донецька	Самара	266	47°37'	37°29'
169	33487	Черкаси	Черкаська	Дніпро нижче Києва	111	49°25'	32°03'
170	33593	Ім. Шевченка (Сміла)	Черкаська	Тясмін	124	49°11'	31°52'
171	80921	Адамівка	Черкаська	Дніпро нижче Києва	95	49°09'	32°45'
172	33605	Чигирин	Черкаська	Тясмін	123	49°04'	32°41'
173	33614	Світловодська ГЕС	Кіровоградська	Дніпро нижче Києва	85	49°04'	33°15'
174	80934	Мишуриг Ріг	Дніпропетровська	Дніпро нижче Києва	95	48°50'	33°58'
175	33609	Знам'янка	Кіровоградська	Інгuleць	180	48°42'	32°42'

Кінець таблиці Б.2

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Область	Басейн річки	Висота станції, H , м БС	Широта станції, φ° півн.ш.	Довгота станції, λ° сх.д
176	80937	Верхньодніпровськ	Дніпропетровська	Дніпро нижче Києва	90	48°40'	34°23'
177	80561	Олександростепанівка	Кіровоградська	Інгулець	99	48°37'	33°09'
178	33723	Комісарівка	Дніпропетровська	Інгулець	118	48°26'	33°54'
179	80564	Іскрівка	Кіровоградська	Інгулець	74	48°12'	33°23'
180	33719	Долинська	Кіровоградська	Інгулець	191	48°07'	32°46'
181	33791	Кривий Ріг	Дніпропетровська	Інгулець	98	48°03'	33°13'
182	33801	Лошкарівка	Дніпропетровська	Базавлук	83	47°58'	34°10'
183	33805	Нікополь	Дніпропетровська	Дніпро нижче Києва	53	47°36'	34°24'
184	80967	Грушевська Дамба	Дніпропетровська	Дніпро нижче Києва	18	47°35'	34°05'
185	33862	Велика Александровка	Херсонська	Інгулець	57	47°19'	33°17'
186	34607	Пришиб	Запорізька	Дніпро нижче Києва	87	47°16'	35°20'
187	80971	Велика Лепетиха	Херсонська	Дніпро нижче Києва	47	47°10'	33°55'
188	80575	Калінінське	Херсонська	Інгулець	13	47°07'	32°58'
189	33877	Ниж. Сірогози	Херсонська	Дніпро нижче Києва	54	46°51'	34°24'
190	33869	Нова Каховка	Херсонська	Дніпро нижче Києва	26	46°47'	33°22'
191	33902	Херсон	Херсонська	Дніпро нижче Києва	47	46°44'	32°43'
192	33915	Асканія Нова	Херсонська	Дніпро нижче Києва	28	46°27'	33°53'
193	33907	Бехтери	Херсонська	Дніпро нижче Києва	6	46°15'	32°17'

Примітка:

Бел.Гідромет - Білорусь;

СЗ – Північно-Західний регіон Росії;

ЦЧО – Центральнo-Чорноземна область (регіон) Росії

Таблиця Б.3 – Періоди спостережень за основними метеорологічними елементами в басейні Дніпра

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
1	33015	Поліська	1969-89, 2006-15	1969-89, 2006-15	1951-96, 2003-2015
2	33027	Житковичі	1929-41, 44-89, 2006-15	1903-13, 26-40, 1944-89, 2006-15	1945-89, 2003-15
3	33019	Пінськ	1875-1915, 27-33, 40, 41, 45-89, 2006-15	1891-1915, 25-33, 40, 1944-89, 2005-15	1945-90, 2004-15
4	33036	Мозир	1944-48, 61-89, 2004-15	1889-98, 1903, 22-35, 1940, 44-89, 2005-15	1961-88, 2003-15
5	79361	Річиця	-	1947-2015	1946-2015
6	33075	Любешів	1941, 42, 45-2015	1931, 41, 1945-2015	1946, 47, 49-2015
7	33105	Лільчиці	1935-41, 47-89, 2006-14	1909, 10, 32-40, 1945-89, 2006-14	1946-88, 2003-14
8	79485	Млинок	-	1954, 55, 60-2015	1961-2015
9	79524	Дубровиця	-	1891-92, 1928, 33, 1954-2015	1954-2015
10	33067	Світязь	1945-2015	1931-33, 47-2015	1946-2015
11	79403	Стара Виживка	-	2000-2015	2004-15
12	79596	Перга	-	1947-2015	1946, 47, 49-2015
13	33213	Овруч	1894, 1913-17, 24- 29, 31-41, 1944-2015	1894, 1912-17, 24-27, 1929-2015	1946-2015
14	33182	Маневичі	1946-2015	1946-2015	1949-2015
15	79584	Осницьк	-	1954-2015	1953-2015
16	33088	Сарни	1925-29, 31-33, 1940-41, 1946-2015	1911, 14-15, 25-33, 1940-41, 46-2015	1945-2015
17	79418	Гулівка	-	-	1960-2010
18	79538	Сварині	-	1947-2015	1950-2015
19	79701	Славенщина		1961-2015	1963-94, 2011

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
20	79400	Руда	-	1946-2015	1946-2015
21	33173	Ковель	1934-43, 44-2015	1891-97, 1899-1914, 25-33, 1940-41, 44-2015	1946-2015
22	33203	Олевськ	1950-2015	1905-07, 12-19, 23-34, 36-41, 1946-2015	1947-2015
23	33231	Чорнобиль	1926-29, 1931-2015	1909-17, 25-2015	1947-2005
24	79481	Колки	-	1914-15, 25-33, 1953-2015	1953-2015
25	79405	Ягідне		1932-33, 1948-2015	1948-2015
26	79416	Малинівка	-	2007-2015	2004-2015
27	33177	Володимир-Волинський	1929-33, 1940-41, 50-2015	1891-96, 1912-15, 25, 28-33, 1940-41, 44-45, 48-2015	1945-2015
28	79521	Деражне	-	1925-28, 47-2015	1946-2015
29	79358	Рудня-Іванівська	-	1953-2015	1953-94, 2010-2011
30	33215	Коростень	1925-26, 28-41, 44-2015	1912-19, 25-42, 44-2015	1946-2015
31	80605	Іванків	-	1985-2015	1985-2015
32	80905	Толокунь	-	1955-2015	1954-2015
33	80090	Українка	-	1954-64, 66-2015	1954-2015
34	33187	Луцьк, АМСГ	1897, 1901-04, 25-33, 1940-42, 1944-2015	1891-1903, 06, 12-14, 25-33, 1940-41, 44-2015	1945-2015
35	33301	Рівне	1940-41, 44-2015	1909, 12-15, 25-33, 1940-41, 1945-2015	1945-79, 91-2010
36	33228	Тетерів	1928-41, 44-2015	1929-41, 44-2015	1945-2015
37	33312	Новоград-Волинський	1913-14, 16-17, 22-41, 44-2015	1893-99, 1909-18, 23-2015	1946-2015
38	80088	Володарськ-Волинський	-	1912-14, 24-32, 35-36, 1961-2015	1947-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
39	79557	Сусли	-	1961-2015	1961-94,2011
40	79555	Броники	-	1953-2015	1955-2015
41	33296	Дубно	1886-89, 1942-2015	1905-06, 11-15, 25, 1928-29,1941, 43-2015	1948-2015
42	79518	Оженін		1954-2015	1953-2015
43	79473	Щуровичі	-	1946-2015	1946-65,77-2015
44	33325	Житомир	1886-90, 1898-1918, 1920-42, 44-2015	1891-1918, 20-42, 44-2015	1939-40, 42-71, 1977-79, 91-2011
45	80099	Мостище	-	1953-2015	1954-2015
46	79491	Трійця	-	1948-2015	1947-2015
47	33299	Кременець	1895-1910, 25-27, 29, 31-33, 1940-44, 46-2015	1894-1915, 25-33, 40-42, 1947-2015	1946-2015
48	33297	Броди	1897, 1899, 1902, 04-11, 1940-41, 44-2015	1896-97, 1899-1911, 25, 1928-30, 40-41, 44-2015	1945-2015
49	33317	Шепетівка	1924-41, 44-2015	1891-1906, 13-16, 18, 23-2015	1944-2015
50	79553	Понінка	1961-90	1954-90	1964-88, 2004-10
51	80083	Головенка	-	1954-94, 2011-2015	1963-94, 2011-2015
52	80272	Здорівка	-	1945-2015	1948-94, 2007
53	33339	Фастів	1928-2015	1952-2015	1946-2015
54	33421	Ямпіль	1936-2015	1913-15, 30, 37-2015	1946-2015
55	79543	Данців (Громада)	-	1951-2015	1947-2015
56	80084	Городківка	-	1946-2015	1950-2015
57	80073	Троща	-	1929-30, 47-2015	1947, 49-2015
58	33446	Білопільля	1924-58, 61-2015	1891-1910, 24-2015	1958-2015
59	79541	Велика Клітна	-	1953-82	1958-1982
60	33464	Біла Церква	1923-2015	1921-27, 29-42, 44-2015	1944-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
61	33475	Канів	1965-2015	1946-2015	1946-2015
62	80295	Фесюри	-	1946-2015	1946-15
63	33466	Миронівка (Старченкове)	1913-16, 1924-2015	1930-2015	1949-2015
64	80292	Круподеринці	-	1946-2015	1946-2015
65	80302	Корсунь- Шевченківський	-	1913-17, 27-29, 45, 47-2015	1946-2015
66	33581	Жашків	1936, 38-42, 44-2015	1913-17, 26-30, 32-45, 47-2015	1944-2015
67	26783	Єльня	1901-08, 36-40, 44-90	1891-95, 1900-10, 35, 1937-40, 44-2015	1951-2015
68	26795	Спас-Деменський	1911-17, 25-40, 43-2015	1911-19, 24-40, 44-2015	1951-2015
69	80110	Олександрівка	-	1945-87	1951-60, 63-69, 1971-78, 83-87
70	26882	Рославль	1891-1913, 15-40, 44-2015	1891-1917, 19-20, 22-40, 1944-2015	1951-2015
71	26896	Жиздра	1897-1917, 21-41, 45-2015	1894-1941, 45-2015	1951-2015
72	80148	Псур	-	1948-90	1951-2015
73	80113	Олсуф'єве	-	-	2004-15
74	26894	Жуківка	1936-41, 44-2015	1926-28, 30-31, 33-41, 45-2015	1947-2015
75	26898	Брянськ	1936-41, 47-2015	1936-41, 44-2015	1951-2015
76	27901	Карачев	1932-41, 43-2015	1891-1917, 32-41, 46-2015	1946-2015
77		Почеп	1948-90	1925-41, 45-90	1947-2014
78	26985	Унеча	1929-41, 44-90	1927-41, 44-90	1945-2015
79	26996	Навля	1928-41, 45-2015	1924-41, 45-2015	1944, 46-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
80	26997	Трубчевськ	1930-41, 43-2015	1891-1910, 25-41, 44-2015	1947-2015
81	80172	Погар	-	1949-90	1951-53, 55-60, 62-71, 74-82, 84-90, 2004-15
82	80160	Радогощ	1960-90	1948-90	1950, 53-2010, 12, 13
83	34002	Желєзнодорожск	1960-2015	1965-2015	1967-99, 2004-15
84	34003	Понирі	1891-1904, 13-17, 25-41, 1943-90, 2004-2015	1891-1904, 10-18, 25-41, 1944-90, 2004-2015	1937-40, 48-2015
85	80165	Ново-Ямське	1960-90	1949-2015	1950-2015
86	33049	Семенівка	1927-2015	1891-99, 1927-2015	1944-2015
87	34005	Фатеж	1935-41, 43-2015	1912-14, 36-41, 44-2015	1947-2015
88	80224	Щурово	-	1948-90	1948-82, 84-90
89	33058	Дружба	1924-41, 44-2015	1923-41, 44-2015	1960-2015
90	80122	Новгород-Сіверський	1893-1904, 25-41	1891, 93-1905, 24-41, 48-2015	1948-2015
91	80179	Івот	-	1953-2015	1953-2015
92		Щігри	1926-41, 44-90	1891-98, 1911-41, 44-90	1938-39, 1947, 1949-90, 2000-14
93	33136	Щорс	1925-2015	1896-98, 1900-04, 25-2015	1945-2015
94	33146	Покошичі	1924-2015	1924-2015	1945-2015
95	80218	Беседіно	-	1950-90	1950-55, 57-60, 62-70, 1974-82, 84-2015
96	80123	Розльоти	-	1954-2015	1954-2015
97	33156	Глухів	1893-1904, 14-16, 1924-2015	1893-1905, 12-16, 24-32, 1936-2015	1943-2015
98	34009	Курськ	1890-92, 96-1941, 43-90, 2004-2015	1896-1941, 43-57, 58-90, 2004-2015	1939-40, 44-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
99	80193	Кудрівка	-	1946-2015	1949-2015
100	34101	Льгов	1932-41, 44-2010	1932-41, 44-90, 2004-2015	1944-71, 73-2015
101	34112	Тім	1944-90, 2004-2015	1891-92, 1911-15, 44-90, 2004-2015	1946-2015
102	80230	Любицька	-	1911-18, 46-90	1949-51,53, 54,56,57,60, 1962-63, 66-68, 90, 2011
103	33166	Рильск	1924-35, 43-90, 2004-15	1924-35, 44-90, 2004-15	1945-2015
104	80600	Кошівка	-	1985-2015	1985-2015
105	80127	Макошине	-	1945-2015	1947-2015
106	33135	Чернігів	1923-2015	1891-92, 1915-18, 20, 1923-2015	1940-2015
107	80255	Шарпівка	-	1953-2015	1955-2015
108	80196	Зуєвка	-	1945-90	1946-60, 62-71, 73-82, 1984-90, 2006-15
109	80209	Мутин	-	1929-2015	1950-2015
110	33261	Конотоп	1893-1910, 13-16, 1924-2015	1893-1910, 13-16, 23-2015	1944-2015
111		Ржава	1925-41, 44-89	1925-89	1939-40, 43-82, 1984-87, 89
112	34109	Обоянь	1926-90, 2004-2015	1892-93,95, 1912-19, 1922-41, 1943-90, 2004-2015	1944-82, 84-2015
113	80424	Замостя	-	1900-01, 1945-1990	1951-90, 2000-15
114	34110	Богородице Феніно	1890-41, 44-90, 2004-2015	1891-41, 44-90, 2004-2015	1935,36,37-41,46-2015
115		Білопілля	1944-45, 56-89	1892-1902, 27-34,36-43, 1956-90	1956-90, 2000-2013
116	80133	Морівськ	-	1946-2015	1948-2015
117	33246	Ніжин	1895-1912, 1924-2015	1891-1917, 1925-2015	1943-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
118	33236	Остер	1923, 25-30, 1932-2004	1923-2004	1946-2015
119		Будки	-	1947-75	1949-75
120	80408	Суми	-	-	2003-15
121	33275	Суми	1897-1902, 04-41, 43-2015	1896-1902, 04-08, 1913-2015	1950-2015
122		Яковлєво	-	1936-41, 44-90	1914-19, 23-35, 47-90
123	80354	Зеленківка	-	1953-2015	1954-94, 2010, 12, 13, 15
124	34202	Готня	1930, 32-41, 44-90, 2005-2015	1936-41, 44-90, 2006-2015	1944-90, 94-2015
125	33268	Ромни	1891, 1896-1904, 10, 11, 15, 1927-2015	1891-1924, 1928-2015	1943-47, 1949-2015
126	33362	Прилуки	1909, 30-41, 1943-2015	1903-04, 1909-2015	1941-2015
127	33382	Лебедин	1937-2015	1903, 05-15, 24-26, 37-2015	1939, 44-2015
128	80442	Козінка	-	1953-90, 2006-2015	1957-90
129	33345	Київ	1891-2015	1891-2015	1944-2015
130	33376	Гадяч	1916-19, 1933-2015	1926-28, 30, 1933-2015	1937-39, 45-2015
131	33354	Баришівка	1959-2015	1911-17, 22, 24-27, 54-2015	1961-2015
132	33347	Бориспіль	1909-15, 17-22, 1924-41, 1944-2015	1909-41, 44-2015	1944-2015
133	80447	Чернетчина	-	1953-2015	1954 -2015
134	80380	Сасинівка	-	1953-94	1954-94
135	33356	Яготин	1933-41, 1944-2015	1892-96, 1903-17, 19, 1925-41, 1944-2015	1943-2015
136	34302	Богодухів	1936-94, 2003, 2011-2015	1903-17, 25-29, 31, 36-94, 2003, 2011-2015	1938, 39, 42-94, 2003, 2011-2015
137	80460	Богодухів	-	-	2003-15
138	80911	Переяслав-Хмельницький	-	1917-19, 24-28, 30, 32-34, 1956-61, 74-76, 78-2015	1957-2013

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
139	33377	Лубни	1892-1918, 1921-2015	1892-2015	1936-41, 43-2003, 2011-2013
140	80432	Миргород	1899-1906, 10-36, 38, 42, 50-94	1892-1907, 10-39, 42, 49-2015	1948-2015
141	80386	Олександрівка	-	1954-2015	1955-2015
142	34304	Коломак	1930-41, 44-2015	1911-15, 30-41, 44-2015	1943-2015
143	80391	Маяківка	-	1955-65, 67-2015	1954-2015
144	33484	Золотоноша	1895-2015	1895-2015	1943-2015
145	33495	Веселий Поділ	1925-2015	1925-2015	1937-38, 41-2015
146	33506	Полтава	1886-2015	1891-41, 43-2015	1938,39, 1944-2015
147	80436	Михнівка	-	1947-94	1947-94, 2011
148	34401	Красноград	1902-09, 13-41, 1944-2015	1902-41, 44-2015	1938, 39, 44-2015
149	80421	Запсілля	-	1933-35, 1953-2015	1954-2015
150	33621	Кобеляки	1936-43, 1949-2015	1891-1900, 09-13, 15-19, 24, 1925, 27-33, 36-43, 44-2015	1949-2015
151	80473	Царичанка	-	1903-15, 17-18, 52-2015	1952-2015
152	34409	Лозова	1930, 32-41, 44-2015	1904-18, 23-41, 44-2015	1945-2015
153	34407	Губініха	1938-41, 44-2015	1939-41, 44-2015	1944-2015
154	80524	Олександрівка Перша	-	1954-2015	1961-2015
155	80486	Кочережки	-	1947, 49-2015	1948-53, 55-2015
156	34502	Павлоград	1901-04, 28-41, 44-2015	1891-92, 1901-05, 07-09, 1928-41, 44-2015	1944-2015
157	80494	Богданівка	-	1955-2015	1954-2015
158	80483	Коханівка	-	1946-2015	1947-2015
159	34504	Дніпро	1883, 86-1906, 08-18, 23-38, 1944-2015	1891-1938, 42-2015	1890-97,1905-14, 26-36, 1942-43, 45-55, 61-2015

Продовження таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
160	34505	Синельникове	1915-88, 91-2015	1891, 93-1909, 11-12, 14, 1916-17, 28-43, 51-2015	1943-46, 48-2015
161	34514	Красноармійське (Покровськ)	1925-41, 43-2015	1893-98, 1900, 25-41, 43-2015	1943-55, 61-2015
162	80505	Васильківка	-	1926, 28, 33-44, 46, 48-2015	1948-2015
163	34509	Чаплине	1928-41, 43-2015	1929-2015	1945-57, 59-2015
164	80513	Грушівський	-	1954-2015	1955-2015
165	80518	Андріївка	-	1891-1917, 27-30, 47-2015	1948-2015
166	34601	Запоріжжя	1911, 14, 24-2015	1891-93, 1907-15, 24-40, 1942-2015	1945-59, 61-2015
167	34606	Гуляй Поле	1938-2015	1927-26, 28-29, 38-2015	1943-2015
168	34615	Волноваха	1925-41, 1943, 1945-2015	1891-92, 1925-41, 44-2015	1937, 38, 44-2015
169	33487	Черкаси	1928-40, 55-2015	1905-19, 29-40, 47-2015	1955-2015
170	33593	Ім. Шевченка (Сміла)	1924-2010	1916, 24-2010	1944-2015
171	80921	Адамівка	-	1961-2015	1961-2015
172	33605	Чигирин	1926-44, 47-2015	1891-1907, 09-11, 13-19, 1926-44, 47-2015	1947-2015
173	33614	Світловодська ГЕС	1886-1904, 1906-09, 11-18, 1923-36, 44-2015	1891-1900, 07-20, 22-2015	1970-2015
174	80934	Мишури́н Ріг	-	1963-2015	1967-2015
175	33609	Знам'янка	1928-41, 44-2015	1892-1914, 28-41, 44-2015	1944-2015
176	80397	Верхньодніпровськ	-	1927-30, 35, 44, 48-2015	1946-2015
177	80561	Олександро-Степанівка	-	1947-2015	1948-2012
178	33723	Комісарівка	1901-17, 23-2015	1901-02, 04-16, 23-2015	1944-2015

Кінець таблиці Б.3

Номер поста	Індекс	Станція (пост)	Період спостережень		
			температура	опад	сніговий покрив
179	80564	Іскрівка	-	1961-2015	1959-2005, 11-2015
180	33719	Долинська	1892-1903, 27-41, 43, 46-57, 1967-2015	1892-94, 96-97, 1899-1903, 1928-41, 46-2015	1935, 36, 46-2015
181	33791	Кривий Ріг	1897-1906, 37-41, 44-46, 1948-2015	1891-1909, 27-30, 37-41, 1946-2015	1944-50, 55-2015
182	33801	Лошкарівка	1932-41, 49-2015	1892, 1896-1900, 32-41, 1949-2015	1949-2015
183	33805	Нікополь	1925-41, 44-2015	1904-14, 25-42, 45-2015	1905-14, 24-36, 38-2015
184	80967	Грушевська Дамба	-	1967-2015	1963-2015
185	33862	Велика Олександрівка	1939-41, 49-2015	1892-94, 96, 1927-30, 1939-42, 49-2015	1948-2015
186	34607	Пришиб	1937-2015	1929-30, 32, 34-2015	1943-2015
187	80971	Велика Лепетиха	-	1926-30, 33-35, 53-2015	1955-2015
188	80575	Калінінське		1961-2015	1955-2015
189	33877	Нижні Сірогози	1933-41, 44-2015	1891-92, 1899, 1927, 33-42, 1944-2015	1943-2015
190	33869	Нова Каховка	1959-2015	1899-1900, 02-04, 12-17, 25-29, 34-41, 44-2015	1961-2015
191	33902	Херсон	1882-1942, 44-2015	1900-42, 44-2015	1945-2015
192	33915	Асканія Нова	1925-2015	1891, 93-98, 1910-16, 25-2015	1944-2015
193	33907	Бехтери	1931-42, 44-2015	1924-29, 32-42, 44-2015	1943-2015

ДОДАТОК В

Дослідження циклічності у рядах стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро

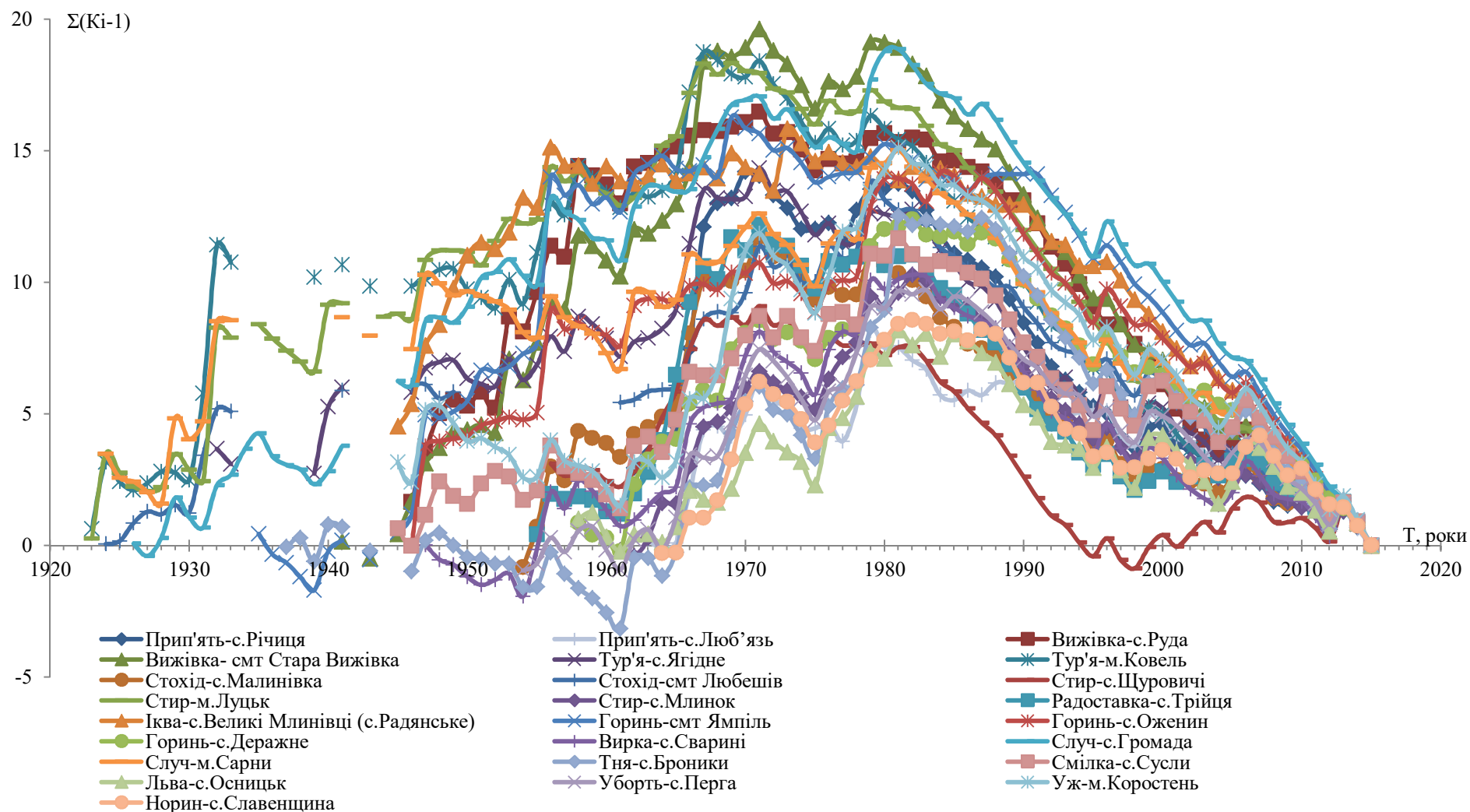


Рисунок В.1 - Різницеви інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля на річках суббасейну Прип'ять

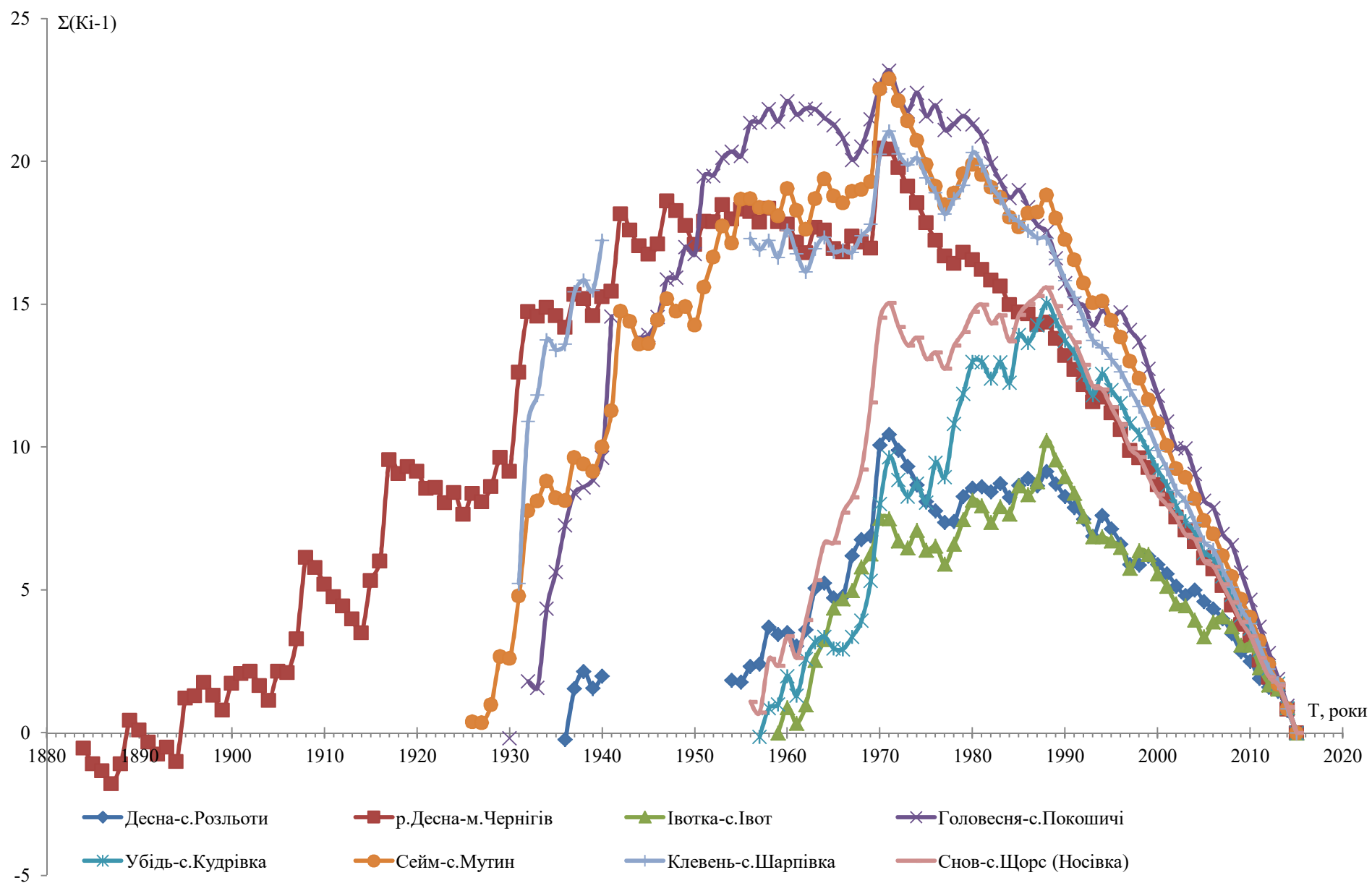


Рисунок В.2 – Різницеві інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля на річках суббасейну Десни

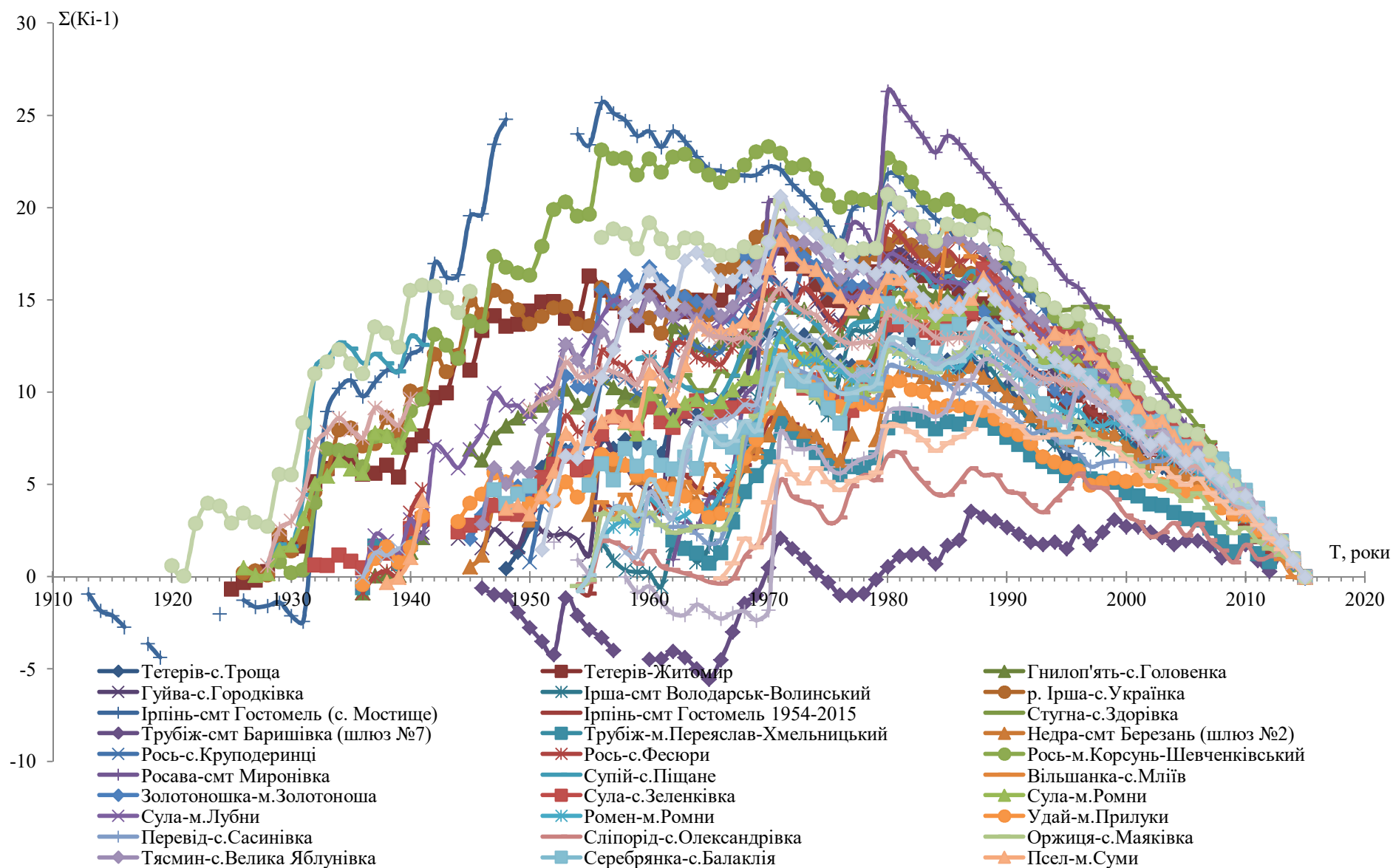


Рисунок В.3 – Різницеви інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля на річках суббасейну Середнього Дніпра

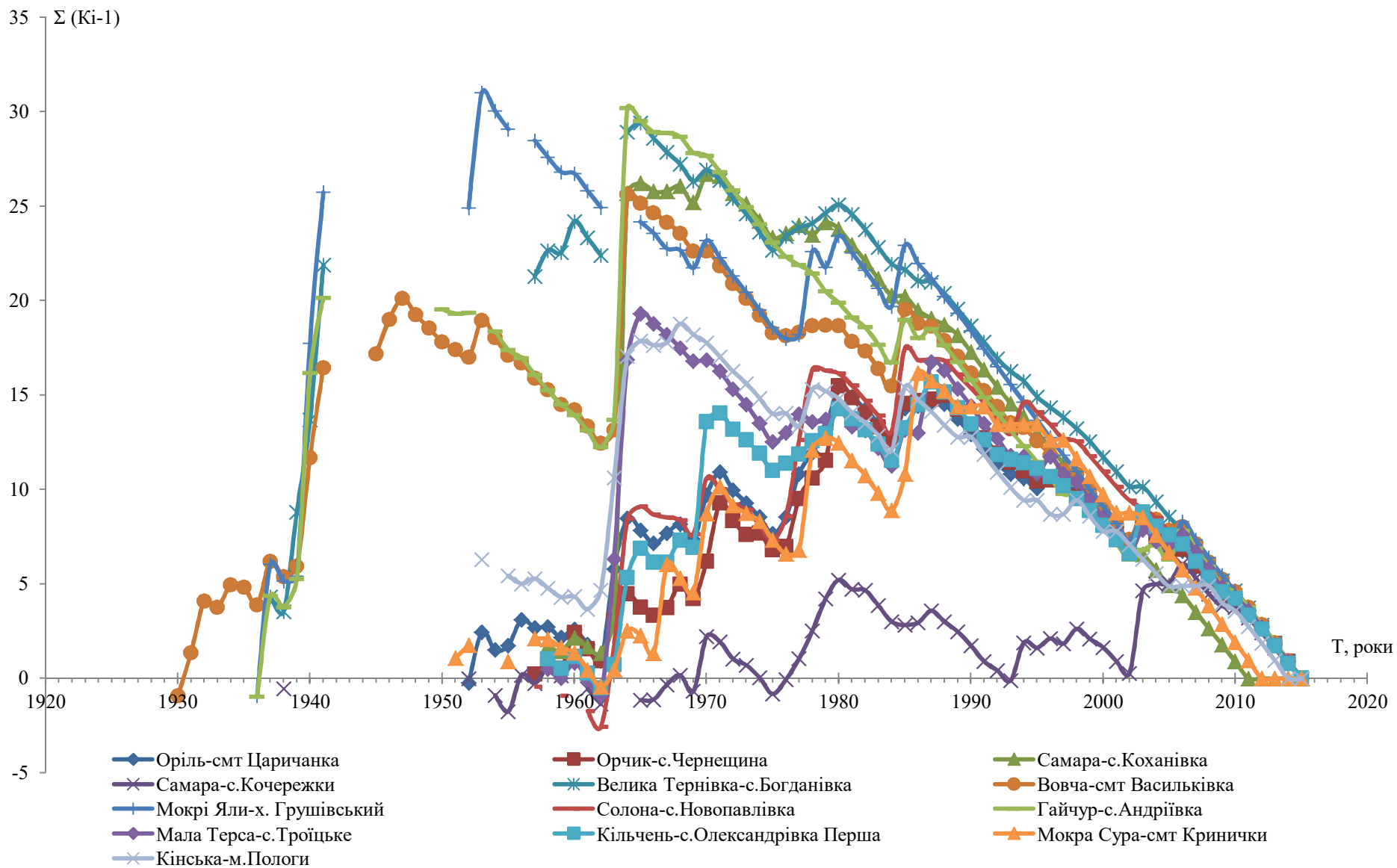


Рисунок В.4 – Різницеві інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля на річках суббасейну
Нижнього Дніпра

ДОДАТОК Г

Результати статистичного аналізу гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля річкового басейну
Дніпра

Таблиця Г.1 – Максимальні витрати води весняного водопілля

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
1	Дніпро – с. Неданчичі	103000	43	1783	0,44	1,16	0,03	2,7	0,43	1,31	3
3	Дніпро - м.Київ	328000	94	6657	0,59	1,51	-0,03	2,6	0,59	1,63	2,8
6	Дніпро - м.Кременчуг	383000	75	6985	0,60	1,47	-0,02	2,4	0,60	1,61	2,7
9	Дніпро - р.Верхньодніпровськ	434000	74	7417	0,62	1,30	0,02	2,1	0,62	1,40	2,3
10	Дніпро - смт Лоцмано Кам'янка	459000	55	7718	0,63	1,54	0,03	2,4	0,63	1,76	2,8
16	Прип'ять-с.Річиця	2210	53	46,3	1,04	2,61	0,55	2,5	1,22	3,64	3,0
17	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	50	87,0	0,82	1,65	0,20	2,0	0,84	2,01	2,4
18	Вижівка-с.Руда	141	68	5,64	0,92	1,93	0,16	2,1	0,94	2,30	2,4
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	73	32,6	0,98	1,79	0,24	1,8	1,00	2,09	2,1
20	Тур'я-с.Ягідне	502	75	14,4	0,90	1,72	0,10	1,9	0,91	1,93	2,1
21	Тур'я-м.Ковель	1480	84	37,7	1,08	2,68	0,27	2,5	1,10	3,34	3,0
22	Тур'я-с.Бузаки	2630	28	74,2	0,78	1,83	0,54	2,3	0,83	2,77	3,3
23	Стохід-с.Малинівка	692	61	17,0	0,83	1,53	0,21	1,8	0,85	1,77	2,1
24	Стохід-с.Гулівка	1420	30	45,1	1,04	1,68	0,21	1,6	1,09	2,29	2,1
25	Стохід-с.мт Любешів	2970	68	63,4	0,74	1,52	0,18	2,0	0,75	1,73	2,3
26	Стир-с.Щуровичі	2020	60	48,1	0,75	1,55	0,20	2,1	0,76	1,80	2,4
27	Стир-м.Луцьк	7200	90	128	0,99	3,22	0,05	3,3	1,01	4,08	4,0
28	Стир-с.Млинок	10900	55	138	0,64	1,05	0,35	1,6	0,65	1,17	1,8
29	Радоставка-с.Трійця	316	61	13,6	0,81	1,44	0,41	1,8	0,83	1,69	2,0
30	Іква-с.Великі Млинівці	632	67	18,5	0,95	2,35	0,21	2,5	0,97	2,95	3,0

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
31	Іква-Млинівська ГЕС	1960	30	38,7	0,52	1,04	0,27	2,0	0,53	1,26	2,4
32	Горинь-сmt Ямпіль	1400	76	52,5	1,06	3,60	0,07	3,4	1,10	4,90	4,4
33	Горинь-с.Оженин	5860	70	157	0,92	2,49	0,09	2,7	0,95	3,07	3,2
34	Горинь-с.Деражне	9160	58	175	0,81	1,83	0,23	2,3	0,82	2,22	2,7
35	Вирка-с.Сварині	231	69	8,9	0,82	1,24	0,13	1,5	0,83	1,34	1,6
36	Случ-с.Велика Клітна	232	30	15,0	0,89	2,26	0,25	2,5	1,02	3,45	3,4
37	Случ-с.Громада	2480	87	76,1	0,92	1,51	0,20	1,6	0,93	1,67	1,8
38	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	42	203	1,06	2,06	0,15	1,9	1,08	2,66	2,5
39	Случ-м.Сарни	13300	82	606	1,07	2,09	-0,04	2,0	1,08	2,41	2,2
40	Хомора-сmt Понінка	1410	40	65,4	0,77	1,78	-0,03	2,3	0,78	2,24	2,9
41	Тня-с.Броники	982	76	62,4	0,98	1,48	0,14	1,5	0,99	1,62	1,6
42	Смілка-с.Сусли	632	71	35,1	0,87	1,12	0,01	1,3	0,88	1,19	1,4
43	Льва-с.Осницьк	276	58	16,1	0,83	0,89	0,07	1,1	0,84	0,94	1,1
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	40	33,3	1,05	1,92	0,12	1,8	1,08	2,45	2,3
45	Уборть-с.Перга	2880	62	95,4	0,79	0,98	0,26	1,2	0,80	1,07	1,3
46	Уж-м.Коростень	1450	71	68,0	1,01	1,43	0,23	1,4	1,03	1,60	1,6
47	Уж-сmt Поліське	5690	77	312	0,80	1,11	0,02	1,4	0,81	1,17	1,5
48	Жерів-с.В'язівка	1360	19	52,6	0,81	1,18	0,55	1,5	0,89	1,76	2,0
49	Норин-с.Славенщина	804	52	36,4	0,70	0,76	0,49	1,1	0,71	0,86	1,2
50	Грезля-уроч.Бхід	553	16	34,5	0,57	0,69	0,53	1,2	0,63	0,98	1,6
51	Ілля-с.Луб'янка	300	27	14,2	0,82	1,38	0,36	1,7	0,85	1,83	2,2
52	Тетерів-с.Троца	227	64	11,9	0,89	1,38	0,30	1,6	0,91	1,57	1,7
53	Тетерів-Житомир	5270	91	210	0,89	1,47	0,17	1,7	0,90	1,62	1,8

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
54	Тетерів-с.Макалевичі	7890	53	337	0,81	1,21	-0,13	1,5	0,82	1,34	1,6
55	Тетерів-с.мт Іванків	12400	31	199	0,82	1,06	0,02	1,3	0,83	1,23	1,5
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	75	47,0	1,06	2,75	0,10	2,6	1,10	3,44	3,1
57	Гуйва-с.Городківка	312	71	14,6	1,30	3,03	0,04	2,3	1,32	3,95	3,0
58	Ірша-с.мт Володарськ- Волинський	208	60	18,9	1,10	1,66	0,31	1,5	1,13	1,96	1,7
59	Ірша-с.Українка	2600	89	161	0,97	1,36	0,10	1,4	0,98	1,46	1,5
60	Здвиж-с.Гавронщина	837	39	53,3	0,93	1,46	-0,11	1,6	0,95	1,74	1,8
61	Ірпінь-с.мт Гостомель	2840	90	78,7	1,34	2,73	0,35	2,0	1,37	3,37	2,5
62	Десна-с.Олександрівка	1710	46	217	0,64	0,97	0,14	1,5	0,64	1,06	1,6
63	Десна-с.Голубея	4770	86	431	0,58	0,79	0,17	1,4	0,58	0,81	1,4
64	Десна-м.Брянськ	13700	87	965	0,65	1,02	0,05	1,6	0,65	1,07	1,6
65	Десна-с.Розльоти	36300	67	829	0,68	2,17	0,21	3,2	0,70	2,66	3,8
66	Десна-с.Вишеньки	37600	33	1479	0,63	1,41	0,06	2,2	0,64	1,71	2,7
67	Десна-м.Чернігів	81400	132	1779	0,88	2,31	0,14	2,6	0,89	2,56	2,9
68	Десна-с.Літки	88500	43	947	0,44	1,37	0,35	3,1	0,44	1,64	3,7
69	Ветьма-с.Круча	1370	39	104	0,70	1,52	0,09	2,2	0,70	1,83	2,6
70	Болва-м.Кіров	2010	20	292	0,67	0,98	0,08	1,5	0,68	1,20	1,8
71	Болва-с.Псур	3210	48	253	0,41	0,71	0,22	1,7	0,42	0,78	1,9
72	Снєжєсть-м.Карачев	282	38	48,0	0,52	1,45	0,01	2,8	0,52	1,73	3,3
73	Навля-с.мт Навля	1560	37	150	0,64	2,05	0,27	3,2	0,67	2,82	4,2
74	Неруса-с.Радогощ	1020	25	116	0,77	2,73	0,28	3,5	1,03	4,87	4,7
75	Сєв-с.Новоямське	1150	33	106	0,66	1,19	0,19	1,8	0,68	1,45	2,1
76	Соля-с.Мальцево	39,4	34	1,6	0,81	2,43	0,08	3,0	0,85	3,54	4,2

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
77	Судость-с.мт Погар	5180	41	401	0,70	0,93	0,12	1,3	0,71	1,02	1,4
78	Коста-с.Глазово	150	36	38,1	0,69	1,25	-0,11	1,8	0,70	1,45	2,1
79	Рожок-с.Красне	60,0	31	15,5	0,72	1,95	-0,02	2,7	0,75	2,68	3,6
80	Івотка-с.Івот	1260	57	68,5	0,65	0,60	0,26	0,9	0,66	0,64	1,0
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	83	7,5	1,00	2,14	0,24	2,1	1,01	2,54	2,5
82	Убідь-с.Кудрівка	970	59	45,1	0,85	1,17	0,30	1,4	0,86	1,30	1,5
83	Сейм-с.Гущине	375	23	58,7	1,05	1,39	0,36	1,3	1,11	1,92	1,7
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	50	252	0,66	0,87	-0,07	1,3	0,66	0,93	1,4
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	40	376	0,66	0,84	-0,01	1,3	0,66	0,91	1,4
86	Сейм-с.Ришково	7460	56	626	0,79	1,59	0,05	2,0	0,79	1,82	2,3
87	Сейм-м.Рильськ	18100	49	896	0,70	1,23	0,07	1,8	0,71	1,37	1,9
88	Сейм-с.Мутин	25600	90	797	0,94	1,70	0,37	1,8	0,95	1,91	2,0
89	Полная-с.Губанівка	333	23	36,4	0,94	1,62	0,23	1,7	0,99	2,37	2,4
90	Рать-с.Беседіно	630	38	65,9	0,77	1,69	0,16	2,2	0,78	2,11	2,7
91	Тускар-с.Свобода	1690	27	178	0,78	1,83	0,39	2,3	0,81	2,66	3,3
92	Тускар-м.Курськ	2380	59	282	0,68	1,16	0,17	1,7	0,69	1,30	1,9
93	Снова-с.Щурово	781	38	106	0,49	0,97	0,25	2,0	0,49	1,12	2,3
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	9,50	27	2,79	0,71	1,00	0,33	1,4	0,73	1,22	1,7
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,20	27	2,08	0,70	0,70	0,29	1,0	0,72	0,81	1,1
96	Реут-с.Любицька	960	48	103	0,80	2,19	-0,01	2,7	0,82	2,81	3,4
97	Прут-с.Ширково	530	43	45,3	0,52	1,68	0,31	3,2	0,53	2,12	4,0
98	Свапа-с.Локтіоново	419	31	56,1	0,66	1,52	0,31	2,3	0,68	2,00	2,9
99	Свапа-с.Михайлівка	2800	26	286	0,69	1,21	0,31	1,8	0,71	1,56	2,2

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
100	Свапа-с.Старий Город	3690	56	430	0,73	1,32	0,33	1,8	0,74	1,51	2,0
101	Усожа-м.Фатєж	364	38	53,5	0,59	0,62	0,18	1,1	0,60	0,69	1,1
102	Чернь-с.Плоске	96,3	26	32,8	0,59	0,96	0,45	1,6	0,62	1,25	2,0
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	70	105	1,19	3,12	0,59	2,6	1,37	4,28	3,1
104	Есмань-с.Ротівка	628	51	55,0	0,81	1,25	0,24	1,6	0,82	1,44	1,8
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	60	265	0,87	1,33	0,43	1,5	0,89	1,55	1,7
106	Рєвна-с.Залізний міст	380	19	30,1	1,10	2,42	0,18	2,2	1,18	4,59	3,9
107	Білоус-с.Кошівка	526	39	28,0	1,05	1,62	-0,03	1,5	1,07	1,98	1,8
108	Остер-с.Кривицьке	2750	39	29,0	0,74	1,65	0,43	2,2	0,77	2,18	2,8
109	Стугна-с.Здорівка	186	58	7,32	1,10	1,93	0,66	1,8	1,14	2,43	2,1
110	Трубіж-с.Заворичі	476	27	7,61	0,63	0,86	0,51	1,4	0,66	1,08	1,6
111	Трубіж-сmt Баришівка (шлюз №7)	1990	68	16,2	0,77	1,48	0,16	1,9	0,78	1,68	2,1
112	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	3430	59	30,1	0,73	1,43	0,26	2,0	0,74	1,64	2,2
113	Ільта-с.Селичівка	230	22	2,36	0,64	0,76	0,57	1,2	0,68	1,00	1,5
114	Недра-сmt Березань (шлюз №2)	789	64	9,33	0,86	1,96	0,22	2,3	0,87	2,37	2,7
115	Рось-с.Круподеринці	618	66	22,3	1,09	1,48	0,34	1,4	1,11	1,68	1,5
116	Рось-с.Фесюри	3900	69	103	1,14	1,70	0,17	1,5	1,17	1,97	1,7
117	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	36	216	1,01	2,28	-0,05	2,3	1,03	3,19	3,1
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	87	259	1,14	1,92	0,18	1,7	1,16	2,21	1,9
119	Роська-с.Скала	309	36	22,8	0,74	0,51	0,02	0,7	0,75	0,55	0,7

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
120	Роста́виця-с.Матю́ші	1390	27	66,7	0,74	0,53	0,04	0,7	0,75	0,59	0,8
121	Роса́ва-с.мт Мироні́вка	846	54	9,3	2,00	3,66	0,12	1,8	2,11	5,51	2,6
122	Су́пій-с.Піща́не	1900	71	15,9	1,13	3,70	0,41	3,3	1,28	5,36	4,2
123	Ві́льша́нка-с.Млі́їв	749	51	27,9	1,76	2,46	-0,09	1,4	1,84	3,22	1,7
124	Зо́лотоно́шка-м.Зо́лотоно́ша	431	70	6,20	1,20	2,81	0,05	2,3	1,23	3,60	2,9
125	Су́ла-с.Зеле́нкі́вка	427	82	39,5	0,82	1,18	0,20	1,4	0,83	1,27	1,5
126	Су́ла-м.Ро́мни	4020	73	112	0,89	1,70	0,20	1,9	0,90	1,96	2,2
127	Су́ла-с.Сні́тин	6540	40	196	0,70	1,14	0,30	1,6	0,71	1,34	1,9
128	Су́ла-м.Лу́бни	14200	80	194	1,00	2,22	0,02	2,2	1,01	2,61	2,6
129	Те́рн-с.Бу́дки	840	38	54,2	0,69	0,79	-0,20	1,1	0,70	0,85	1,2
130	Ро́мен-м.Ро́мни	1650	60	25,8	0,81	1,52	0,45	1,9	0,83	1,80	2,2
131	Уда́й-м.Прилу́ки	1520	78	29,2	0,74	1,49	0,30	2,0	0,75	1,67	2,2
132	Уда́й-с.Ку́рінька	6120	36	85,9	0,80	1,19	0,18	1,5	0,82	1,43	1,7
133	Пе́реві́д-с.Са́сині́вка	745	60	5,94	0,83	1,99	0,60	2,4	0,86	2,51	2,9
134	Мно́га-с.Воро́ньки	506	36	61,7	0,80	1,67	-0,11	2,1	0,81	2,09	2,6
135	Слі́порі́д-с.Оле́ксандрі́вка	527	61	9,7	0,79	1,29	0,09	1,6	0,80	1,42	1,8
136	Оржи́ця-с.Ма́які́вка	1950	62	19,4	0,94	2,79	0,23	3,0	1,01	3,74	3,7
137	Тя́смин-с.Ве́лика Я́блуні́вка	1780	70	43,5	1,23	1,85	0,08	1,5	1,26	2,13	1,7
138	Тя́смин-м.Чи́ги́рин	4120	28	148	0,93	0,83	-0,15	0,9	0,96	0,93	1,0
139	Сере́бря́нка-с.Ба́лаклі́я	126	59	4,77	1,32	1,96	-0,10	1,5	1,35	2,34	1,7
140	Псе́л-м.Обо́янь	1100	35	120	0,87	1,73	-0,02	2,0	0,89	2,21	2,5
141	Псе́л-м.Кру́пець	4700	46	417	0,76	0,77	0,07	1,0	0,77	0,82	1,1
142	Псе́л-м.Су́ми	7770	72	253	0,98	1,51	0,27	1,5	1,00	1,71	1,7
143	Псе́л-м.Га́дяч	11300	62	230	0,94	2,38	0,24	2,5	1,01	3,04	3,0

Продовження таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
144	Псел-с.Запсілля	21800	79	296	0,80	1,47	0,27	1,8	0,81	1,64	2,0
145	Піна-сл.Піни	1000	26	64,3	0,72	0,60	0,10	0,8	0,73	0,66	0,9
146	Суджа-сл.Замістя	972	35	93,4	0,94	1,60	0,31	1,7	0,97	2,07	2,1
147	Грунь-с.Римарівка	958	31	130	0,76	1,44	0,01	1,9	0,77	1,79	2,3
148	Хорол-м.Миргород	1740	86	63,7	1,10	1,63	0,18	1,5	1,12	1,83	1,6
149	Говтва-с.Михнівка	1560	60	65,2	1,46	5,08	0,03	3,5	1,60	8,55	5,4
150	Ворскла-сmt Яковлево	56	27	11,7	1,11	2,06	0,14	1,8	1,16	3,01	2,6
151	Ворскла-с.Козінка	1870	52	159	0,81	0,89	0,19	1,1	0,83	0,98	1,2
152	Ворскла-с.Чернеччина	5790	62	174	0,98	1,61	0,22	1,7	1,00	1,88	1,9
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	50	165	0,81	1,74	0,21	2,2	0,82	2,14	2,6
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	30	41,6	0,88	1,44	0,22	1,6	0,91	1,88	2,1
155	Ворсклиця-с.Березівка	1460	56	83,5	0,92	1,24	0,49	1,4	0,95	1,44	1,5
156	Мерло-м.Богодухів	309	65	15,9	1,06	1,29	0,47	1,2	1,10	1,48	1,3
157	Оріль-с.Степанівка	627	28	16,5	1,30	1,42	-0,21	1,1	1,38	1,88	1,4
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	22	71,5	0,85	0,53	0,09	0,6	0,87	0,60	0,7
159	Оріль-сmt Царичанка	9100	64	136	1,16	1,95	0,23	1,7	1,19	2,35	2,0
160	Берестова-м.Красноград	1050	55	39,6	1,00	1,50	0,42	1,5	1,04	1,81	1,7
161	Орчик-с.Чернещина	1310	59	35,0	1,11	1,72	0,20	1,5	1,14	2,05	1,8
162	Самара-с.Коханівка	1430	54	21,9	3,16	7,04	0,13	2,2	3,46	14,80	4,3
163	Самара-с.Кочережки	19800	61	105	1,02	2,01	0,06	2,0	1,04	2,41	2,3
164	Бик-с.Самарське (Іванівка)	1130	20	30,6	2,14	3,85	0,12	1,8	2,44	9,13	3,7
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	63	22,9	1,85	3,06	0,34	1,7	1,94	4,21	2,2
166	Вовча-х.Артемівський	120	27	11,8	1,82	2,74	0,02	1,5	1,98	4,59	2,3

Кінець таблиці Г.1

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
167	Вовча-сmt Покровське	7150	18	61,0	1,22	1,40	0,05	1,1	1,30	1,97	1,5
168	Вовча-сmt Васильківка	11600	83	167	1,89	4,37	0,18	2,3	1,96	6,36	3,2
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	67	27,4	2,39	3,48	0,22	1,5	2,54	4,93	1,9
170	Солона-с.Новопавлівка	680	57	14,2	1,61	2,64	0,36	1,6	1,68	3,54	2,1
171	Гайчур-с.Андріївка	2100	71	31,9	2,61	4,93	0,17	1,9	2,79	7,89	2,8
172	Мала Терса-с.Троїцьке	750	58	10,4	1,94	3,98	0,47	2,0	2,09	6,30	3,0
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	28	15,2	1,30	1,58	-0,03	1,2	1,37	2,06	1,5
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	58	7,45	1,35	3,02	0,22	2,2	1,40	4,22	3,0
175	Мокра Сура-сmt Кринички	389	52	12,4	1,62	2,31	0,17	1,4	1,69	3,05	1,8
176	Кінська-м.Пологи	353	55	5,45	1,68	3,07	0,38	1,8	1,76	4,38	2,5
177	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	35	25,2	1,31	2,06	0,05	1,6	1,36	2,79	2,0
178	Інгулець-с.Олександро- Степанівка	1400	54	70,7	1,08	1,67	0,32	1,5	1,11	2,01	1,8
179	Інгулець-с.Іскрівка	4410	31	180	0,94	0,91	0,36	1,0	0,98	1,07	1,1
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	54	163	1,28	1,78	0,24	1,4	1,33	2,17	1,6
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	61	184	1,08	1,30	0,26	1,2	1,11	1,47	1,3
	<i>Середнє по всьому басейну</i>				<i>0,96</i>	<i>1,76</i>	<i>0,19</i>	<i>1,84</i>	<i>0,99</i>	<i>2,31</i>	<i>2,24</i>

Таблиця Г.2 – Шари стоку весняного водопілля

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	п, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
1	Дніпро – с. Неданчичі	103000	43	86	0,27	0,11	0,14	0,4	0,27	0,17	0,6
3	Дніпро - м.Київ	328000	94	83	0,32	0,18	-0,05	0,6	0,32	0,21	0,7
6	Дніпро - м.Кременчук	383000	75	80	0,30	-0,03	-0,11	-0,1	0,30	0,04	0,1
9	Дніпро - р.Верхньодніпровськ	434000	67	75	0,31	0,40	-0,06	1,3	0,31	0,42	1,4
10	Дніпро -с-мт Лоцманська Кам'янка	459000	55	75	0,32	0,14	-0,07	0,5	0,31	0,19	0,6
16	Прип'ять-с.Річиця	2210	53	41	0,67	1,64	0,34	2,4	0,68	1,97	2,9
17	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	50	34	0,61	0,79	-0,07	1,3	0,61	0,84	1,4
18	Виживка-с.Руда	141	68	44	0,62	1,03	0,06	1,7	0,62	1,09	1,8
19	Виживка- смт Стара Виживка	722	73	45	0,62	1,22	0,08	2,0	0,62	1,30	2,1
20	Тур'я-с.Ягідне	502	75	32	0,69	1,41	0,15	2,0	0,69	1,57	2,3
21	Тур'я-м.Ковель	1480	84	34	0,64	1,02	0,11	1,6	0,64	1,06	1,7
22	Тур'я-с.Бузаки	2630	28	39	0,48	0,85	-0,09	1,8	0,48	0,96	2,0
23	Стохід-с.Малинівка	692	61	33	0,61	1,41	0,06	2,3	0,61	1,57	2,6
24	Стохід-с.Гулівка	1420	30	50	1,04	2,37	0,21	2,3	1,08	3,70	3,4
25	Стохід-с-мт Любешів	2970	68	47	0,66	2,01	0,24	3,0	0,68	2,42	3,6
26	Стир-с.Щуровичі	2020	60	41	0,64	1,64	0,05	2,6	0,64	1,87	2,9
27	Стир-м.Луцьк	7200	90	40	0,53	0,86	0,08	1,6	0,53	0,88	1,7
28	Стир-с.Млинок	10900	55	39	0,50	0,93	0,06	1,9	0,50	0,99	2,0
29	Радоставка-с.Трійця	316	61	47	0,53	0,49	0,15	0,9	0,53	0,51	1,0
30	Іква-с.Великі Млинівці	632	67	30	0,59	1,90	0,21	3,2	0,60	2,27	3,8

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
31	Іква-Млинівська ГЕС	1960	30	33	0,58	1,62	0,18	2,8	0,61	2,18	3,6
32	Горинь-сmt Ямпіль	1400	76	37	0,54	1,45	0,04	2,7	0,54	1,58	2,9
33	Горинь-с.Оженин	5860	70	37	0,53	1,37	0,08	2,6	0,52	1,49	2,9
34	Горинь-с.Деражне	9160	58	40	0,52	1,09	0,16	2,1	0,53	1,21	2,3
35	Вирка-с.Сварині	231	69	49	1,15	5,27	-0,07	4,6	1,27	8,62	6,8
36	Случ-с.Велика Клітна	232	30	50	0,60	1,36	-0,11	2,3	0,60	1,67	2,8
37	Случ-с.Громада	2480	87	34	0,67	1,42	0,23	2,1	0,67	1,56	2,3
38	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	42	34	0,74	1,57	0,22	2,1	0,76	1,94	2,6
39	Случ-м.Сарни	13300	82	51	0,65	1,18	-0,02	1,8	0,65	1,25	1,9
40	Хомора-сmt Понінка	1410	40	45	0,61	1,32	0,08	2,2	0,61	1,53	2,5
41	Тня-с.Броники	982	76	46	0,78	1,31	0,13	1,7	0,79	1,41	1,8
42	Смілка-с.Сусли	632	71	44	0,78	1,64	0,04	2,1	0,78	1,84	2,3
43	Льва-с.Осницьк	276	58	61	0,70	1,21	0,01	1,7	0,71	1,32	1,9
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	40	49	0,85	1,51	0,39	1,8	0,88	1,95	2,2
45	Уборть-с.Перга	2880	62	51	0,67	1,00	0,20	1,5	0,68	1,09	1,6
46	Уж-м.Коростень	1450	71	38	0,74	1,37	0,25	1,9	0,74	1,53	2,1
47	Уж-сmt Поліське	5690	77	48	0,67	0,77	0,09	1,2	0,67	0,79	1,2
48	Жерів-с.В'язівка	1360	19	48	0,71	1,00	0,47	1,4	0,77	1,44	1,9
49	Норин-с.Славенщина	804	52	54	0,61	0,77	0,36	1,3	0,62	0,84	1,3
50	Грезля-уроч.Брід	553	16	63	0,64	0,62	0,20	1,0	0,68	0,79	1,2
51	Ілля-с.Луб'янка	300	27	49	0,77	1,26	0,24	1,6	0,80	1,62	2,0
52	Тетерів-с.Троща	227	64	36	0,48	0,72	0,23	1,5	0,48	0,77	1,6
53	Тетерів-Житомир	5270	91	39	0,67	1,13	0,15	1,7	0,67	1,18	1,7
54	Тетерів-с.Макалевичі	7890	53	49	0,74	1,48	0,48	2,0	0,77	1,79	2,3

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Усер, мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv
55	Тетерів-сmt Іванків	12400	31	33	0,69	1,35	0,25	2,0	0,71	1,72	2,4
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	75	39	0,64	1,28	0,36	2,0	0,65	1,42	2,2
57	Гуйва-с.Городківка	312	71	31	0,60	0,86	0,38	1,4	0,60	0,92	1,5
58	Ірша-сmt Володарськ- Волинський	208	60	49	0,77	1,15	0,34	1,5	0,78	1,28	1,6
59	Ірша-с.Українка	2600	89	43	0,79	1,28	0,02	1,6	0,79	1,36	1,7
60	Здвиж-с.Гавронщина	837	39	34	0,86	2,00	-0,09	2,3	0,87	2,61	3,0
61	Ірпінь-сmt Гостомель	2840	90	28	0,81	2,82	0,34	3,5	0,84	3,51	4,2
62	Десна-с.Олександрівка	1710	38	108	0,38	0,90	0,09	2,4	0,38	0,99	2,6
63	Десна-с.Голубея	4770	43	102	0,39	0,53	0,18	1,4	0,38	0,56	1,5
64	Десна-м.Брянськ	13700	82	96	0,38	0,94	0,09	2,5	0,38	0,98	2,6
65	Десна-с.Розльоти	36300	67	79	0,32	0,85	0,16	2,7	0,32	0,91	2,8
66	Десна-с.Вишеньки	37600	33	99	0,30	0,34	0,15	1,1	0,30	0,38	1,2
67	Десна-м.Чернігів	81400	132	76	0,40	1,26	0,15	3,2	0,39	1,30	3,3
68	Десна-с.Літки	88500	43	63	0,32	0,13	0,34	0,4	0,32	0,18	0,6
69	Ветма-с.Круча	1370	34	77	0,51	0,81	0,19	1,6	0,52	0,92	1,8
70	Болва-м.Кіров	2010	20	102	0,45	0,74	0,08	1,7	0,45	0,87	1,9
71	Болва-с.Псур	3210	43	80	0,34	0,37	0,07	1,1	0,34	0,41	1,2
72	Снежесть-м.Карачев	282	33	103	0,47	1,20	0,32	2,6	0,48	1,47	3,1
73	Навля-сmt Навля	1560	32	78	0,46	1,19	0,30	2,6	0,48	1,47	3,1
74	Неруса-с.Радогощ	1020	20	71	0,60	1,75	0,40	2,9	0,65	2,76	4,2
75	Сєв-с.Новоямське	1150	28	61	0,55	0,97	0,25	1,8	0,56	1,18	2,1
76	Соля-с.Мальцево	39,4	34	39	0,64	1,65	0,21	2,6	0,68	2,17	3,2
77	Судость-сmt Погар	5180	36	67	0,51	0,90	0,18	1,8	0,52	1,04	2,0

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	п, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
78	Коста-с.Глазово	150	31	107	0,55	1,10	0,03	2,0	0,55	1,28	2,3
79	Рожок-с.Красне	60,0	25	79	0,64	1,54	0,17	2,4	0,65	2,06	3,2
80	Івотка-с.Івот	1260	57	51	0,43	1,13	0,08	2,6	0,43	1,23	2,9
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	83	59	0,64	1,44	0,31	2,3	0,65	1,60	2,5
82	Убідь-с.Кудрівка	970	59	44	0,50	1,28	0,31	2,6	0,51	1,45	2,8
83	Сейм-с.Гущине	375	19	43	0,74	0,95	0,25	1,3	0,78	1,24	1,6
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	45	62	0,56	0,46	0,08	0,8	0,56	0,49	0,9
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	35	60	0,49	0,25	0,17	0,5	0,49	0,29	0,6
86	Сейм-с.Ришково	7460	56	66	0,51	0,71	0,30	1,4	0,52	0,77	1,5
87	Сейм-м.Рильськ	18100	49	70	0,45	0,68	0,18	1,5	0,46	0,74	1,6
88	Сейм-с.Мутин	25600	85	71	0,53	1,46	0,33	2,7	0,54	1,62	3,0
89	Полная-с.Губанівка	333	19	59	0,77	2,03	0,17	2,6	0,91	3,51	3,9
90	Рать-с.Беседіно	630	33	62	0,55	1,33	0,12	2,4	0,55	1,60	2,9
91	Тускар-с.Свобода	1690	22	66	0,58	1,54	0,29	2,7	0,62	2,25	3,6
92	Тускар-м.Курськ	2380	59	75	0,53	1,25	0,16	2,4	0,54	1,41	2,6
93	Снова-с.Щурово	781	33	71	0,54	2,01	0,12	3,7	0,56	2,75	4,9
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	9,50	22	43	0,89	1,19	0,17	1,3	0,94	1,59	1,7
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,20	22	52	0,76	1,21	0,19	1,6	0,79	1,62	2,0
96	Реут-с.Любицька	960	43	67	0,53	0,83	0,13	1,6	0,53	0,89	1,7
97	Прут-с.Ширково	530	38	74	0,42	0,53	0,32	1,2	0,43	0,59	1,4
98	Свапа-с.Локтіоново	419	30	79	0,52	1,60	0,20	3,1	0,54	2,16	4,0
99	Свапа-с.Михайлівка	2800	21	75	0,58	0,81	0,29	1,4	0,60	1,01	1,7
100	Свапа-с.Старий Город	3690	56	82	0,49	0,96	0,37	2,0	0,50	1,06	2,1

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
101	Усожа-м.Фатєж	364	33	71	0,51	1,38	0,10	2,7	0,51	1,67	3,3
102	Чернь-с.Плоске	96,3	21	86	0,62	0,90	0,41	1,4	0,67	1,22	1,8
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	70	52	0,69	2,33	0,54	3,4	0,72	2,94	4,1
104	Есмань-с.Ротівка	628	51	52	0,56	1,59	0,20	2,9	0,57	1,91	3,4
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	60	57	0,43	0,89	0,32	2,1	0,43	0,97	2,2
106	Ревна-с.Залізний міст	380	19	54	0,71	2,13	0,29	3,0	0,81	3,76	4,6
107	Білоус-с.Кошівка	526	39	31	0,66	1,08	-0,08	1,6	0,67	1,21	1,8
108	Остер-с.Кривицьке	2750	38	32	0,77	1,46	0,23	1,9	0,79	1,82	2,3
109	Стугна-с.Здорівка	186	58	27	0,91	1,62	0,45	1,8	0,94	1,95	2,1
110	Трубіж-с.Заворичі	476	27	25	0,66	1,66	0,50	2,5	0,75	2,45	3,3
111	Трубіж-сmt Баришівка (шлюз №7)	1990	68	17	0,75	1,47	0,35	1,9	0,76	1,67	2,2
112	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	3430	59	20	0,59	1,30	0,36	2,2	0,59	1,47	2,5
113	Ільта-с.Селичівка	230	22	16	0,58	0,74	0,62	1,3	0,62	0,97	1,6
114	Недра-сmt Березань (шлюз №2)	789	64	16	0,50	0,71	0,49	1,4	0,50	0,78	1,5
115	Рось-с.Круподеринці	618	66	27	0,74	1,02	0,46	1,4	0,75	1,13	1,5
116	Рось-с.Фесюри	3900	69	27	0,78	1,26	0,30	1,6	0,79	1,40	1,8
117	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	36	26	0,64	1,15	0,15	1,8	0,64	1,31	2,0
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	87	26	0,79	1,45	0,27	1,8	0,79	1,60	2,0
119	Роська-с.Скала	309	36	44	0,59	0,77	0,18	1,3	0,60	0,87	1,4
120	Роставиця-с.Матюші	1390	27	35	0,66	0,51	0,15	0,8	0,67	0,56	0,8

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
121	Росава-сmt Миронівка	846	54	10	1,14	2,42	0,46	2,1	1,19	3,28	2,8
122	Супій-с.Піщане	1900	71	15	0,91	2,58	0,58	2,9	0,98	3,34	3,4
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	50	20	1,12	1,72	0,09	1,5	1,14	2,04	1,8
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	70	21	0,63	1,50	0,26	2,4	0,64	1,71	2,7
125	Сула-с.Зеленківка	427	82	53	0,59	0,49	0,22	0,8	0,59	0,51	0,9
126	Сула-м.Ромни	4020	73	42	0,52	0,55	0,35	1,1	0,53	0,59	1,1
127	Сула-с.Снітин	6540	40	57	0,48	0,52	0,38	1,1	0,49	0,57	1,2
128	Сула-м.Лубни	14200	80	40	0,56	1,47	0,12	2,6	0,56	1,59	2,9
129	Терн-с.Будки	840	38	43	0,48	0,38	0,00	0,8	0,48	0,42	0,9
130	Ромен-м.Ромни	1650	60	29	0,55	0,67	0,35	1,2	0,55	0,72	1,3
131	Удай-м.Прилуки	1520	78	44	0,50	0,49	0,24	1,0	0,51	0,52	1,0
132	Удай-с.Курінька	6120	36	37	0,41	0,06	0,30	0,1	0,42	0,13	0,3
133	Перевід-с.Сасинівка	745	60	16	0,72	1,59	0,72	2,2	0,74	1,90	2,6
134	Многа-с.Вороньки	506	36	60	0,56	0,49	0,26	0,9	0,57	0,55	1,0
135	Сліпорід-с.Олександрівка	527	61	20	0,66	0,68	0,20	1,0	0,66	0,73	1,1
136	Оржиця-с.Маяківка	1950	62	17	0,52	1,09	0,34	2,1	0,53	1,20	2,3
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	70	21	0,83	1,28	-0,07	1,5	0,84	1,38	1,6
138	Тясмин-м.Чигирин	4120	28	34	0,73	0,79	0,05	1,1	0,74	0,89	1,2
139	Серебрянка-с.Балаклія	126	58	22	1,00	1,58	0,05	1,6	1,02	1,80	1,8
140	Псел-м.Обоянь	1100	35	59	0,55	0,64	0,18	1,2	0,56	0,72	1,3
141	Псел-м.Крупець	4700	46	68	0,56	0,58	0,25	1,0	0,57	0,63	1,1
142	Псел-м.Суми	7770	72	42	0,61	0,62	0,42	1,0	0,62	0,66	1,1
143	Псел-м.Гадяч	11300	62	43	0,50	0,59	0,31	1,2	0,50	0,63	1,2
144	Псел-с.Запсілля	21800	79	39	0,52	0,90	0,28	1,7	0,53	0,96	1,8

Продовження таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
145	Піна-сл.Піни	1000	25	42	0,59	1,11	0,11	1,9	0,59	1,34	2,3
146	Суджа-сл.Замістя	972	30	60	0,61	1,15	0,38	1,9	0,62	1,42	2,3
147	Грунь-с.Римарівка	958	31	69	0,53	0,68	0,10	1,3	0,54	0,75	1,4
148	Хорол-м.Миргород	1740	86	41	0,73	1,33	0,24	1,8	0,74	1,45	2,0
149	Говтва-с.Михнівка	1560	60	64	0,83	0,99	0,57	1,2	0,85	1,12	1,3
150	Ворскла-сmt Яковлево	56	27	57	0,63	1,78	0,14	2,8	0,65	2,45	3,8
151	Ворскла-с.Козінка	1870	52	57	0,55	0,47	0,12	0,9	0,55	0,49	0,9
152	Ворскла-с.Чернеччина	5790	62	43	0,58	0,70	0,23	1,2	0,59	0,75	1,3
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	50	33	0,53	1,44	0,19	2,7	0,55	1,70	3,1
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	30	42	0,61	1,08	0,08	1,8	0,62	1,25	2,0
155	Ворсклиця-с.Березівка	1460	56	39	0,69	1,60	0,47	2,3	0,71	1,95	2,8
156	Мерло-м.Богодухів	309	65	38	0,77	1,43	0,26	1,9	0,78	1,63	2,1
157	Оріль-с.Степанівка	627	28	25	1,11	2,63	-0,17	2,4	1,17	4,40	3,7
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	22	31	1,04	2,19	-0,07	2,1	1,09	3,54	3,3
159	Оріль-сmt Царичанка	9100	64	25	0,74	1,84	0,12	2,5	0,74	2,13	2,9
160	Берестова-м.Красноград	1050	55	32	0,73	1,41	0,24	1,9	0,74	1,63	2,2
161	Орчик-с.Чернещина	1310	59	28	0,74	1,50	0,07	2,0	0,74	1,69	2,3
162	Самара-с.Коханівка	1430	54	14	1,15	2,92	0,24	2,5	1,29	4,11	3,2
163	Самара-с.Кочережки	19800	61	12	0,91	1,77	0,28	1,9	0,93	2,11	2,3
164	Бик-с.Самарське (Іванівка)	1130	20	16	1,30	3,13	0,21	2,4	1,41	6,73	4,8
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	63	18	1,14	3,56	0,26	3,1	1,25	5,17	4,2
166	Вовча-х.Артемівський	120	27	43	1,48	2,33	-0,10	1,6	1,58	3,61	2,3

Кінець таблиці Г.2

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Y _{сер} , мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
167	Вовча-сmt Покровське	7150	18	9,5	0,99	1,28	-0,06	1,3	1,03	1,75	1,7
168	Вовча-сmt Васильківка	11600	83	14	1,10	2,17	0,27	2,0	1,12	2,58	2,3
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	67	6,2	1,72	4,37	0,18	2,5	2,01	6,76	3,4
170	Солона-с.Новопавлівка	680	57	18	0,91	2,58	0,35	2,8	0,97	3,45	3,5
171	Гайчур-с.Андріївка	2100	71	11	1,38	2,83	0,13	2,0	1,42	3,61	2,6
172	Мала Терса-с.Троїцьке	750	58	13	1,11	1,66	0,21	1,5	1,14	1,97	1,7
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	28	18	1,07	1,33	-0,02	1,2	1,11	1,65	1,5
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	58	17	0,82	2,14	0,15	2,6	0,84	2,62	3,1
175	Мокра Сура-сmt Кринички	389	51	11	1,18	2,15	0,09	1,8	1,21	2,71	2,2
176	Кінська-м.Пологи	353	55	12	0,78	2,27	0,37	2,9	0,82	2,95	3,6
177	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	35	11	1,10	1,59	-0,13	1,5	1,13	1,99	1,8
178	Інгулець-с.Олександро- Степанівка	1400	53	33	0,85	0,87	0,32	1,0	0,87	0,96	1,1
179	Інгулець-с.Іскрівка	4410	31	18	1,07	1,53	0,05	1,4	1,10	1,93	1,8
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	54	19	1,16	1,45	0,24	1,2	1,20	1,69	1,4
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	61	20	1,05	1,31	0,21	1,3	1,07	1,48	1,4
	<i>Середнє по всьому басейну</i>				<i>0,68</i>	<i>1,29</i>	<i>0,20</i>	<i>1,86</i>	<i>0,70</i>	<i>1,62</i>	<i>2,21</i>

Таблиця Г.3 - Розрахунок максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра опорної забезпеченості

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
1	Дніпро – с. Неданчичі	103000	43	1783	2,0	0,43	2,27	4047	43	86	2,0	0,27	1,73	148
3	Дніпро - м.Київ	328000	94	6657	2,0	0,59	2,58	17175	94	83	2,0	0,32	1,89	157
6	Дніпро - м.Кременчуг	383000	75	6985	2,0	0,60	2,89	20187	75	80	2,5	0,30	1,86	149
9	Дніпро - р.Верхньодніпровськ	434000	74	7417	2,0	0,62	2,97	22028	67	75	2,5	0,31	1,90	143
10	Дніпро - смт Лоцманська Кам'янка	459000	55	7718	2,0	0,63	3,01	23231	55	75	2,5	0,31	1,90	143
16	Прип'ять-с.Річиця	2210	53	46,3	2,5	1,22	5,83	270	53	41	2,5	0,68	3,34	137
17	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	50	87,0	2,5	0,84	4,05	352	50	34	2,5	0,61	3,04	104
18	Вижівка-с.Руда	141	68	5,64	2,5	0,94	4,50	25	68	44	2,5	0,62	3,08	135
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	73	32,6	2,5	1,00	4,78	156	73	45	2,5	0,62	3,08	140
20	Тур'я-с.Ягідне	502	75	14,4	2,5	0,91	4,37	63	75	32	2,5	0,69	3,38	109
21	Тур'я-м.Ковель	1480	84	37,7	2,5	1,10	5,26	199	84	34	2,5	0,64	3,17	107
22	Тур'я-с.Бузаки	2630	28	74,2	2,5	0,83	4,01	298	28	39	2,5	0,48	2,51	98
23	Стохід-с.Малинівка	692	61	17,0	2,5	0,85	4,10	70	61	33	2,5	0,61	3,04	99
24	Стохід-с.Гулівка	1420	30	45,1	2,5	1,09	5,21	235	30	50	2,5	1,08	5,16	255
25	Стохід-с.мт Любешів	2970	68	63,4	2,5	0,75	3,65	231	68	47	2,5	0,68	3,34	158
26	Стир-с.Щуровичі	2020	60	48,1	2,5	0,76	3,60	173	60	41	2,5	0,64	3,17	130
27	Стир-м.Луцьк	7200	90	128	2,5	1,01	4,83	620	90	40	2,5	0,53	2,71	109
28	Стир-с.Млинок	10900	55	138	2,5	0,65	3,21	442	55	39	2,5	0,50	2,59	100
29	Радоставка-с.Трійця	316	61	13,6	2,5	0,83	3,96	54	61	47	2,5	0,53	2,71	128
30	Іква-с.Великі Млинівці (с.Радянське)	632	67	18,5	2,5	0,97	4,64	86	67	30	2,5	0,60	3,00	91

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
31	Іква-Млинівська ГЕС	1960	30	38,7	2,5	0,53	2,71	105	30	33	2,5	0,61	3,04	99
32	Горинь-сmt Ямпіль	1400	76	52,5	2,5	1,10	5,26	276	76	37	2,5	0,54	2,75	101
33	Горинь-с.Оженин	5860	70	157	2,5	0,95	4,55	713	70	37	2,5	0,52	2,67	98
34	Горинь-с.Деражне	9160	58	175	2,5	0,82	3,96	691	58	40	2,5	0,53	2,71	110
35	Вирка-с.Сварині	231	69	8,9	2,5	0,83	4,01	36	69	49	2,5	1,27	6,07	297
36	Случ-с.Велика Клітна	232	30	15,0	2,5	1,02	4,88	73	30	50	2,5	0,60	3,00	150
37	Случ-с.Громада	2480	87	76,1	2,5	0,93	4,46	339	87	34	2,5	0,67	3,29	113
38	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	42	203	2,5	1,08	5,16	1048	42	34	2,5	0,76	3,69	127
39	Случ-м.Сарни	13300	82	606	2,5	1,08	5,16	3128	82	51	2,5	0,65	3,21	164
40	Хомора-сmt Понінка	1410	40	65,4	2,5	0,78	3,78	247	40	45	2,5	0,61	3,04	137
41	Тня-с.Броники	982	76	62,4	2,5	0,99	4,73	295	76	46	2,5	0,79	3,83	178
42	Смілка-с.Сусли	632	71	35,1	2,5	0,88	4,23	148	71	44	2,5	0,78	3,78	164
43	Льва-с.Осницьк	276	58	16,1	2,5	0,84	4,05	65	58	61	2,5	0,71	3,47	210
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	40	33,3	2,5	1,08	5,16	172	40	49	2,5	0,88	4,23	208
45	Уборть-с.Перга	2880	62	95,4	2,5	0,80	3,87	369	62	51	2,5	0,68	3,34	170
46	Уж-м.Коростень	1450	71	68,0	2,5	1,03	4,92	334	71	38	2,5	0,74	3,60	138
47	Уж-сmt Поліське	5690	77	312	2,5	0,81	3,92	1223	77	48	2,5	0,67	3,29	159
48	Жерів-с.В'язівка	1360	19	52,6	2,5	0,89	4,28	225	19	48	2,5	0,77	3,74	178
49	Норин-с.Славенщина	804	52	36,4	2,5	0,71	3,47	126	52	54	2,5	0,62	3,08	165
50	Грезля-уроч.Бід	553	16	34,5	2,5	0,63	3,13	108	16	63	2,5	0,68	3,78	240
51	Ілля-с.Луб'янка	300	27	14,2	2,5	0,85	4,10	58	27	49	2,5	0,80	3,87	189
52	Тетерів-с.Троща	227	64	11,9	2,0	0,91	4,20	50	64	36	2,0	0,48	2,44	87
53	Тетерів-Житомир	5270	91	210	2,0	0,90	4,15	872	91	39	2,0	0,67	3,17	124

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
54	Тетерів-с.Макалевичі	7890	53	337	2,0	0,82	3,80	1279	53	49	2,0	0,77	3,58	175
55	Тетерів-сmt Іванків	12400	31	199	2,0	0,83	3,84	765	31	33	2,0	0,71	3,33	109
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	75	47,0	2,0	1,10	5,05	237	75	39	2,0	0,65	3,09	122
57	Гуйва-с.Городківка	312	71	14,6	2,0	1,32	6,13	90	71	31	2,0	0,60	2,89	91
58	Ірша-сmt Володарськ- Волинський	208	60	18,9	2,0	1,13	5,19	98	60	49	2,0	0,78	3,63	179
59	Ірша-с.Українка	2600	89	161	2,0	0,98	4,51	727	89	43	2,0	0,79	3,67	157
60	Здвиж-с.Гавронщина	837	39	53,3	2,0	0,95	4,83	257	39	34	2,0	0,87	4,02	135
61	Ірпінь-с.Мостище	2840	90	78,7	2,0	1,37	6,39	503	90	28	2,0	0,84	3,89	110
62	Десна-с.Олександрівка	1710	46	217	2,5	0,64	3,17	688	38	108	2,5	0,38	2,14	231
63	Десна-с.Голубея	4770	86	431	2,5	0,58	2,92	1260	43	102	2,5	0,38	2,14	219
64	Десна-м.Брянськ	13700	87	965	2,5	0,65	3,21	3098	82	96	2,5	0,38	2,14	206
65	Десна-с.Розльоти	36300	67	829	2,5	0,70	3,42	2835	67	79	2,5	0,32	1,93	153
66	Десна-с.Вишеньки	37600	33	1479	2,5	0,64	3,17	4688	33	99	2,5	0,30	1,86	183
67	Десна-м.Чернігів	81400	132	1779	2,5	0,89	4,28	7613	132	76	2,5	0,39	2,18	165
68	Десна-с.Літки	88500	43	947	2,5	0,44	2,36	2235	43	63	2,5	0,32	1,93	122
69	Ветма-с.Круча	1370	39	104	2,5	0,70	3,42	357	34	77	2,5	0,52	2,67	204
70	Болва-м.Кіров	2010	20	292	2,5	0,68	3,34	976	20	102	2,5	0,45	2,40	246
71	Болва-с.Псур	3210	48	253	2,5	0,42	2,29	579	43	80	2,5	0,34	2,00	159
72	Снежесть-м.Карачев	282	38	48,0	2,5	0,52	2,67	128	33	103	2,5	0,48	2,51	260
73	Навля-сmt Навля	1560	37	150	2,5	0,67	3,29	493	32	78	2,5	0,48	2,51	197
74	Неруса-с.Радогощ	1020	25	116	2,5	1,03	4,92	569	20	71	2,5	0,65	3,21	227
75	Сєв-с.Новоямське	1150	33	106	2,5	0,68	3,34	353	28	61	2,5	0,56	2,84	174
76	Соля-с.Мальцево	39,4	34	1,6	2,5	0,85	4,10	7	34	39	2,5	0,68	3,34	132

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	п, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	п, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
77	Судость-с.мт Погар	5180	41	401	2,5	0,71	3,47	1392	36	67	2,5	0,52	2,67	179
78	Коста-с.Глазово	150	36	38,1	2,5	0,70	3,42	130	31	107	2,5	0,55	2,80	300
79	Рожок-с.Красне	60,0	31	15,5	2,5	0,75	3,65	57	25	79	2,5	0,65	3,21	253
80	Івотка-с.Івот	1260	57	68,5	2,5	0,66	3,25	223	57	51	2,5	0,43	2,32	118
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	83	7,5	2,5	1,01	4,83	36	83	59	2,5	0,65	3,21	190
82	Убідь-с.Кудрівка	970	59	45,1	2,5	0,86	4,60	207	59	44	2,5	0,51	2,63	116
83	Сейм-с.Гущине	375	23	58,7	2,5	1,11	5,31	312	19	43	2,5	0,78	3,78	162
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	50	252	2,5	0,66	3,69	931	45	62	2,5	0,56	3,25	202
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	40	376	2,5	0,66	3,25	1221	35	60	2,5	0,49	2,55	154
86	Сейм-с.Ришково	7460	56	626	2,5	0,79	3,83	2399	56	66	2,5	0,52	2,67	177
87	Сейм-м.Рильськ	18100	49	896	2,5	0,71	3,47	3111	49	70	2,5	0,46	2,44	171
88	Сейм-с.Мутин	25600	90	797	2,5	0,95	4,55	3626	85	71	2,5	0,54	2,75	195
89	Полная-с.Губанівка	333	23	36,4	2,5	0,99	4,73	172	19	59	2,5	0,91	4,37	257
90	Рать-с.Беседіно	630	38	65,9	2,5	0,78	3,78	249	33	62	2,5	0,55	3,21	200
91	Тускар-с.Свобода	1690	27	178	2,5	0,81	3,92	699	22	66	2,5	0,62	3,08	203
92	Тускар-м.Курськ	2380	59	282	2,5	0,69	3,38	952	59	75	2,5	0,54	2,75	207
93	Снова-с.Щурово	781	38	106	2,5	0,49	2,55	271	33	71	2,5	0,56	2,84	200
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	9,50	27	2,79	2,5	0,73	3,56	10	22	43	2,5	0,94	4,50	195
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,20	27	2,08	2,5	0,72	3,51	7	22	52	2,5	0,79	3,83	199
96	Реут-с.Любицька	960	48	103	2,5	0,82	3,96	407	43	67	2,5	0,53	2,71	183
97	Прут-с.Ширково	530	43	45,3	2,5	0,53	2,71	123	38	74	2,5	0,43	2,32	171
98	Свапа-с.Локтіоново	419	31	56,1	2,5	0,68	3,34	187	30	79	2,5	0,54	2,75	217
99	Свапа-с.Михайлівка	2800	26	286	2,5	0,71	3,47	991	21	75	2,5	0,60	3,00	225

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
100	Свапа-с.Старий Город	3690	56	430	2,5	0,74	3,60	1547	56	82	2,5	0,50	2,59	212
101	Усожа-м.Фатєж	364	38	53,5	2,5	0,60	3,00	161	33	71	2,5	0,51	2,63	187
102	Чернь-с.Плоске	96,3	26	32,8	2,5	0,62	3,08	101	21	86	2,5	0,67	3,29	282
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	70	105	2,5	1,37	6,56	687	70	52	2,5	0,72	3,51	181
104	Есмань-с.Ротівка	628	51	55,0	2,5	0,82	3,96	218	51	52	2,5	0,57	3,74	193
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	60	265	2,5	0,89	4,28	1136	60	57	2,5	0,43	2,32	131
106	Ревна-с.Залізний міст	380	19	30,1	2,5	1,18	5,64	170	19	54	2,5	0,81	3,92	212
107	Білоус-с.Кошівка	526	39	28,0	2,5	1,07	5,12	143	39	31	2,5	0,67	3,29	102
108	Остер-с.Кривицьке	2750	39	29,0	2,5	0,77	3,74	108	38	32	2,5	0,79	3,83	123
109	Стугна-с.Здорівка	186	58	7,32	2,0	1,14	5,24	38	58	27	2,0	0,94	4,78	128
110	Трубіж-с.Заворичі	476	27	7,61	2,0	0,66	3,13	24	27	25	2,0	0,75	3,93	99
111	Трубіж-сmt Баришівка (шлюз №7)	1990	68	16,2	2,0	0,78	3,63	59	68	17	2,0	0,76	3,97	68
112	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	3430	59	30,1	2,0	0,74	3,46	104	59	20	2,0	0,59	2,85	58
113	Ільта-с.Селичівка	230	22	2,36	2,0	0,68	3,21	8	22	16	2,0	0,62	2,97	47
114	Недра-сmt Березань (шлюз №2)	789	64	9,33	2,0	0,87	4,02	37	64	16	2,0	0,50	2,51	40
115	Рось-с.Круподеринці	618	66	22,3	2,0	1,11	5,10	114	66	27	2,0	0,75	3,50	95
116	Рось-с.Фесюри	3900	69	103	2,0	1,17	5,39	554	69	27	2,0	0,79	3,67	98
117	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	36	216	2,0	1,03	4,74	1026	36	26	2,0	0,64	3,05	80
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	87	259	2,0	1,16	5,34	1384	87	26	2,0	0,79	3,67	97
119	Роська-с.Скала	309	36	22,8	2,0	0,75	3,50	80	36	44	2,0	0,60	2,89	128
120	Роставиця-с.Матюші	1390	27	66,7	2,0	0,75	3,50	234	27	35	2,0	0,67	3,17	110

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
121	Росава-сmt Миронівка	846	54	9,3	2,0	2,11	10,66	99	54	10	2,0	1,19	5,48	53
122	Супій-с.Піщане	1900	71	15,9	2,0	1,28	5,92	94	71	15	2,0	0,98	4,51	69
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	51	27,9	2,0	1,84	8,84	247	50	20	2,0	1,14	5,24	105
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	70	6,20	2,0	1,23	5,68	35	70	21	2,0	0,64	3,05	64
125	Сула-с.Зеленківка	427	82	39,5	2,0	0,83	3,84	152	82	53	2,0	0,59	2,85	152
126	Сула-м.Ромни	4020	73	112	2,0	0,90	4,15	466	73	42	2,0	0,53	2,62	109
127	Сула-с.Снітин	6540	40	196	2,0	0,71	3,33	653	40	57	2,0	0,49	2,48	142
128	Сула-м.Лубни	14200	80	194	2,0	1,01	4,65	900	80	40	2,0	0,56	2,74	109
129	Терн-с.Будки	840	38	54,2	2,0	0,70	3,29	178	38	43	2,0	0,48	2,44	106
130	Ромен-м.Ромни	1650	60	25,8	2,0	0,83	3,84	99	60	29	2,0	0,55	2,70	78
131	Удай-м.Прилуки	1520	78	29,2	2,0	0,75	3,50	102	78	44	2,0	0,51	2,55	111
132	Удай-с.Курінька	6120	36	85,9	2,0	0,82	3,80	326	36	37	2,0	0,42	2,23	82
133	Перевід-с.Сасинівка	745	60	5,94	2,0	0,86	3,97	24	60	16	2,0	0,74	3,46	55
134	Многа-с.Вороньки	506	36	61,7	2,0	0,81	3,75	231	36	60	2,0	0,57	2,78	167
135	Сліпорід-с.Олександрівка	527	61	9,7	2,0	0,80	3,71	36	61	20	2,0	0,66	3,13	61
136	Оржиця-с.Маяківка	1950	62	19,4	2,0	1,01	4,65	90	62	17	2,0	0,53	2,62	46
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	70	43,5	2,0	1,26	5,82	253	70	21	2,0	0,84	3,89	82
138	Тясмин-м.Чигирин	4120	28	148	2,0	0,96	4,42	653	28	34	2,0	0,74	3,46	118
139	Серебрянка-с.Балаклія	126	59	4,77	2,0	1,35	6,29	30	58	22	2,0	1,02	4,69	105
140	Псел-м.Обоянь	1100	35	120	2,0	0,89	4,11	493	35	59	2,0	0,56	2,74	161
141	Псел-м.Крупець	4700	46	417	2,0	0,77	3,58	1494	46	68	2,0	0,57	2,78	190
142	Псел-м.Суми	7770	72	253	2,0	1,00	4,60	1163	72	42	2,0	0,62	2,97	126
143	Псел-м.Гадяч	11300	62	230	2,0	1,01	4,65	1070	62	43	2,0	0,50	2,51	108
144	Псел-с.Запсілля	21800	79	296	2,0	0,81	3,75	1111	79	39	2,0	0,53	2,62	102

Продовження таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
145	Піна-сл.Піни	1000	26	64,3	2,0	0,73	3,42	220	25	42	2,0	0,59	2,85	119
146	Суджа-сл.Замістя	972	35	93,4	2,0	0,97	4,47	418	30	60	2,0	0,62	2,97	179
147	Грунь-с.Римарівка	958	31	130	2,0	0,77	3,58	464	31	69	2,0	0,54	2,66	183
148	Хорол-м.Миргород	1740	86	63,7	2,0	1,12	5,15	328	86	41	2,0	0,74	3,46	144
149	Говтва-с.Михнівка	1560	60	65,2	2,0	1,60	7,50	489	60	64	2,0	0,85	3,93	251
150	Ворскла-сmt Яковлево	56	27	11,7	2,0	1,16	5,34	62	27	57	2,0	0,65	3,09	175
151	Ворскла-с.Козінка	1870	52	159	2,0	0,83	3,84	611	52	57	2,0	0,55	2,70	153
152	Ворскла-с.Чернеччина	5790	62	174	2,0	1,00	4,60	803	62	43	2,0	0,59	2,85	124
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	50	165	2,0	0,82	3,80	627	50	33	2,0	0,55	2,70	90
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	30	41,6	2,0	0,91	4,20	175	30	42	2,0	0,62	2,97	126
155	Ворсклиця-с.Березівка	1460	56	83,5	2,0	0,95	4,38	366	56	39	2,0	0,71	3,33	129
156	Мерло-м.Богодухів	309	65	15,9	2,0	1,10	5,05	80	65	38	2,0	0,78	3,63	138
157	Оріль-с.Степанівка	627	28	16,5	2,0	1,38	6,44	106	28	25	2,5	1,17	5,12	126
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	22	71,5	2,0	0,87	4,02	287	22	31	2,5	1,09	5,21	163
159	Оріль-сmt Царичанка	9100	64	136	2,0	1,19	5,48	747	64	25	2,5	0,74	3,60	89
160	Берестова-м.Красноград	1050	55	39,6	2,0	1,04	4,78	189	55	32	2,5	0,74	3,60	116
161	Орчик-с.Чернещина	1310	59	35,0	2,0	1,14	5,24	183	59	28	2,5	0,74	3,60	101
162	Самара-с.Коханівка	1430	54	21,9	2,0	3,46			54	14	2,5	1,29	6,17	84
163	Самара-с.Кочережки	19800	61	105	2,0	1,04	4,78	501	61	12	2,5	0,93	4,46	52
164	Бик-с.Самарське (Іванівка)	1130	20	30,6	2,0	2,44			20	16	2,5	1,41	6,76	110
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	63	22,9	2,0	1,94	9,44	217	63	18	2,5	1,25	5,98	108
166	Вовча-х.Артемівський	120	27	11,8	2,0	1,98	9,68	114	27	43	2,5	1,58	7,10	307
167	Вовча-сmt Покровське	7150	18	61,0	2,0	1,30	6,02	367	18	9,5	2,5	1,03	4,92	47

Кінець таблиці Г.3

№ посту	Річка - пост	Площа водозбору, км ²	n, років	Q _{ср} , м ³ /с	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Q _{1%} , м ³ /с	n, років	Y _{ср} , мм	C _s /C _v	C _v	k _{1%}	Y _{1%} , мм
168	Вовча-сmt Васильківка	11600	83	167	2,0	1,96	9,56	1601	83	14	2,5	1,12	5,35	76
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	67	27,4	2,0	2,54			67	6,2	2,5	2,01	9,79	60
170	Солона-с.Новопавлівка	680	57	14,2	2,0	1,68	7,84	111	57	18	2,5	0,97	4,64	86
171	Гайчур-с.Андріївка	2100	71	31,9	2,0	2,79			71	11	2,5	1,42	6,81	74
172	Мала Терса-с.Троїцьке	750	58	10,4	2,0	2,09	10,00	104	58	13	2,5	1,14	5,45	71
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	28	15,2	2,0	1,37	6,39	97	28	18	2,5	1,11	5,31	97
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	58	7,45	2,0	1,40	6,55	49	58	17	2,5	0,84	4,05	69
175	Мокра Сура-сmt Кринички	389	52	12,4	2,0	1,69	7,88	97	51	11	2,5	1,21	5,78	63
176	Кінська-м.Пологи	353	55	5,45	2,0	1,76	8,36	46	55	12	2,5	0,82	3,96	49
177	Базавлук-с.Катерино- Наталівка	1050	35	25,2	2,0	1,36	6,34	160	35	11	2,5	1,13	5,40	59
178	Інгулець-с.Олександро- Степанівка	1400	54	70,7	2,0	1,11	5,10	360	53	33	2,5	0,87	4,19	138
179	Інгулець-с.Іскрівка	4410	31	180	2,0	0,98	4,51	814	31	18	2,5	1,10	5,26	95
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	54	163	2,0	1,33	6,18	1005	54	19	2,5	1,20	5,73	111
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	61	184	2,0	1,11	5,10	936	61	20	2,5	1,07	5,12	101

Таблиця Г.4 – Максимальні снігозапаси

Індекс	Метеорологічна станція (пост)	Довжина ряду n, років	$\bar{S}_m$, мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
				C_v	C_s	$r(1)$	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
26795	Спас-Деменський	56	81	0,46	0,86	0,17	1,80	0,46	0,90	1,90
26882	Рославль	56	81	0,47	0,21	0,40	0,40	0,48	0,25	0,50
80148	Псур	55	97	0,41	0,06	0,06	0,10	0,40	0,12	0,30
26894	Жуківка	56	76	0,51	0,74	0,21	1,40	0,51	0,78	1,50
26898	Брянськ	56	85	0,45	0,57	0,23	1,30	0,44	0,60	1,30
27901	Карачев	56	80	0,48	1,23	0,14	2,60	0,47	1,36	2,90
-	Почеп	54	62	0,54	0,73	0,26	1,40	0,54	0,77	1,40
26985	Унеча	55	72	0,49	0,52	0,05	1,10	0,49	0,54	1,10
26996	Навля	56	79	0,47	0,53	0,26	1,10	0,46	0,55	1,20
26997	Трубчевськ	56	64	0,58	1,14	0,23	2,00	0,58	1,24	2,10
80160	Радогощ	53	62	0,60	0,93	0,19	1,60	0,60	0,99	1,70
34003	Понирі	56	90	0,45	0,58	0,11	1,30	0,45	0,60	1,30
33049	Семенівка	56	56	0,54	1,05	0,18	2,00	0,54	1,13	2,10
80165	Ново-Ямське	56	54	0,62	1,16	0,28	1,90	0,62	1,26	2,00
34005	Фатеж	56	67	0,52	0,97	-0,01	1,90	0,52	1,03	2,00
80122	Новгород-Сіверський	56	55	0,73	1,46	0,41	2,00	0,74	1,70	2,30
33058	Хутор Дружби	55	68	0,52	0,94	-0,01	1,80	0,52	1,01	2,00
33136	Щорс	56	52	0,74	1,34	0,48	1,80	0,76	1,58	2,10
33146	Покошичі	55	75	0,60	0,95	0,27	1,60	0,61	1,05	1,70
34009	Курськ	53	79	0,51	0,65	0,00	1,30	0,51	0,68	1,30
34112	Тім	55	77	0,51	1,49	-0,17	2,90	0,51	1,69	3,30
33156	Глухів	56	57	0,69	1,18	0,10	1,70	0,70	1,28	1,80
34101	Льгов	56	57	0,58	0,64	0,01	1,10	0,58	0,67	1,20
33166	Рильск	56	58	0,64	1,10	0,13	1,70	0,65	1,19	1,80
80127	Макошино	56	42	0,77	1,41	0,33	1,80	0,78	1,63	2,10
80209	Мутин	55	56	0,65	0,80	0,22	1,20	0,66	0,86	1,30

Продовження таблиці Г.4

Індекс	Метеорологічна станція (пост)	Довжина ряду n, років	$\bar{S}_m$, мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
				C_v	C_s	$r(1)$	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
34110	Богородицьке Феніно	54	62	0,65	2,10	0,08	3,20	0,65	2,60	4,00
33075	Любешів	56	37	0,77	0,60	0,22	0,80	0,79	0,67	0,80
33067	Світязь	56	31	0,73	0,60	0,18	0,80	0,74	0,62	0,80
33173	Ковель	56	34	0,70	0,69	0,20	1,00	0,70	0,73	1,00
33088	Сарни	56	33	0,70	0,92	0,12	1,30	0,71	0,97	1,40
33203	Олевськ	56	47	0,65	0,42	0,37	0,60	0,66	0,46	0,70
33213	Овруч	56	55	0,67	0,58	0,41	0,90	0,68	0,62	0,90
79405	Ягідне	56	30	0,86	0,63	0,20	0,70	0,87	0,66	0,80
33177	Володимир-Волинський	56	31	0,81	0,69	0,23	0,80	0,82	0,82	0,90
33215	Коростень	56	46	0,71	0,53	0,51	0,70	0,72	0,58	0,80
33187	Луцьк, АМСГ	56	36	0,73	0,51	0,19	0,70	0,73	0,54	0,70
33312	Новоград-Волинський	56	46	0,74	0,60	0,14	0,80	0,75	0,63	0,80
79555	Броники	56	42	0,64	0,35	0,17	0,50	0,64	0,38	0,60
80088	Володарськ-Волинський	56	40	0,67	0,45	0,34	0,70	0,68	0,48	0,70
33228	Тетерів	56	53	0,68	0,90	0,35	1,30	0,69	0,99	1,40
33296	Дубно	56	36	0,61	0,48	0,16	0,80	0,61	0,51	0,80
33297	Броди	56	46	0,70	0,54	0,29	0,80	0,71	0,58	0,80
33299	Кременець	56	41	0,67	0,53	-0,07	0,80	0,67	0,55	0,80
33317	Шепетівка	56	56	0,65	0,20	-0,03	0,30	0,65	0,24	0,40
33421	Ямпіль	56	49	0,70	0,60	0,14	0,90	0,70	0,63	0,90
80073	Троща	56	41	0,72	0,34	0,12	0,50	0,72	0,37	0,50
80084	Городківка	56	44	0,73	0,47	0,25	0,60	0,74	0,49	0,70
33446	Білопілля	56	52	0,65	0,81	0,13	1,30	0,65	0,85	1,30
33339	Фастів	53	52	0,66	0,52	0,21	0,80	0,66	0,55	0,80
33464	Біла Церква	53	48	0,72	0,97	0,35	1,30	0,73	1,07	1,50

Кінець таблиці Г.4

Індекс	Метеорологічна станція (пост)	Довжина ряду n, років	$\bar{S}_m$, мм	Метод моментів				Метод найбіл. правдоподіб.		
				C_v	C_s	$r(1)$	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
33466	Миронівка (Старченкове)	56	44	0,78	1,41	0,31	1,80	0,80	1,64	2,10
80292	Круподеренці	54	43	0,80	0,92	0,28	1,20	0,81	0,98	1,20
34109	Обоянь	56	64	0,57	0,65	0,01	1,1	0,57	0,67	1,20
33261	Конотоп	56	52	0,72	1,53	0,15	2,1	0,72	1,74	2,4
33275	Суми, АМСГ	56	55	0,74	0,79	0,01	1,1	0,75	0,83	1,1
33246	Ніжин	55	50	0,83	1,53	0,42	1,8	0,84	1,75	2,1
33268	Ромни	53	67	0,71	0,77	0,05	1,1	0,71	0,81	1,1
33362	Прилуки	55	54	0,69	1,17	0,29	1,7	0,7	1,32	1,9
33382	Лебедин	56	48	0,71	1,08	0,13	1,50	0,72	1,17	1,60
33376	Гадяч	56	52	0,76	0,98	0,15	1,30	0,77	1,04	1,40
33377	Лубни	53	56	49,36	0,89	1,17	0,24	1,30	0,90	1,29
80432	Миргород	54	46	34,75	0,75	1,20	0,25	1,60	0,76	1,32
33506	Полтава	54	52	38,59	0,75	0,92	0,12	1,20	0,76	0,98
33495	Веселий Поділ	56	40	31,22	0,77	1,17	0,23	1,50	0,78	1,27
34401	Красноград	54	46	31,42	0,69	1,36	0,00	2,00	0,69	1,52
34409	Лозова	53	46	43,53	0,96	2,45	-0,11	2,60	1,00	3,18
34407	Губініха	53	43	55,50	1,28	3,73	-0,06	2,90	1,39	5,70
34502	Павлоград	53	29	24,01	0,83	1,67	-0,04	2,00	0,84	1,96
34505	Синельникове	55	36	31,41	0,89	1,94	0,001	2,20	0,90	2,34
34514	Красноармійське	54	41	32,10	0,78	1,38	-0,05	1,80	0,79	1,55
33723	Комісарівка	56	33	26,76	0,82	1,75	-0,04	2,10	0,83	2,05
34509	Чаплине	56	35	31,89	0,92	1,73	-0,01	1,90	0,93	2,02
34606	Гуляй Поле	56	27	24,72	0,93	2,48	0,09	2,70	0,96	3,19
34615	Волноваха	56	43	42,24	0,99	4,11	0,06	4,10	1,09	6,42

ДОДАТОК Д

Максимальні снігозапасів та опади під час весняного водопілля в басейні р. Дніпро

(в межах України)

Таблиця Д.1 – Розрахунок сумарного надходження води на водозбір в період весняного водопілля та коефіцієнтів стоку в басейні р.Дніпро (в межах України)

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	f_l , в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_v)_{\text{карт}}$ а	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{I\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	$Y_{I\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
16	Прип'ять-с.Річиця	3,34	32	0,32	34	0,77	0,46	1,23	52	64	3,38	332	137	0,41	0,40	3,4
17	Прип'ять-с.Люб'язь	3,79	34	0,26	36	0,75	0,33	1,22	59	72	3,30	356	104	0,29	0,30	2,5
18	Вижівка-с.Руда	2,15	31	0,16	32	0,79	0,20	1,21	37	44	3,45	264	135	0,51	0,50	2,6
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	2,86	31	0,21	32	0,78	0,30	1,22	45	55	3,41	298	140	0,47	0,45	4,2
20	Тур'я-с.Ягідне	2,70	30	0,18	31	0,80	-0,10	1,18	43	51	3,49	287	109	0,38	0,40	5,0
21	Тур'я-м.Ковель	3,17	30	0,17	31	0,80	0,01	1,19	50	59	3,49	314	107	0,34	0,38	11,1
22	Тур'я-с.Бузаки	3,42	32	0,2	33	0,79	0,20	1,21	53	64	3,45	337	98	0,29	0,30	2,9
23	Стохід-с.Малинівка	2,84	31	0,08	32	0,80	-0,05	1,19	45	53	3,49	296	99	0,33	0,40	19,9
24	Стохід-с.Гулівка	3,15	34	0,19	35	0,80	0,02	1,19	49	59	3,49	328	255	0,78	0,80	2,8
25	Стохід-с.мт Любешів	3,47	35	0,35	38	0,75	0,28	1,21	54	66	3,30	341	158	0,46	0,50	7,8
26	Стир-с.Щуровичі	3,31	35	0,26	37	0,78	-0,89	1,11	52	57	3,41	322	130	0,41	0,40	1,4
27	Стир-м.Луцьк	3,86	35	0,16	36	0,75	-0,67	1,13	60	69	3,30	346	109	0,32	0,38	20,4
28	Стир-с.Млинок	4,04	35	0,24	37	0,77	-0,24	1,17	64	75	3,38	376	100	0,27	0,30	12,5
29	Радоставка-с.Трійця	2,50	33	0,16	34	0,80	-0,91	1,11	41	45	3,49	277	128	0,46	0,40	13,4
30	Іква-с.Великі Млинівці	2,80	38	0,14	39	0,75	-0,98	1,11	44	49	3,30	292	91	0,31	0,35	11,9
31	Іква-Млинівська ГЕС	3,29	37	0,2	39	0,75	-0,76	1,13	51	58	3,30	318	99	0,31	0,35	12,0
32	Горинь-с.мт Ямпіль	3,15	42	0,04	42	0,71	-1,13	1,09	49	54	3,15	303	101	0,34	0,35	4,4
33	Горинь-с.Оженин	3,77	45	0,17	47	0,67	-0,93	1,11	59	65	3,01	337	98	0,29	0,30	3,5

Продовження таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$, мм	$f_{\text{л}}$, в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$, мм	$(C)_{\text{карта}}$	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{I\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	$Y_{I\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
34	Горинь-с.Деражне	3,96	40	0,12	41	0,68	-0,68	1,13	62	71	3,04	339	110	0,32	0,32	1,0
35	Вирка-с.Сварині	2,37	36	0,31	38	0,75	0,28	1,21	39	48	3,30	283	297	1,00	1,00	0,0
36	Случ-с.Велика Клітна	2,37	48	0,03	48	0,68	-1,30	1,08	39	42	3,04	275	150	0,55	0,50	8,4
37	Случ-с.Громада	3,39	50	0,04	50	0,67	-1,22	1,09	53	57	3,01	325	113	0,35	0,38	9,3
38	Случ-м.Новоград- Волинський	3,87	50	0,11	51	0,65	-0,87	1,12	61	68	2,94	350	127	0,36	0,38	5,0
39	Случ-м.Сарни	4,12	45	0,17	47	0,65	-0,52	1,15	65	75	2,94	357	164	0,46	0,48	4,2
40	Хомора-сmt Понінка	3,15	50	0,11	51	0,66	-0,97	1,11	49	55	2,97	314	137	0,44	0,42	3,8
41	Тня-с.Броники	2,99	48	0,16	50	0,65	-0,57	1,14	47	54	2,94	304	178	0,59	0,60	2,5
42	Смілка-с.Сусли	2,80	50	0,30	53	0,65	-0,63	1,14	44	51	2,94	305	164	0,54	0,55	1,9
43	Льва-с.Осницьк	2,44	39	0,47	43	0,68	0,17	1,20	40	48	3,04	277	210	0,76	0,80	5,3
44	Уборть-с.Рудня- Іванівська	2,89	45	-	45	0,65	-0,15	1,18	46	54	2,94	290	208	0,72	0,80	11,8
45	Уборть-с.Перга	3,46	44	0,67	50	0,65	-0,94	1,11	54	60	2,94	323	170	0,52	0,52	0,9
46	Уж-м.Коростень	3,16	44	0,28	47	0,67	-0,21	1,17	49	58	3,01	315	138	0,44	0,48	9,4
47	Уж-сmt Поліське	3,76	43	0,21	45	0,67	-0,03	1,19	59	70	3,01	345	159	0,46	0,48	4,2
48	Жерів-с.В'язівка	3,13	45	0,50	50	0,68	0,17	1,20	49	59	3,04	331	178	0,54	0,52	3,5
49	Норин-с.Славенщина	2,91	48	0,13	49	0,68	0,28	1,21	46	56	3,04	319	165	0,52	0,55	6,2
50	Грезля-уроч.Брід	2,74	50	0,5	55	0,70	0,42	1,23	44	54	3,11	339	240	0,71	0,70	1,2
51	Ілля-с.Луб'янка	2,48	50	0,52	55	0,70	0,37	1,22	40	49	3,11	326	189	0,58	0,55	5,3
52	Тетерів-с.Троца	2,36	49	0,08	50	0,67	-1,16	1,09	39	43	3,01	278	87	0,31	0,40	27,8
53	Тетерів-Житомир	3,72	45	0,16	47	0,68	-0,96	1,11	58	64	3,04	337	124	0,37	0,40	8,6
54	Тетерів-с.Макалевичі	3,90	40	0,21	42	0,70	-0,82	1,12	61	69	3,11	343	175	0,51	0,50	2,1
55	Тетерів-сmt Іванків	4,09	40	-	40	0,70	-0,66	1,13	65	73	3,11	353	109	0,31	0,35	12,8
56	Гнилоп'ять- с.Головенка	3,08	42	0,09	43	0,70	-1,11	1,10	48	53	3,11	297	122	0,41	0,40	2,4

Продовження таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$, мм	f_n , в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$, мм	$(C_v)_{\text{карт}}$ а	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{I\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	$Y_{I\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
57	Гуйва-с.Городківка	2,50	42	0,06	43	0,70	-1,19	1,09	41	44	3,11	270	91	0,34	0,37	10,3
58	Ірша-сmt Володарськ- Волинський	2,32	41	0,05	41	0,68	-0,48	1,15	39	44	3,04	261	179	0,68	0,60	12,3
59	Ірша-с.Українка	3,42	40	0,20	42	0,70	-0,35	1,16	53	62	3,11	322	157	0,49	0,50	2,3
60	Здвиж-с.Гавронщина	2,92	50	0,04	50	0,70	-0,69	1,13	46	52	3,11	319	135	0,42	0,40	5,4
61	Ірпінь-сmt Гостомель	3,45	50	0,27	53	0,72	-0,75	1,13	54	61	3,19	362	110	0,30	0,30	1,0
62	Десна-с.Олександрівка	3,23	80	0,16	83	0,47	3,34	1,47	50	74	2,32	364	231	0,63	0,60	5,3
63	Десна-с.Голубея	3,68	82	0,27	87	0,47	3,05	1,45	57	83	2,32	394	219	0,56	0,58	4,5
64	Десна-м.Брянськ	4,14	87	0,40	94	0,45	2,87	1,43	66	94	2,26	426	206	0,48	0,50	3,6
65	Десна-с.Розльоти	4,56	70	0,30	74	0,50	2,20	1,38	74	102	2,42	427	153	0,36	0,40	11,7
66	Десна-с.Вишеньки	4,58	70	-	70	0,55	2,08	1,37	75	102	2,59	445	183	0,41	0,40	2,9
67	Десна-м.Чернігів	4,91	60	-	60	0,55	1,79	1,34	82	110	2,59	441	165	0,37	0,40	6,8
68	Десна-с.Літки	4,95	60	-	60	0,60	1,70	1,33	83	111	2,76	471	122	0,26	0,30	16,1
69	Ветьма-с.Круча	3,14	85	0,61	96	0,49	2,66	1,42	49	69	2,39	395	204	0,52	0,50	3,3
70	Болва-м.Кіров	3,30	87	0,34	93	0,43	3,17	1,46	51	75	2,19	369	246	0,67	0,70	5,1
71	Болва-с.Псур	3,51	90	0,44	98	0,42	2,97	1,44	55	79	2,16	383	159	0,42	0,50	20,1
72	Снєжесь-м.Карачев	2,45	79	0,05	80	0,48	2,08	1,37	40	55	2,35	317	260	0,82	0,80	2,5
73	Навля-сmt Навля	3,19	70	0,15	72	0,50	1,78	1,34	50	67	2,42	337	197	0,58	0,55	5,8
74	Неруса-с.Радогощ	3,01	62	0,23	65	0,60	-0,49	1,15	47	54	2,76	329	227	0,69	0,70	1,7
75	Сєв-с.Новоямське	3,06	60	0,13	62	0,65	1,02	1,28	48	61	2,94	361	174	0,48	0,45	6,5
76	Соля-с.Мальцево	1,61	61	0,96	73	0,56	1,61	1,33	31	42	2,62	301	132	0,44	0,40	8,7
77	Судость-сmt Погар	3,71	65	0,16	67	0,55	1,92	1,35	58	79	2,59	377	179	0,47	0,50	5,6
78	Коста-с.Глазово	2,18	68	0,01	68	0,54	2,08	1,37	37	51	2,56	304	300	0,99	0,90	8,6
79	Рожок-с.Красне	1,79	72	0,08	73	0,51	2,15	1,37	33	45	2,45	290	253	0,87	0,80	8,0
80	Івотка-с.Івот	3,10	60	0,3	64	0,65	0,94	1,27	49	62	2,94	369	118	0,32	0,38	18,9
81	Головесня-с.Покошичі	1,48	70	0,13	72	0,65	0,78	1,26	30	38	2,94	323	190	0,59	0,60	2,2

Продовження таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	$f_{\text{л}}$, в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_v)_{\text{карт}}$ а	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{I\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	$Y_{I\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
82	Убідь-с.Кудрівка	2,99	60	0,22	63	0,67	0,81	1,26	47	59	3,01	367	116	0,32	0,38	19,9
83	Сейм-с.Гущине	2,58	67	0,02	67	0,57	0,25	1,21	42	50	2,66	313	162	0,52	0,50	3,1
84	Сейм-с.Зуєвка	3,37	68	0,03	68	0,57	0,32	1,22	52	64	2,66	352	202	0,58	0,50	13,1
85	Сейм-с.Леб'яже	3,69	70	0,04	71	0,55	0,49	1,23	58	71	2,59	366	154	0,42	0,50	19,2
86	Сейм-с.Ришково	3,87	70	0,05	71	0,50	0,73	1,25	61	76	2,42	355	177	0,50	0,50	0,6
87	Сейм-м.Рильськ	4,26	70	0,05	71	0,53	0,76	1,25	68	85	2,52	393	171	0,44	0,50	14,8
88	Сейм-с.Мутин	4,41	60	0,06	61	0,60	0,89	1,27	71	90	2,76	416	195	0,47	0,50	6,6
89	Полная-с.Губанівка	2,52	70	0,06	71	0,56	0,36	1,22	41	50	2,62	317	257	0,81	0,80	1,2
90	Рать-с.Беседіно	2,80	70	0,06	71	0,50	0,73	1,25	44	56	2,42	306	200	0,65	0,60	7,9
91	Тускар-с.Свобода	3,23	70	0,04	71	0,50	1,10	1,28	50	65	2,42	327	203	0,62	0,65	4,7
92	Тускар-м.Курськ	3,38	70	0,05	71	0,50	1,00	1,28	53	67	2,42	333	207	0,62	0,65	4,6
93	Снова-с.Щурово	2,89	70	0,02	70	0,50	1,24	1,30	46	59	2,42	313	200	0,64	0,67	4,8
94	лог Мересьє- х.Олексіївський	1,02	65	0,08	66	0,55	0,63	1,24	26	33	2,59	255	195	0,76	0,75	1,9
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	0,86	65	0,15	67	0,55	0,63	1,24	25	31	2,59	254	199	0,79	0,80	1,8
96	Реут-с.Любицька	2,98	60	0,06	61	0,55	0,49	1,23	47	58	2,59	307	183	0,60	0,60	0,8
97	Прут-с.Ширково	2,73	60	0,14	62	0,55	0,83	1,26	44	55	2,59	302	171	0,57	0,52	8,3
98	Свапа-с.Локтіоново	2,62	70	0,06	71	0,50	1,32	1,30	42	55	2,42	305	217	0,71	0,70	1,7
99	Свапа-с.Михайлівка	3,45	65	0,09	66	0,54	1,29	1,30	54	70	2,56	348	225	0,65	0,65	0,5
100	Свапа-с.Старий Город	3,57	63	0,11	64	0,55	1,28	1,30	56	72	2,59	354	212	0,60	0,60	0,4
101	Усожа-м.Фатєж	2,56	70	0,04	71	0,50	1,32	1,30	41	54	2,42	302	187	0,62	0,65	4,6
102	Чернь-с.Плоске	1,99	65	0,05	66	0,55	1,37	1,31	35	46	2,59	289	282	0,98	0,90	8,0
103	Клевень-с.Шарпівка	3,39	60	0,07	61	0,68	0,63	1,24	53	66	3,04	385	181	0,47	0,50	6,2
104	Есмань-с.Ротівка	2,80	60	0,15	62	0,69	0,63	1,24	44	55	3,08	361	193	0,54	0,50	6,6
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	3,85	60	0,16	62	0,63	1,21	1,29	60	78	2,87	402	131	0,33	0,38	16,3

Продовження таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	f_l , в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_p)_{\text{карта}}$	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{1\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{1\%}$ мм	$Y_{1\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
106	Ревна-с.Залізний міст	2,58	60	0,14	62	0,61	1,27	1,30	42	54	2,80	325	212	0,65	0,60	8,0
107	Білоус-с.Кошівка	2,72	60	0	60	0,80	0,65	1,25	43	54	3,49	398	102	0,25	0,30	17,7
108	Остер-с.Кривицьке	3,44	50	0,12	51	0,78	0,03	1,19	54	64	3,41	393	123	0,31	0,30	4,4
109	Стугна-с.Здорівка	2,27	50	0,14	51	0,73	-0,85	1,12	38	43	3,22	303	128	0,42	0,40	5,0
110	Трубіж-с.Заворичі	2,68	50	0,06	51	0,80	-0,21	1,17	43	50	3,49	352	99	0,28	0,22	22,1
111	Трубіж-с.мт Баришівка	3,30	50	0,12	51	0,80	-0,39	1,16	51	59	3,49	386	68	0,18	0,20	14,1
112	Трубіж-м.Переяслав-	3,54	50	0,11	51	0,80	-0,54	1,14	55	63	3,49	398	58	0,15	0,15	3,1
113	Ільта-с.Селичівка	2,36	50	0,03	50	0,80	-0,64	1,14	39	44	3,49	331	47	0,14	0,15	5,8
114	Недра-с.мт Березань (шлюз №2)	2,90	50	0,08	51	0,80	-0,48	1,15	46	53	3,49	361	40	0,11	0,15	36,0
115	Рось-с.Круподеринці	2,79	50	0,08	51	0,70	-1,50	1,06	44	47	3,11	305	95	0,31	0,30	3,5
116	Рось-с.Фесюри	3,59	50	0,08	51	0,72	-1,59	1,05	56	59	3,19	351	98	0,28	0,30	7,2
117	Рось-Стеблівська	4,00	50	0,1	51	0,75	-1,40	1,07	63	68	3,30	391	80	0,21	0,25	21,6
118	Рось-м.Корсунь- Шевченківський	4,01	50	0,1	51	0,77	-1,39	1,07	63	68	3,38	402	97	0,24	0,25	3,5
119	Роська-с.Скала	2,49	50	0,09	51	0,70	-1,71	1,04	41	42	3,11	290	128	0,44	0,40	9,5
120	Роставиця-с.Матюші	3,14	45	0,06	46	0,70	-1,25	1,08	49	53	3,11	307	110	0,36	0,35	2,5
121	Росава-с.мт Миронівка	2,93	50	0,04	50	0,78	-1,22	1,09	46	50	3,41	343	53	0,16	0,20	28,3
122	Супій-с.Піщане	3,28	50	0,04	50	0,88	-0,73	1,13	51	58	3,81	412	69	0,17	0,20	18,7
123	Вільшанка-с.Мліїв	2,88	50	0,09	51	0,80	-1,77	1,04	45	47	3,49	343	105	0,31	0,30	2,0
124	Золотоношка-	2,64	50	0,03	50	0,85	-1,12	1,09	42	46	3,69	357	64	0,18	0,20	12,1
125	Сула-с.Зеленківка	2,63	60	0,04	61	0,75	-0,16	1,18	42	50	3,30	364	152	0,42	0,40	4,5
126	Сула-м.Ромни	3,60	60	0,05	61	0,75	-0,05	1,19	56	67	3,30	420	109	0,26	0,28	8,1
127	Сула-с.Снітин	3,82	60	0,05	61	0,76	-0,38	1,16	60	69	3,34	434	142	0,33	0,30	8,3
128	Сула-м.Лубни	4,15	55	0,07	56	0,78	-0,45	1,15	66	76	3,41	449	109	0,24	0,30	23,2
129	Терн-с.Будки	2,92	60	0,03	60	0,75	-0,97	1,11	46	51	3,30	368	106	0,29	0,30	4,0

Продовження таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	f_l , в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_v)_{\text{карта}}$	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{I\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$ мм	$Y_{I\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
130	Ромен-м.Ромни	3,22	60	0,04	61	0,77	-0,06	1,18	50	59	3,38	406	78	0,19	0,20	4,3
131	Удай-м.Прилуки	3,18	50	0,11	51	0,78	-0,20	1,17	50	58	3,41	373	111	0,30	0,30	0,7
132	Удай-с.Курінька	3,79	50	0,08	51	0,80	-0,43	1,15	59	68	3,49	416	82	0,20	0,20	2,1
133	Перевід-с.Сасинівка	2,87	50	0,02	50	0,82	-0,48	1,15	45	52	3,57	366	55	0,15	0,15	0,2
134	Многа-с.Вороньки	2,71	52	0,08	53	0,90	-0,70	1,13	43	49	3,89	396	167	0,42	0,40	5,4
135	Сліпорід-с.Олександрівка	2,72	50	0,01	50	0,90	-0,91	1,11	43	48	3,89	383	61	0,16	0,20	25,1
136	Оржиця-с.Маяківка	3,29	50	0,08	51	0,88	-0,87	1,12	51	57	3,81	412	46	0,11	0,15	34,9
137	Тясмин-с.Велика	3,25	40	0,14	41	0,80	-2,03	1,02	51	52	3,49	324	82	0,25	0,30	18,5
138	Тясмин-м.Чигирин	3,62	40		40	0,80	-1,89	1,03	56	58	3,49	342	118	0,34	0,30	13,0
139	Серебрянка-с.Балаклія	2,10	40	0,02	40	0,80	-1,83	1,03	36	38	3,49	271	105	0,39	0,40	3,6
140	Псел-м.Обоянь	3,04	65	0,04	66	0,62	0,15	1,20	48	57	2,83	348	161	0,46	0,50	8,1
141	Псел-м.Крупець	3,67	65	0,04	66	0,61	0,05	1,19	57	68	2,80	375	190	0,51	0,50	1,1
142	Псел-м.Суми	3,89	61	0,06	62	0,63	0,13	1,20	61	73	2,87	388	126	0,32	0,35	8,1
143	Псел-м.Гадяч	4,05	55	0,09	56	0,69	-0,13	1,18	64	75	3,08	405	108	0,27	0,30	12,9
144	Псел-с.Запсілля	4,34	55	0,08	56	0,75	-0,65	1,13	70	79	3,30	445	102	0,23	0,30	31,5
145	Піна-сл.Піни	3,00	62	0,04	63	0,65	-0,08	1,18	47	56	2,94	348	119	0,34	0,40	17,0
146	Суджа-сл.Замістя	2,99	60	0,05	61	0,60	0,28	1,21	47	57	2,76	325	179	0,55	0,55	0,1
147	Грунь-с.Римарівка	2,98	55	0,03	55	0,75	-0,39	1,16	47	54	3,30	362	183	0,51	0,50	1,4
148	Хорол-м.Миргород	3,24	55	0,05	56	0,77	-0,64	1,14	51	57	3,38	382	144	0,38	0,40	6,4
149	Говтва-с.Михнівка	3,19	45	0,02	45	0,85	-1,27	1,08	50	54	3,69	366	251	0,68	0,60	12,4
150	Ворскла-свт Яковлево	1,76	64	0,04	65	0,62	-0,20	1,17	33	38	2,83	291	175	0,60	0,60	0,2
151	Ворскла-с.Козінка	3,27	61	0,07	62	0,68	-0,39	1,16	51	59	3,04	368	153	0,42	0,45	8,1
152	Ворскла-с.Чернеччина	3,76	58	0,09	59	0,68	-0,46	1,15	59	68	3,04	386	124	0,32	0,38	18,4
153	Ворскла-м.Кобеляки	4,13	55	0,1	56	0,80	-0,99	1,11	65	72	3,49	449	90	0,20	0,20	0,5
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	2,79	58	0,11	59	0,67	-0,31	1,16	44	52	3,01	334	126	0,38	0,35	7,3

Продолжение таблиці Д.1

№ з/П	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	f_l , в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_v)_{\text{карта}}$	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{1\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{1\%}$ мм	$Y_{1\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
155	Ворсклиця-с.Березівка	3,16	56	0,12	57	0,68	-0,38	1,16	49	57	3,04	349	129	0,37	0,35	5,2
156	Мерло-м.Богодухів	2,49	55	0,1	56	0,71	-0,81	1,12	41	46	3,15	320	138	0,43	0,40	7,2
157	Оріль-с.Степанівка	2,80	44	0	44	1,00	-1,73	1,04	44	46	4,30	388	126	0,32	0,35	8,2
158	Оріль-с.Чорноглазівка	3,20	43	0,01	43	1,00	-1,83	1,03	50	52	4,30	408	163	0,40	0,40	0,2
159	Оріль-с.мт Царичанка	3,96	45	0,01	45	0,91	-1,72	1,04	62	65	3,93	433	89	0,21	0,20	2,6
160	Берестова-м.Красноград	3,02	46	0,04	46	0,93	-1,52	1,06	47	50	4,01	388	116	0,30	0,30	0,2
161	Орчик-с.Чернещина	3,12	47	0,02	47	0,88	-1,46	1,07	49	52	3,81	378	101	0,27	0,30	12,7
162	Самара-с.Коханівка	3,16	40	0,01	40	0,95	-2,33	0,99	49	49	4,10	365	84	0,23	0,30	29,6
163	Самара-с.Кочережки	4,30	40	0,03	40	0,95	-2,88	0,95	69	65	4,10	431	52	0,12	0,15	23,3
164	Бик-с.Самарське	3,05	40	0,01	40	0,92	-2,62	0,97	48	46	3,97	343	110	0,32	0,30	6,5
165	Велика Тернівка- с.Богданівка	2,97	40	0,01	40	0,95	-2,33	0,99	47	46	4,10	354	108	0,30	0,30	1,5
166	Вовча-х.Артемівський	2,08	40	0,06	41	0,95	-2,75	0,96	36	34	4,10	307	307	0,27	0,25	7,4
167	Вовча-с.мт Покровське	3,85	40	0,03	40	0,95	-3,18	0,92	60	56	4,10	393	47	0,12	0,15	26,2
168	Вовча-с.мт Васильківка	4,06	35	0,03	35	0,95	-3,20	0,92	64	59	4,10	386	76	0,20	0,20	1,2
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	3,43	35	0,02	35	1,00	-3,30	0,91	53	49	4,30	360	60	0,17	0,20	18,9
170	Солона-с.Новопавлівка	2,83	40	0,03	40	0,93	-2,81	0,95	45	43	4,01	333	86	0,26	0,25	2,8
171	Гайчур-с.Андріївка	3,32	30	0,01	30	1,00	-3,39	0,90	52	47	4,30	330	74	0,23	0,25	10,8
172	Мала Терса-с.Троїцьке	2,88	30	0,03	30	0,90	-2,75	0,96	45	43	3,89	287	71	0,25	0,28	13,0
173	Середня Терса- ж.Роздолля	2,43	30	0,02	30	0,89	-2,83	0,95	40	38	3,85	262	97	0,37	0,30	19,0
174	Кільчень- с.Олександрівка Перша	2,58	30	0,01	30	0,90	-2,11	1,01	42	42	3,89	281	69	0,25	0,25	1,6

Кінець таблиці Д.1

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$(S_m)_{\text{карта}}$ мм	$f_{\text{л}}$, в частях	$(S_m)_{\text{зв}}$ мм	$(C_v)_{\text{карта}}$	$(\varphi-50)$	K_T	(T_n) , діб	ΣX , мм	$K_{1\%}$	$[(S_m)_{\text{зв}} + \Sigma X] \cdot K_{1\%}$ мм	$Y_{1\%}$, мм	η	$\eta_{\text{карта}}$	$\Delta\eta$
175	Мокра Сура-смет Кринички	2,59	30	0,03	30	0,78	-2,58	0,97	42	41	3,41	241	63	0,26	0,30	15,6
176	Кінська-м.Пологи	2,55	30	0,01	30	1,00	-3,62	0,88	41	36	4,30	286	49	0,17	0,20	16,7
177	Базавлук-с.Катерино- Наталівка	3,02	30	0,02	30	0,78	-2,77	0,95	47	45	3,41	257	59	0,23	0,30	30,4
178	Інгулець-с.Олександрів- Степанівка	3,15	35	0,13	36	0,84	-2,24	1,00	49	49	3,65	311	138	0,44	0,40	9,7
179	Інгулець-с.Іскрівка	3,64	34	0,07	34	0,85	-2,45	0,98	57	56	3,69	333	95	0,29	0,30	5,1
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	3,93	32	0,05	32	0,85	-2,60	0,97	62	60	3,69	340	111	0,33	0,30	8,2
181	Інгулець-с.Могилівка	3,97	30	0,05	30	0,84	-2,73	0,96	62	60	3,65	329	101	0,31	0,30	2,7

± 8,5 %

ДОДАТОК Е

Визначення характеристик схилового припливу

Таблиця Е.1 – Визначення коефіцієнтів часової нерівномірності руслового стоку на річках басейну Дніпра (в межах України)

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
1	Дніпро - с. Неданчичі	103000	5,01	43	1783	0,017	86	100	1,75
3	Дніпро - м.Київ	328000	5,52	94	6657	0,020	83	120	2,54
6	Дніпро - м.Кременчуг	383000	5,58	75	6985	0,018	80	128	2,52
9	Дніпро - р.Верхньодніпровськ	434000	5,64	67	7417	0,017	75	130	2,56
10	Дніпро -сmt Лоцманська Кам'янка	459000	5,66	55	7718	0,017	75	131	2,54
16	Прип'ять-с.Річиця	2210	3,34	53	46,3	0,021	41	54	2,37
17	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	3,79	50	87,0	0,014	34	67	2,41
18	Вижівка-с.Руда	141	2,15	68	5,64	0,040	44	40	3,14
19	Вижівка- сmt Стара Вижівка	722	2,86	73	32,6	0,045	45	46	3,95
20	Тур'я-с.Ягідне	502	2,70	75	14,4	0,029	32	44	3,37
21	Тур'я-м.Ковель	1480	3,17	84	37,7	0,026	34	50	3,25
22	Тур'я-с.Бузаки	2630	3,42	28	74,2	0,028	39	52	3,24
23	Стохід-с.Малинівка	692	2,84	61	17,0	0,025	33	44	2,87
24	Стохід-с.Гулівка	1420	3,15	30	45,1	0,032	50	49	2,71
25	Стохід-сmt Любешів	2970	3,47	68	63,4	0,021	47	59	2,30
26	Стир-с.Щуровичі	2020	3,31	60	48,1	0,024	41	46	2,30
27	Стир-м.Луцьк	7200	3,86	90	128	0,018	40	57	2,18
28	Стир-с.Млинок	10900	4,04	55	138	0,013	39	65	1,83
29	Радоставка-с.Трійця	316	2,50	61	13,6	0,043	47	40	3,15
30	Іква-с.Великі Млинівці	632	2,80	67	18,5	0,029	30	39	3,25

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
31	Іква-Млинівська ГЕС	1960	3,29	30	38,7	0,020	33	43	2,25
32	Горинь-сmt Ямпіль	1400	3,15	76	52,5	0,037	37	44	3,86
33	Горинь-с.Оженин	5860	3,77	70	157	0,027	37	47	2,97
34	Горинь-с.Деражне	9160	3,96	58	175	0,019	40	54	2,20
35	Вирка-с.Сварині	231	2,37	69	8,9	0,038	49	41	2,78
36	Случ-с.Велика Клітна	232	2,37	30	15,0	0,065	50	41	4,56
37	Случ-с.Громада	2480	3,39	87	76,1	0,031	34	45	3,48
38	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	3,87	42	203	0,027	34	50	3,43
39	Случ-м.Сарни	13300	4,12	82	606	0,046	51	52	4,00
40	Хомора-сmt Понінка	1410	3,15	40	65,4	0,046	45	44	3,91
41	Тня-с.Броники	982	2,99	76	62,4	0,064	46	41	4,85
42	Смілка-с.Сусли	632	2,80	71	35,1	0,056	44	41	4,52
43	Льва-с.Осницьк	276	2,44	58	16,1	0,058	61	39	3,23
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	2,89	40	33,3	0,043	49	44	3,32
45	Уборть-с.Перга	2880	3,46	62	95,4	0,033	51	48	2,70
46	Уж-м.Коростень	1450	3,16	71	68,0	0,047	38	43	4,54
47	Уж-сmt Поліське	5690	3,76	77	312	0,055	48	45	4,41
48	Жерів-с.В'язівка	1360	3,13	19	52,6	0,039	48	42	2,94
49	Норин-с.Славенщина	804	2,91	52	36,4	0,045	54	40	2,91
50	Грезля-уроч.Бхід	553	2,74	16	34,5	0,062	63	37	3,15
51	Ілля-с.Луб'янка	300	2,48	27	14,2	0,047	49	38	3,17
52	Тетерів-с.Троща	227	2,36	64	11,9	0,053	36	40	5,09
53	Тетерів-Житомир	5270	3,72	91	210	0,040	39	48	4,22
54	Тетерів-с.Макалевичі	7890	3,90	53	337	0,043	49	53	3,99
55	Тетерів-сmt Іванків	12400	4,09	31	199	0,016	33	58	2,45

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	3,08	75	47,0	0,039	39	48	4,12
57	Гуйва-с.Городківка	312	2,50	71	14,6	0,047	31	42	5,43
58	Ірша-сmt Володарськ-Волинський	208	2,32	60	18,9	0,091	49	38	6,08
59	Ірша-с.Українка	2600	3,42	89	161	0,062	43	42	5,25
60	Здвиж-с.Гавронщина	837	2,92	39	53,3	0,064	34	35	5,74
61	Ірпінь-сmt Гостомель (с. Мостище)	2840	3,45	90	78,7	0,028	28	46	3,91
62	Десна-с.Олександрівка	1710	3,23	38	217	0,127	108	50	5,08
63	Десна-с.Голубея	4770	3,68	43	431	0,090	102	60	4,59
64	Десна-м.Брянськ	13700	4,14	82	965	0,070	96	66	4,18
65	Десна-с.Розльоти	36300	4,56	67	829	0,023	79	92	2,29
66	Десна-с.Вишеньки	37600	4,58	33	1479	0,039	99	96	3,31
67	Десна-м.Чернігів	81400	4,91	132	1779	0,022	76	103	2,57
68	Десна-с.Літки	88500	4,95	43	947	0,011	63	105	1,54
69	Ветьма-с.Круча	1370	3,14	34	104	0,076	77	49	4,22
70	Болва-м.Кіров	2010	3,30	20	292	0,145	102	46	5,64
71	Болва-с.Псур	3210	3,51	43	253	0,079	80	53	4,53
72	Снежесть-м.Карачев	282	2,45	33	48,0	0,170	103	42	5,97
73	Навля-сmt Навля	1560	3,19	32	150	0,096	78	50	5,30
74	Неруса-с.Радогощ	1020	3,01	20	116	0,113	71	42	5,83
75	Сєв-с.Новоямське	1150	3,06	28	106	0,092	61	48	6,23
76	Соля-с.Мальцево	39,4	1,61	34	1,6	0,041	39	45	4,02
77	Судость-сmt Погар	5180	3,71	36	401	0,077	67	51	5,10
78	Коста-с.Глазово	150	2,18	31	38,1	0,254	107	47	9,64
79	Рожок-с.Красне	60,0	1,79	25	15,5	0,259	79	39	11,08
80	Івотка-с.Івот	1260	3,10	57	68,5	0,054	51	42	3,89

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	1,48	83	7,5	0,255	59	35	13,07
82	Убідь-с.Кудрівка	970	2,99	59	45,1	0,046	44	44	3,99
83	Сейм-с.Гущине	375	2,58	19	58,7	0,156	43	42	13,28
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	3,37	45	252	0,109	62	52	7,85
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	3,69	35	376	0,077	60	50	5,53
86	Сейм-с.Ришково	7460	3,87	56	626	0,084	66	58	6,36
87	Сейм-м.Рильськ	18100	4,26	49	896	0,050	70	68	4,15
88	Сейм-с.Мутин	25600	4,41	85	797	0,031	71	83	3,15
89	Полная-с.Губанівка	333	2,52	19	36,4	0,109	59	43	6,92
90	Рать-с.Беседіно	630	2,80	33	65,9	0,105	62	45	6,54
91	Тускар-с.Свобода	1690	3,23	22	178	0,106	66	47	6,50
92	Тускар-м.Курськ	2380	3,38	59	282	0,118	75	50	6,78
93	Снова-с.Щурово	781	2,89	33	106	0,136	71	44	7,35
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	9,50	1,02	22	2,79	0,293	43	28	16,36
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,20	0,86	22	2,08	0,335	52	30	16,70
96	Реут-с.Любицька	960	2,98	43	103	0,107	67	47	6,45
97	Прут-с.Ширково	530	2,73	38	45,3	0,085	74	49	4,90
98	Свапа-с.Локтіоново	419	2,62	30	56,1	0,134	79	46	6,75
99	Свапа-с.Михайлівка	2800	3,45	21	286	0,102	75	45	5,29
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	1,48	83	7,5	0,255	59	35	13,07
82	Убідь-с.Кудрівка	970	2,99	59	45,1	0,046	44	44	3,99
83	Сейм-с.Гущине	375	2,58	19	58,7	0,156	43	42	13,28
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	3,37	45	252	0,109	62	52	7,85
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	3,69	35	376	0,077	60	50	5,53
86	Сейм-с.Ришково	7460	3,87	56	626	0,084	66	58	6,36

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	n, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
87	Сейм-м.Рильськ	18100	4,26	49	896	0,050	70	68	4,15
88	Сейм-с.Мутин	25600	4,41	85	797	0,031	71	83	3,15
89	Полная-с.Губанівка	333	2,52	19	36,4	0,109	59	43	6,92
90	Рать-с.Беседіно	630	2,80	33	65,9	0,105	62	45	6,54
91	Тускар-с.Свобода	1690	3,23	22	178	0,106	66	47	6,50
92	Тускар-м.Курськ	2380	3,38	59	282	0,118	75	50	6,78
93	Снова-с.Щурово	781	2,89	33	106	0,136	71	44	7,35
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	9,50	1,02	22	2,79	0,293	43	28	16,36
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	6,20	0,86	22	2,08	0,335	52	30	16,70
96	Реут-с.Любицька	960	2,98	43	103	0,107	67	47	6,45
97	Прут-с.Ширково	530	2,73	38	45,3	0,085	74	49	4,90
98	Свапа-с.Локтіоново	419	2,62	30	56,1	0,134	79	46	6,75
99	Свапа-с.Михайлівка	2800	3,45	21	286	0,102	75	45	5,29
100	Свапа-с.Старий Город	3690	3,57	56	430	0,116	82	50	6,16
101	Усожа-м.Фатєж	364	2,56	33	53,5	0,147	71	46	8,20
102	Чернь-с.Плоске	96,3	1,99	21	32,8	0,341	86	36	12,35
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	3,39	70	105	0,043	52	49	3,53
104	Есмань-с.Ротівка	628	2,80	51	55,0	0,088	52	43	6,30
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	3,85	60	265	0,037	57	63	3,57
106	Рєвна-с.Залізний міст	380	2,58	19	30,1	0,079	54	45	5,70
107	Білоус-с.Кошівка	526	2,72	39	28,0	0,053	31	41	6,11
108	Остер-с.Кривицьке	2750	3,44	38	29,0	0,011	32	66	1,87
109	Стугна-с.Здорівка	186	2,27	58	7,32	0,039	27	41	5,22
110	Трубіж-с.Заворичі	476	2,68	27	7,61	0,016	25	49	2,67
111	Трубіж-с.мт Баришівка (шлюз №7)	1990	3,30	68	16,2	0,008	17	54	2,22

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
112	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	3430	3,54	59	30,1	0,009	20	56	2,09
113	Ільта-с.Селичівка	230	2,36	22	2,36	0,010	16	42	2,35
114	Недра-сmt Березань (шлюз №2)	789	2,90	64	9,33	0,012	16	49	3,16
115	Рось-с.Круподеринці	618	2,79	66	22,3	0,036	27	41	4,72
116	Рось-с.Фесюри	3900	3,59	69	103	0,026	27	46	3,92
117	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	4,00	36	216	0,022	26	50	3,55
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	4,01	87	259	0,025	26	52	4,27
119	Роська-с.Скала	309	2,49	36	22,8	0,074	44	40	5,74
120	Роставиця-с.Матюші	1390	3,14	27	66,7	0,048	35	44	5,25
121	Росава-сmt Миронівка	846	2,93	54	9,3	0,011	10	41	4,00
122	Супій-с.Піщане	1900	3,28	71	15,9	0,008	15	51	2,39
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	2,88	50	27,9	0,037	20	43	6,92
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	2,64	70	6,20	0,014	21	48	2,86
125	Сула-с.Зеленківка	427	2,63	82	39,5	0,093	53	43	6,43
126	Сула-м.Ромни	4020	3,60	73	112	0,028	42	64	3,72
127	Сула-с.Снітин	6540	3,82	40	196	0,030	57	76	3,44
128	Сула-м.Лубни	14200	4,15	80	194	0,014	40	84	2,48
129	Терн-с.Будки	840	2,92	38	54,2	0,065	43	50	6,42
130	Ромен-м.Ромни	1650	3,22	60	25,8	0,016	29	55	2,58
131	Удай-м.Прилуки	1520	3,18	78	29,2	0,019	44	64	2,44
132	Удай-с.Курінька	6120	3,79	36	85,9	0,014	37	78	2,59
133	Перевід-с.Сасинівка	745	2,87	60	5,94	0,008	16	51	2,22
134	Многа-с.Вороньки	506	2,71	36	61,7	0,122	60	45	7,87
135	Сліпорід-с.Олександрівка	527	2,72	61	9,7	0,018	20	45	3,67

Продовження таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	п, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
136	Оржиця-с.Маяківка	1950	3,29	62	19,4	0,010	17	52	2,55
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	3,25	70	43,5	0,024	21	48	4,81
138	Тясмин-м.Чигирин	4120	3,62	28	148	0,036	34	63	5,73
139	Серебрянка-с.Балаклія	126	2,10	58	4,77	0,038	22	40	5,85
140	Псел-м.Обоянь	1100	3,04	35	120	0,109	59	45	7,22
141	Псел-м.Крупець	4700	3,67	46	417	0,089	68	51	5,74
142	Псел-м.Суми	7770	3,89	72	253	0,033	42	55	3,66
143	Псел-м.Гадяч	11300	4,05	62	230	0,020	43	61	2,50
144	Псел-с.Запсілля	21800	4,34	79	296	0,014	39	75	2,27
145	Піна-сл.Піни	1000	3,00	25	64,3	0,064	42	43	5,73
146	Суджа-сл.Замістя	972	2,99	30	93,4	0,096	60	42	5,80
147	Грунь-с.Римарівка	958	2,98	31	130	0,135	69	46	7,80
148	Хорол-м.Миргород	1740	3,24	86	63,7	0,037	41	60	4,58
149	Говтва-с.Михнівка	1560	3,19	60	65,2	0,042	64	55	3,11
150	Ворскла-сmt Яковлево	56	1,76	27	11,7	0,209	57	33	10,51
151	Ворскла-с.Козінка	1870	3,27	52	159	0,085	57	49	6,36
152	Ворскла-с.Чернеччина	5790	3,76	62	174	0,030	43	61	3,66
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	4,13	50	165	0,012	33	68	2,15
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	2,79	30	41,6	0,068	42	41	5,67
155	Ворсклиця-с.Березівка	1460	3,16	56	83,5	0,057	39	51	6,52
156	Мерло-м.Богодухів	309	2,49	65	15,9	0,052	38	42	4,92
157	Оріль-с.Степанівка	627	2,80	28	16,5	0,026	25	45	4,18
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	3,20	22	71,5	0,045	31	55	6,80
159	Оріль-сmt Царичанка	9100	3,96	64	136	0,015	25	68	3,57
160	Берестова-м.Красноград	1050	3,02	55	39,6	0,038	32	49	4,96

Кінець таблиці Е.1

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, F, км ²	lg(F+1)	n, років	$\bar{Q}_m$, м ³ /с	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	$\bar{Y}_m$, мм	$\bar{T}_n$, діб	$\frac{m_1 + 1}{m_1}$
161	Орчик-с.Чернещина	1310	3,12	59	35,0	0,027	28	53	4,37
162	Самара-с.Коханівка	1430	3,16	54	21,9	0,015	14	53	5,12
163	Самара-с.Кочережки	19800	4,30	61	105	0,005	12	67	2,60
164	Бик-с.Самарське (Іванівка)	1130	3,05	20	30,6	0,027	16	55	7,90
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	2,97	63	22,9	0,025	18	50	5,95
166	Вовча-х.Артемівський	120	2,08	27	11,8	0,098	43	41	8,04
167	Вовча-сmt Покровське	7150	3,85	18	61,0	0,009	9,5	53	4,12
168	Вовча-сmt Васильківка	11600	4,06	83	167	0,014	14	56	4,90
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	3,43	67	27,4	0,010	6,2	46	6,62
170	Солона-с.Новопавлівка	680	2,83	57	14,2	0,021	18	45	4,41
171	Гайчур-с.Андріївка	2100	3,32	71	31,9	0,015	11	51	6,11
172	Мала Терса-с.Троїцьке	750	2,88	58	10,4	0,014	13	47	4,32
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	2,43	28	15,2	0,056	18	44	11,75
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	2,58	58	7,45	0,020	17	43	4,31
175	Мокра Сура-сmt Кринички	389	2,59	51	12,4	0,032	11	38	9,64
176	Кінська-м.Пологи	353	2,55	55	5,45	0,015	12	44	4,74
177	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	3,02	35	25,2	0,024	11	43	8,14
178	Інгулець-с.Олександро-Степанівка	1400	3,15	53	70,7	0,050	33	46	6,11
179	Інгулець-с.Іскрівка	4410	3,64	31	180	0,041	18	43	8,40
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	3,93	54	163	0,019	19	49	4,12
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	3,97	61	184	0,020	20	49	4,23

Таблиця Е.2 – Визначення тривалості руслового і схилового добігання на річках басейну Дніпра (в межах України)

№ з/п	Річка - пост	$lg(F+1)$	$L, \text{ км}$	$I, \text{ ‰}$	$Y_{1\%}, \text{ мм}$	$\bar{q}_m, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$t_p, \text{ діб}$	$V_d, \text{ м/с}$	$(T_0)_{\text{карт}}, \text{ год}$	$lg(f_{\text{л}}+1)$	$lg(f_{\text{с}}+1)$	$(T_0)_{\text{роз}}, \text{ год}$
16	Прип'ять-с.Річиця	3,34	88	0,2	142	0,11	0,25	43,36	2,03	100	1,52	1,20	240
17	Прип'ять-с.Люб'язь	3,79	158	0,2	106	0,06	0,21	68,92	2,29	100	1,43	1,23	236
18	Вижівка-с.Руда	2,15	13	1,4	138	0,18	0,41	4,69	2,77	100	1,23	1,04	364
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	2,86	47	0,5	145	0,21	0,31	19,57	2,40	100	1,34	1,00	199
20	Тур'я-с.Ягідне	2,7	61	0,9	111	0,12	0,33	21,86	2,79	100	1,28	0,90	312
21	Тур'я-м.Ковель	3,17	106	0,5	108	0,13	0,27	40,5	2,62	50	1,26	0,85	149
22	Тур'я-с.Бузаки	3,42	168	0,4	98	0,11	0,25	64,49	2,60	50	1,32	1,04	116
23	Стохід-с.Малинівка	2,84	45	0,6	98	0,1	0,31	17,74	2,54	100	0,95	1,00	291
24	Стохід-с.Гулівка	3,15	94	0,3	255	0,16	0,27	42,73	2,20	100	1,30	1,00	336
25	Стохід-с.мт Любешів	3,47	173	0,3	163	0,08	0,24	71,97	2,40	100	1,56	0,95	388
26	Стир-с.Щуровичі	3,31	63	1,4	113	0,09	0,26	10,24	6,15	115	1,43	1,00	353
27	Стир-м.Луцьк	3,86	194	0,3	106	0,09	0,21	42,23	4,59	150	1,23	0,85	196
28	Стир-с.Млинок	4,04	400	0,2	101	0,04	0,19	162,75	2,46	100	1,40	0,78	224
29	Радоставка-с.Трійця	2,5	24	0,6	126	0,18	0,36	7,07	3,39	100	1,23	1,11	322
30	Іква-с.Великі Млинівці (с.Радянське)	2,8	59	1,4	89	0,14	0,32	11,68	5,05	200	1,18	0,30	221
31	Іква-Млинівська ГЕС	3,29	131	0,8	96	0,05	0,26	25,74	5,09	200	1,32	0,90	556
32	Горинь-с.мт Ямпіль	3,15	71	1,1	114	0,2	0,27	13,3	5,34	150	0,70	0,30	131
33	Горинь-с.Оженин	3,77	228	0,6	111	0,12	0,21	40,89	5,58	75	1,26	0,48	146
34	Горинь-с.Деражне	3,96	395	0,4	122	0,08	0,2	75,06	5,26	100	1,11	0,48	207
35	Вирка-с.Сварині	2,37	21	0,7	305	0,15	0,38	8,97	2,34	80	1,51	1,15	364
36	Случ-с.Велика Клітна	2,37	30	1	305	0,15	0,38	7,87	3,81	80	0,60	0,00	294
37	Случ-с.Громада	3,39	139	0,6	145	0,31	0,25	28,85	4,82	100	0,70	0,78	147
38	Случ-м.Новоград-Волинський	3,87	252	0,4	122	0,14	0,2	85,36	2,95	50	1,08	1,00	205

Продовження таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	L, км	I, ‰	$Y_{1\%}$, мм	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	ε_F	t_p , діб	V_d , м/с	$(T_0)_{карт}$, год	$\lg(f_{\lambda}+1)$	$\lg(f_{\phi}+1)$	$(T_0)_{роз}$, год
41	Тня-с.Броники	2,99	68	0,7	172	0,29	0,29	24,43	2,78	50	1,23	0,30	120
42	Смілка-с.Сусли	2,8	74	0,7	157	0,23	0,32	28,02	2,64	50	1,49	0,48	160
43	Льва-с.Осницьк	2,44	38	0,7	209	0,22	0,37	15,9	2,39	150	1,68	0,60	407
45	Уборть-с.Перга	3,46	119	0,4	168	0,12	0,24	45,19	2,63	150	1,83	0,70	273
46	Уж-м.Коростень	3,16	84	0,7	138	0,22	0,27	28,79	2,92	50	1,46	0,48	158
47	Уж-сміт Поліське	3,76	169	0,6	159	0,21	0,21	51,73	3,27	50	1,34	0,85	103
48	Жерів-с.В'язівка	3,13	86	0,8	178	0,16	0,28	28,43	3,03	75	1,71	1,23	298
49	Норин-с.Славенщина	2,91	79	1	173	0,15	0,3	25,84	3,06	110	1,15	0,48	333
50	Грезля-уроч.Бхід	2,74	43	0,6	212	0,19	0,33	17,41	2,47	190	1,71	0,70	419
51	Ілля-с.Луб'янка	2,48	34	1,1	189	0,19	0,36	12,13	2,8	200	1,72	0,30	432
52	Тетерів-с.Троца	2,36	26	1,7	87	0,23	0,38	5,75	4,52	150	0,95	0,30	147
53	Тетерів-Житомир	3,72	116	0,9	126	0,17	0,22	18,53	6,26	80	1,23	0,48	145
54	Тетерів-с.Макалєвичі	3,9	231	0,7	183	0,16	0,2	64,62	3,57	60	1,34	0,48	114
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	3,08	95	0,9	123	0,21	0,28	19,52	4,87	85	1,00	0,48	132
57	Гуйва-с.Городківка	2,5	36	1,9	91	0,3	0,36	7,27	4,95	95	0,85	0,30	115
58	Ірша-сміт Володарськ- Волинський	2,32	24	1,3	187	0,48	0,39	8,47	2,83	50	0,78	0,30	99
59	Ірша-с.Українка	3,42	116	0,6	165	0,28	0,25	39,01	2,97	50	1,32	0,48	94
60	Здвиж-с.Гавронщина	2,92	65	0,7	141	0,28	0,3	23,8	2,73	50	0,70	0,78	147
61	Ірпінь-с.Мостище	3,45	129	0,7	111	0,19	0,24	24,87	5,19	50	1,45	0,30	131
62	Десна-с.Олександрівка	3,23	103	0,4	231	0,39	0,27	41,64	2,47	100	1,23	0,30	120
63	Десна-с.Голубєя	3,68	238	0,2	219	0,25	0,22	106,93	2,23	100	1,45	0,30	131
64	Десна-м.Брянськ	4,14	352	0,2	206	0,22	0,18	139,34	2,53	150	1,61	0,30	156
65	Десна-с.Розльоти	4,56	669	0,1	151	0,08	0,15	296,15	2,26	100	1,49	0,48	160

Продовження таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	L, км	I, ‰	$Y_{1\%}$, мм	$\bar{q}_m$, м ³ /(с·км ²)	ε_F	t_p , діб	V_d , м/с	$(T_0)_{карт}$, год	$\lg(f_{\lambda}+1)$	$\lg(f_{\phi}+1)$	$(T_0)_{роз}$, год
69	Ветъма-с.Круча	3,14	91	0,5	204	0,25	0,28	35,1	2,59	200	1,79	0,48	177
70	Болва-м.Кіров	3,3	77	0,6	246	0,47	0,26	26,71	2,88	200	1,54	0,30	135
71	Болва-с.Псур	3,51	136	0,4	159	0,18	0,24	50,98	2,67	200	1,65	0,30	141
72	Снежестъ-м.Карачев	2,45	22	1,2	260	0,44	0,37	7,68	2,86	150	0,78	0,78	249
73	Навля-сmt Навля	3,19	73	1	197	0,3	0,27	22,05	3,31	130	1,20	0,60	161
74	Неруса-с.Радогощ	3,01	45	1,1	227	0,54	0,29	13,86	3,25	100	1,38	0,30	128
75	Сєв-с.Новоямське	3,06	45	0,8	174	0,3	0,29	15,18	2,96	100	1,15	0,60	137
76	Соля-с.Мальцево	1,61	8,8	2,6	132	0,16	0,52	3,02	2,92	100	1,99	0,60	98
77	Судость-сmt Погар	3,71	148	0,4	179	0,26	0,22	52,38	2,83	100	1,23	0,85	166
78	Коста-с.Глазово	2,18	14	2,9	300	0,84	0,41	3,94	3,55	100	0,30	0,70	147
79	Рожок-с.Красне	1,79	12	1,5	253	0,91	0,48	4,69	2,56	100	0,95	0,30	190
80	Івотка-с.Івот	3,1	67	0,8	120	0,17	0,28	22,35	3,00	100	1,49	0,85	102
81	Головесня-с.Покошичі	1,48	11	4,5	189	1,20	0,55	3,26	3,38	100	1,15	0,30	162
82	Убідь-с.Кудрівка	2,99	75	0,6	118	0,19	0,29	28,39	2,64	100	1,36	0,70	65
83	Сейм-с.Гущине	2,58	32	0,9	155	0,83	0,35	8,01	3,99	50	0,48	0,00	96
84	Сейм-с.Зуєвка	3,37	86	0,5	171	0,35	0,25	19,17	4,49	50	0,60	0,60	87
85	Сейм-с.Леб'яже	3,69	159	0,3	150	0,25	0,22	36,99	4,30	50	0,70	0,78	81
86	Сейм-с.Ришково	3,87	176	0,3	171	0,32	0,2	38,08	4,62	50	0,78	0,60	203
87	Сейм-м.Рильськ	4,26	395	0,1	166	0,17	0,17	105,64	3,74	50	0,78	0,60	124
88	Сейм-с.Мутин	4,41	643	0,1	189	0,14	0,16	162,12	3,97	50	0,85	0,60	170
89	Полная-с.Губанівка	2,52	28	2,1	247	0,52	0,36	5,41	5,18	50	0,85	0,30	113
90	Рать-с.Беседіно	2,8	47	0,7	168	0,40	0,32	11,7	4,02	50	0,85	0,00	122
91	Тускар-с.Свобода	3,23	60	0,8	196	0,41	0,27	12,09	4,96	50	0,70	0,30	92
92	Тускар-м.Курськ	3,38	102	0,5	200	0,40	0,25	22,64	4,50	50	0,78	0,30	151

Продовження таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$I_g(F+1)$	$L, \text{ км}$	$I, \text{ }^{\circ}/_{00}$	$Y_1\%, \text{ мм}$	$\bar{q}_m, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$t_p, \text{ діб}$	$V_{\partial}, \text{ м/с}$	$(T_0)_{\text{карт}}, \text{ год}$	$I_g(f_n+1)$	$I_g(f_e+1)$	$(T_0)_{\text{роз}}, \text{ год}$
93	Снова-с.Щурово	2,89	52	1,2	193	0,35	0,31	10,45	4,98	50	0,48	0,30	137
94	лог Мересьє-х.Олексіївський	1,02	4,4	9	188	1,04	0,66	0,96	4,57	50	0,95	0,00	147
95	лог Райчик-с.Польова Лукашівка	0,86	2,3	23	191	1,18	0,7	0,4	5,8	50	1,20	0,00	102
96	Реут-с.Любицька	2,98	68	0,9	177	0,42	0,29	14,51	4,69	50	0,85	0,30	227
97	Прут-с.Ширково	2,73	43	1,1	168	0,23	0,33	9,5	4,53	50	1,18	0,60	153
98	Свапа-с.Локтіоново	2,62	36	1,2	210	0,45	0,34	8,04	4,48	50	0,85	0,30	124
99	Свапа-с.Михайлівка	3,45	72	0,7	217	0,35	0,24	13,91	5,17	50	1,00	0,30	82
100	Свапа-с.Старий Город	3,57	120	0,4	205	0,42	0,23	26,62	4,51	50	1,08	0,30	146
101	Усожа-м.Фатєж	2,56	24	1,1	182	0,44	0,35	5,65	4,25	50	0,70	0,30	130
102	Чернь-с.Плоске	1,99	14	2,6	272	1,05	0,44	3,11	4,5	70	0,78	0,00	88
103	Клевень-с.Шарпівка	3,39	134	0,4	176	0,29	0,25	31,89	4,2	80	0,90	0,48	103
104	Есмань-с.Ротівка	2,8	68	1	144	0,35	0,32	15,06	4,51	85	1,20	0,60	132
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	3,85	156	0,3	134	0,16	0,21	58,41	2,67	100	1,23	0,70	119
106	Ревна-с.Залізний міст	2,58	34	0,8	212	0,43	0,35	13,1	2,6	100	1,18	0,60	330
108	Остер-с.Кривийке	3,44	172	0,2	118	0,04	0,24	50,41	3,41	250	1,11	0,70	233
109	Стугна-с.Здорівка	2,27	29	2,4	117	0,22	0,39	5,92	4,9	100	1,18	0,00	323
110	Трубіж-с.Заворичі	2,68	16	0,2	89	0,05	0,33	6,32	2,53	400	0,85	0,30	495
111	Трубіж-с.мт Баришівка (шлюз№7)	3,3	66	0,2	56	0,03	0,26	20,44	3,23	300	1,11	0,48	432
112	Трубіж-м.Переяслав- Хмельницький	3,54	107	0,2	58	0,03	0,23	30,2	3,54	300	1,08	0,70	424
113	Ільта-с.Селичівка	2,36	33	0,9	47	0,03	0,38	8,98	3,68	300	0,60	0,78	235
114	Недра-с.мт Березань (шлюз№2)	2,9	52	0,6	40	0,05	0,3	13,11	3,97	190	0,95	0,78	158

Продовження таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$I_g(F+1)$	$L, \text{ км}$	$I, \text{ ‰}$	$Y_1\%, \text{ мм}$	$\bar{q}_m, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$t_p, \text{ діб}$	$V_d, \text{ м/с}$	$(T_0)_{\text{карт}}, \text{ год}$	$I_g(f_n+1)$	$I_g(f_e+1)$	$(T_0)_{\text{роз}}, \text{ год}$
115	Рось-с.Круподеринці	2,79	38	1,8	96	0,19	0,32	6,95	5,47	150	0,95	0,00	123
116	Рось-с.Фесюри	3,59	116	0,9	99	0,15	0,23	19,5	5,95	150	0,95	0,30	72
117	Рось-Стеблівська ГЕС	4,00	262	0,4	80	0,11	0,19	49,05	5,34	100	1,04	0,30	72
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	4,01	281	0,4	99	0,14	0,19	52,34	5,37	100	1,04	0,30	202
119	Роська-с.Скала	2,49	26	3	128	0,27	0,36	4,52	5,75	200	1,00	0,00	110
120	Роставиця-с.Матюші	3,14	108	1,1	110	0,18	0,28	20,25	5,33	100	0,85	0,30	115
121	Росава-с.Миронівка	2,93	54	1,3	58	0,13	0,3	10,43	5,18	140	0,70	0,00	330
122	Супій-с.Піщане	3,28	135	0,4	71	0,05	0,26	33,52	4,03	200	0,70	0,48	83
123	Вільшанка-с.Мліїв	2,88	76	1,4	106	0,34	0,31	14,62	5,2	200	1,00	0,00	249
124	Золотоношка-м.Золотоноша	2,64	63	0,5	65	0,09	0,34	18,7	3,37	190	0,60	0,48	114
125	Сула-с.Зеленківка	2,63	48	1,1	149	0,37	0,34	11	4,36	80	0,70	0,30	152
126	Сула-м.Ромни	3,6	118	0,4	108	0,12	0,23	25,79	4,57	90	0,78	0,60	203
127	Сула-с.Снітин	3,82	255	0,2	142	0,1	0,21	64,5	3,95	100	0,78	0,60	149
128	Сула-м.Лубни	4,15	356	0,1	108	0,07	0,18	99,22	3,59	100	0,90	0,90	115
129	Терн-с.Будки	2,92	75	0,4	106	0,22	0,3	21,39	3,51	100	0,60	0,60	317
130	Ромен-м.Ромни	3,22	102	0,4	79	0,06	0,27	25,94	3,93	200	0,70	0,85	414
131	Удай-м.Прилуки	3,18	91	0,2	111	0,07	0,27	29,5	3,08	200	1,08	0,95	146
132	Удай-с.Курінька	3,79	290	0,1	82	0,06	0,21	93,26	3,11	100	0,95	0,85	236
133	Перевід-с.Сасинівка	2,87	81	0,2	55	0,03	0,31	29,64	2,73	100	0,48	1,08	103
134	Многа-с.Вороньки	2,71	50	1,2	167	0,48	0,33	10,82	4,62	100	0,95	0,00	243
135	Сліпорід-с.Олександрівка	2,72	75	0,3	62	0,07	0,33	25,46	2,95	150	0,30	0,60	245
136	Оржиця-с.Маяківка	3,29	100	0,4	47	0,05	0,26	24,72	4,05	150	0,95	0,30	121
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	3,25	77	1,2	82	0,15	0,26	13,45	5,72	180	1,18	0,30	213

Продовження таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$lg(F+1)$	$L, \text{ км}$	$I, \text{ }^{\circ}/_{00}$	$Y_1\%, \text{ мм}$	$\bar{q}_m, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$t_p, \text{ діб}$	$V_{\partial}, \text{ м/с}$	$(T_0)_{\text{карт}}, \text{ год}$	$lg(f_n+1)$	$lg(f_e+1)$	$(T_0)_{\text{роз}}, \text{ год}$
139	Серебрянка-с.Балаклія	2,10	16	2,9	106	0,25	0,42	3,28	4,88	200	0,48	0,00	92
140	Псел-м.Обоянь	3,04	59	0,7	161	0,47	0,29	13,36	4,41	50	0,70	0,48	110
141	Псел-м.Крупець	3,67	162	0,2	190	0,33	0,22	43,35	3,74	50	0,70	0,48	102
142	Псел-м.Суми	3,89	272	0,2	125	0,16	0,2	66,82	4,07	50	0,85	0,30	106
143	Псел-м.Гадяч	4,05	414	0,2	108	0,1	0,19	95,42	4,34	65	1,00	0,30	128
144	Псел-с.Запсілля	4,34	702	0,2	101	0,05	0,17	144,7	4,85	75	0,95	0,60	106
145	Піна-сл.Піни	3,00	64	0,6	119	0,23	0,29	15,5	4,13	75	0,70	0,30	100
146	Суджа-сл.Замістя	2,99	60	0,6	179	0,45	0,29	14,6	4,11	55	0,78	0,30	95
147	Грунь-с.Римарівка	2,98	75	0,8	183	0,51	0,29	16,64	4,51	80	0,60	0,30	108
148	Хорол-м.Миргород	3,24	173	0,3	144	0,20	0,26	47,94	3,61	100	0,78	0,30	128
149	Говтва-с.Михнівка	3,19	120	0,7	250	0,36	0,27	25,61	4,68	100	0,48	0,48	101
150	Ворскла-с.мт Яковлево	1,76	8,5	2,5	175	1,16	0,49	2,1	4,05	80	0,70	0,48	95
151	Ворскла-с.Козінка	3,27	116	0,5	153	0,34	0,26	26,83	4,32	95	0,90	0,30	106
152	Ворскла-с.Чернеччина	3,76	209	0,3	125	0,15	0,21	47,21	4,43	85	1,00	0,30	131
153	Ворскла-м.Кобеляки	4,13	417	0,2	89	0,05	0,18	93,25	4,47	95	1,04	0,60	118
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	2,79	47	1,1	126	0,30	0,32	10,13	4,64	80	1,08	0,30	110
155	Ворсклиця-с.Березівка	3,16	91	0,5	129	0,26	0,27	21,95	4,15	85	1,11	0,30	206
156	Мерло-м.Богодухів	2,49	32	2,1	139	0,27	0,36	6,26	5,11	100	1,04	0,30	185
158	Оріль-с.Чорноглазівка	3,20	88	0,6	163	0,19	0,27	31,16	2,82	100	0,30	0,30	177
159	Оріль-с.мт Царичанка	3,96	311	0,2	90	0,09	0,2	124,05	2,51	100	0,30	0,48	154
160	Берестова-м.Красноград	3,02	66	1	112	0,19	0,29	13,4	4,93	100	0,70	0,30	136
161	Орчик-с.Чернещина	3,12	97	0,7	98	0,15	0,28	21,33	4,55	100	0,48	0,30	110
163	Самара-с.Кочережки	4,30	239	0,2	56	0,04	0,17	85,5	2,8	100	0,60	0,30	86
164	Бик-с.Самарське (Іванівка)	3,05	113	0,9	110	0,34	0,29	36,75	3,08	100	0,30	0,30	107

Кінець таблиці Е.2

№ з/п	Річка - пост	$\lg(F+1)$	$L, \text{ км}$	$I, \text{ }^{\circ}/_{00}$	$Y_1\%, \text{ мм}$	$\bar{q}_m, \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$t_p, \text{ діб}$	$V_{\partial}, \text{ м/с}$	$(T_0)_{\text{карт}}, \text{ год}$	$\lg(f_n+1)$	$\lg(f_e+1)$	$(T_0)_{\text{роз}}, \text{ год}$
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	2,97	88	1,1	110	0,24	0,3	27,55	3,19	100	0,30	0,30	153
166	Вовча-х.Артемівський	2,08	16	4,8	329	0,95	0,43	4,1	3,9	200	0,85	0,00	95
167	Вовча-сmt Покровське	3,85	214	0,4	47	0,05	0,21	70,24	3,05	100	0,60	0,30	126
168	Вовча-сmt Васильківка	4,06	267	0,3	78	0,14	0,19	90,05	2,96	100	0,60	0,30	91
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	3,43	152	1	56	0,14	0,25	42,35	3,59	100	0,48	0,30	123
170	Солона-с.Новопавлівка	2,83	64	1,4	88	0,17	0,31	19,31	3,31	150	0,60	0,00	126
172	Мала Терса-с.Троїцьке	2,88	69	1,3	73	0,15	0,31	21,05	3,28	100	0,60	0,30	95
173	Середня Терса-ж.Роздолля	2,43	37	1,9	97	0,37	0,37	11,49	3,22	100	0,48	0,00	134
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	2,58	56	1	71	0,14	0,35	20,52	2,73	100	0,30	0,00	86
175	Мокра Сура-сmt Кринички	2,59	34	1,8	63	0,26	0,35	10,21	3,33	100	0,60	0,00	112
176	Кінська-м.Пологи	2,55	39	3,5	50	0,13	0,35	9,53	4,09	100	0,30	0,00	83
177	Базавлук-с.Катерино- Наталівка	3,02	74	1,1	59	0,16	0,29	22,75	3,25	100	0,48	0,00	102
178	Інгулець-с.Олександро- Степанівка	3,15	99	0,9	132	0,27	0,27	19,81	5	150	1,15	0,30	69
179	Інгулець-с.Іскрівка	3,64	171	0,6	95	0,19	0,22	52,53	3,26	100	0,90	0,30	92
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	3,93	224	0,5	111	0,12	0,2	66,56	3,37	100	0,78	0,30	83
181	Інгулець-с.Могилівка	3,97	282	0,5	101	0,11	0,2	82,91	3,4	100	0,78	0,30	248

ДОДАТОК Ж

Розрахунок максимального модулю весняного водопілля в басейні р. Дніпро (в межах України)

Таблиця Ж.1 - Розрахунок трансформаційних функцій, модуля схилового припливу та коефіцієнтів русло-заплавного регулювання для річок в басейні Дніпра. Перевірочні розрахунки

№ з/п	Річка - пост	$F, \text{ км}^2$	$T_0,$ год	$t_p,$ год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{3\%} + \Sigma X] \cdot K_{I\%},$ мм	η	$q'_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ϵ_F	$q_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	$ \Delta q $
16	Прип'ять-с.Річиця	2210	240	43,4	0,22	332	0,40	2,17	0,24	0,12	2,1
17	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	236	68,9	0,19	356	0,30	1,67	0,20	0,08	30,5
18	Вижівка-с.Руда	141	364	4,7	0,37	264	0,50	1,41	0,40	0,21	16,3
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	199	19,6	0,26	298	0,45	2,66	0,30	0,20	5,8
20	Тур'я-с.Ягідне	502	312	21,9	0,28	287	0,40	1,32	0,32	0,13	0,1
21	Тур'я-м.Ковель	1480	149	40,5	0,20	314	0,38	2,73	0,26	0,18	30,9
22	Тур'я-с.Бузаки	2630	116	64,5	0,15	337	0,30	3,20	0,24	0,12	9,7
23	Стохід-с.Малинівка	692	291	17,7	0,29	296	0,40	1,28	0,30	0,14	41,5
24	Стохід-с.Гулівка	1420	336	42,7	0,25	328	0,80	2,87	0,26	0,20	23,9
25	Стохід-с.мт Любешів	2970	388	72,0	0,22	341	0,50	1,54	0,23	0,09	14,8
26	Стир-с.Щуровичі	2020	353	10,2	0,33	322	0,40	1,40	0,25	0,12	34,2
27	Стир-м.Луцьк	7200	196	42,2	0,21	346	0,38	2,10	0,20	0,09	8,8
28	Стир-с.Млинок	10900	224	163	0,13	376	0,30	1,69	0,18	0,05	32,4
29	Радоставка-с.Трійця	316	322	7,1	0,34	277	0,40	1,50	0,35	0,15	10,4
30	Іква-с.Великі Млинівці	632	221	11,7	0,30	292	0,35	1,56	0,31	0,16	16,0
31	Іква-Млинівська ГЕС	1960	556	25,7	0,30	318	0,35	0,68	0,25	0,05	1,9
32	Горинь-с.мт Ямпіль	1400	131	13,3	0,26	303	0,35	2,93	0,26	0,20	2,1
33	Горинь-с.Оженин	5860	146	40,9	0,20	337	0,30	2,53	0,20	0,09	29,6

Продовження таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	F , км ²	T_0 , год	t_p , год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	η	q'_m , м ³ /(с·км ²)	ε_F	q_m , м ³ /(с·км ²)	$ \Delta q $
34	Горинь-с.Деражне	9160	207	75,1	0,18	339	0,32	2,00	0,19	0,05	31,5
35	Вирка-с.Сварині	231	364			283	1,00	3,09	0,37		
36	Случ-с.Велика Клітна	232	294	7,9	0,33	275	0,50	1,93	0,37	0,20	35,3
37	Случ-с.Громада	2480	147	28,9	0,22	325	0,38	2,90	0,24	0,16	15,0
38	Случ-м.Новоград- Волинський	7460	205	85,4	0,17	350	0,38	2,33	0,19	0,06	56,1
39	Случ-м.Сарни	13300	189	129	0,14	357	0,48	3,29	0,17	0,18	21,4
40	Хомора-сmt Понінка	1410	127	25,8	0,22	314	0,42	4,08	0,26	0,22	28,3
41	Тня-с.Броники	982	120	24,4	0,22	304	0,60	5,60	0,28	0,38	28,0
42	Смілка-с.Сусли	632	160	28,0	0,23	305	0,55	3,89	0,31	0,29	23,9
43	Льва-с.Осницьк	276	407	15,9	0,31	277	0,80	1,95	0,36	0,23	2,2
45	Уборть-с.Перга	2880	273	45,2	0,23	323	0,52	2,35	0,23	0,13	1,7
46	Уж-м.Коростень	1450	158	28,8	0,22	315	0,48	3,30	0,26	0,22	4,5
47	Уж-сmt Поліське	5690	103	51,7	0,16	345	0,48	5,83	0,20	0,24	11,5
48	Жерів-с.В'язівка	1360	298	28,4	0,26	331	0,52	2,26	0,27	0,15	7,0
49	Норин-с.Славенщина	804	333	25,8	0,27	319	0,55	1,88	0,29	0,16	3,3
50	Грезля-уроч.Бід	553	419	17,4	0,31	339	0,70	2,16	0,31	0,21	10,0
51	Ілля-с.Луб'янка	300	432	12,1	0,33	326	0,55	1,66	0,35	0,19	2,9
52	Тетерів-с.Троща	227	147	5,8	0,31	278	0,40	2,24	0,37	0,32	46,6
53	Тетерів-Житомир	5270	145	18,5	0,24	337	0,40	3,24	0,21	0,17	1,9
54	Тетерів-с.Макалевичі	7890	114	64,6	0,15	343	0,50	5,81	0,19	0,18	9,1
56	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	132	19,5	0,24	297	0,40	3,49	0,27	0,21	8,3
57	Гуйва-с.Городківка	312	115	7,3	0,29	270	0,37	2,98	0,35	0,33	15,2
58	Ірша-сmt Володарськ- Волинський	208	99	8,5	0,27	261	0,60	6,82	0,37	0,61	30,1

Продовження таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	F , км ²	T_0 , год	t_p , год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	η	q'_m , м ³ /(с·км ²)	ε_F	q_m , м ³ /(с·км ²)	$ \Delta q $
59	Ірша-с.Українка	2600	94	39,0	0,17	322	0,50	6,32	0,24	0,29	3,4
60	Здвиж-с.Гавронщина	837	147	23,8	0,23	319	0,40	3,47	0,29	0,22	28,0
61	Ірпінь-сmt Гостомель	2840	131	24,9	0,22	362	0,30	3,16	0,23	0,15	12,6
62	Десна-с.Олександрівка	1710	120	41,6	0,18	364	0,60	7,27	0,25	0,31	23,1
63	Десна-с.Голубея	4770	131	107	0,12	394	0,58	6,31	0,21	0,17	34,7
64	Десна-м.Брянськ	13700	156	139	0,12	426	0,50	4,98	0,17	0,11	53,3
65	Десна-с.Розльоти	36300	160	296	0,08	427	0,40	3,61	0,15	0,05	39,9
69	Ветма-с.Круча	1370	177	35,1	0,22	395	0,50	4,36	0,27	0,24	6,9
70	Болва-м.Кіров	2010	135	26,7	0,22	369	0,70	6,88	0,25	0,37	24,5
71	Болва-с.Псур	3210	141	51,0	0,18	383	0,50	4,27	0,23	0,21	14,6
72	Снежесть-м.Карачев	282	249	7,7	0,33	317	0,80	3,94	0,35	0,45	2,0
73	Навля-сmt Навля	1560	161	22,1	0,24	337	0,55	4,62	0,26	0,27	13,3
74	Неруса-с.Радогощ	1020	128	13,9	0,25	329	0,70	6,69	0,28	0,49	12,4
75	Сєв-с.Новоямське	1150	137	15,2	0,25	361	0,45	4,80	0,27	0,32	3,6
77	Судость-сmt Погар	5180	98	52,4	0,15	377	0,50	6,89	0,21	0,24	11,9
78	Коста-с.Глазово	150	166	3,9	0,34	304	0,90	6,82	0,40	0,86	1,2
79	Рожок-с.Красне	60,0	147	4,7	0,32	290	0,80	6,50	0,47	0,93	1,8
80	Івотка-с.Івот	1260	190	22,4	0,25	369	0,38	2,34	0,27	0,19	6,5
81	Головесня-с.Покошичі	29,5	102	3,3	0,32	323	0,60	7,03	0,53	1,26	2,1
82	Убідь-с.Кудрівка	970	162	28,4	0,23	367	0,38	2,71	0,28	0,20	5,3
83	Сейм-с.Гущине	375	65	8,0	0,25	313	0,50	9,40	0,34	0,79	4,3
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	96	19,2	0,22	352	0,50	7,97	0,24	0,36	9,6
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	87	37,0	0,17	366	0,50	6,68	0,21	0,30	19,2
86	Сейм-с.Ришково	7460	81	38,1	0,16	355	0,50	8,24	0,19	0,25	22,8
87	Сейм-м.Рильськ	18100	203	106	0,16	393	0,50	3,19	0,17	0,09	45,5

Продовження таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	F , км ²	T_0 , год	t_p , год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{1\%}$, мм	η	q'_m , м ³ /(с·км ²)	ε_F	q_m , м ³ /(с·км ²)	$ \Delta q $
88	Сейм-с.Мути́н	25600	124	162	0,07	416	0,50	5,95	0,15	0,07	50,3
89	Полная-с.Губані́вка	333	170	5,4	0,32	317	0,80	5,71	0,34	0,63	21,0
90	Рать-с.Беседі́но	630	113	11,7	0,26	306	0,60	6,68	0,31	0,47	18,9
91	Тускар-с.Свобода	1690	122	12,1	0,26	327	0,65	6,29	0,26	0,43	3,3
92	Тускар-м.Курськ	2380	92	22,6	0,20	333	0,65	8,51	0,24	0,43	7,5
93	Снова-с.Щуро́во	781	151	10,5	0,28	313	0,67	5,01	0,29	0,43	23,6
94	лог Мересьє-х.Олексі́вський	9,50	137	1,0	0,40	255	0,75	5,39	0,65	1,39	33,3
95	лог Райчик-с.По́льова Лукаші́вка	6,20	147	0,4	0,44	254	0,80	5,12	0,70	1,62	37,5
96	Реут-с.Люби́цька	960	102	14,5	0,24	307	0,60	6,77	0,28	0,47	10,7
97	Прут-с.Ширко́во	530	227	9,5	0,31	302	0,52	2,85	0,32	0,26	11,5
98	Свапа-с.Локтіо́ново	419	153	8,0	0,30	305	0,70	5,36	0,33	0,51	13,8
99	Свапа-с.Михайлі́вка	2800	124	13,9	0,25	348	0,65	6,86	0,23	0,39	11,3
100	Свапа-с.Старий Го́род	3690	82	26,6	0,19	354	0,60	9,75	0,22	0,41	1,4
101	Усожа-м.Фате́ж	364	146	5,7	0,31	302	0,65	4,85	0,34	0,53	19,9
102	Чернь-с.Пло́ске	96,3	130	3,1	0,34	289	0,90	8,21	0,43	1,08	2,7
103	Клевень-с.Ша́рпівка	2440	88	31,9	0,18	385	0,50	7,78	0,24	0,38	33,2
104	Есмань-с.Роті́вка	628	103	15,1	0,24	361	0,50	7,09	0,31	0,53	51,6
105	Снов-с.Що́рс (Носі́вка)	7140	132	58,4	0,17	402	0,38	3,76	0,20	0,14	12,9
106	Рєвна-с.За́лізний мі́ст	380	119	13,1	0,25	325	0,60	6,72	0,34	0,55	23,2
109	Стугна-с.Здо́рівка	186	233	5,9	0,34	303	0,40	2,07	0,38	0,26	25,3
110	Трубі́ж-с.За́воричі	476	323	6,3	0,35	352	0,22	1,16	0,32	0,12	133,6
111	Трубі́ж-с.мт Ба́риші́вка	1990	495	20,4	0,31	386	0,20	0,52	0,25	0,05	60,5
112	Трубі́ж-м.Пере́яслав- Хме́льницький	3430	432	30,2	0,28	398	0,15	0,51	0,22	0,03	8,8

Продовження таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	$F, \text{км}^2$	$T_0,$ год	$t_p,$ год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{1\%},$ мм	η	$q'_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$q_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	$ \Delta q $
113	Ільта-с.Селичівка	230	424	9,0	0,35	331	0,15	0,42	0,37	0,06	85,1
114	Недра-сmt Березань	789	235	13,1	0,29	361	0,15	0,64	0,29	0,08	61,9
115	Рось-с.Круподеринці	618	158	7,0	0,31	305	0,30	2,27	0,31	0,20	11,4
116	Рось-с.Фесюри	3900	123	19,5	0,23	351	0,30	3,01	0,22	0,17	18,6
117	Рось-Стеблівська ГЕС	10000	72	49,1	0,14	391	0,25	4,22	0,18	0,16	54,0
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	72	52,3	0,13	402	0,25	5,09	0,18	0,16	17,0
119	Роська-с.Скала	309	202	4,5	0,34	290	0,40	2,40	0,35	0,26	0,1
120	Роставиця-с.Матюші	1390	110	20,3	0,22	307	0,35	3,79	0,26	0,23	38,7
121	Росава-сmt Миронівка	846	115	10,4	0,27	343	0,20	1,76	0,29	0,17	46,9
122	Супій-с.Піщане	1900	330	33,5	0,26	412	0,20	0,79	0,25	0,06	21,5
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	83	14,6	0,23	343	0,30	4,78	0,30	0,33	1,3
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	249	18,7	0,28	357	0,20	0,97	0,33	0,10	19,0
125	Сула-с.Зеленківка	427	114	11,0	0,26	364	0,40	5,05	0,33	0,42	19,0
126	Сула-м.Ромни	4020	152	25,8	0,23	420	0,28	2,71	0,22	0,14	20,9
127	Сула-с.Снітин	6540	203	64,5	0,19	434	0,30	2,64	0,20	0,08	24,4
128	Сула-м.Лубни	14200	149	99,2	0,14	449	0,30	2,78	0,17	0,08	29,3
129	Терн-с.Будки	840	115	21,4	0,22	368	0,30	3,49	0,29	0,24	11,2
130	Ромен-м.Ромни	1650	317	25,9	0,27	406	0,20	0,93	0,26	0,07	11,1
131	Удай-м.Прилуки	1520	414	29,5	0,28	373	0,30	1,02	0,26	0,07	7,4
132	Удай-с.Курінька	6120	146	93,3	0,14	416	0,20	2,11	0,20	0,06	13,9
133	Перевід-с.Сасинівка	745	236	29,6	0,25	366	0,15	0,88	0,30	0,08	143,7
134	Многа-с.Вороньки	506	103	10,8	0,26	396	0,40	6,14	0,32	0,48	4,2
135	Сліпорід-с.Олександрівка	527	243	25,5	0,26	383	0,20	0,95	0,32	0,09	37,6

Продовження таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	$F, \text{ км}^2$	$T_0,$ год	$t_p,$ год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{1\%},$ мм	η	$q'_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	ε_F	$q_m,$ $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	$ \Delta q $
136	Оржиця-с.Маяківка	1950	245	24,7	0,26	412	0,15	0,71	0,25	0,06	19,8
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	121	13,5	0,25	324	0,30	2,56	0,25	0,20	38,4
139	Серебрянка-с.Балаклія	126	213	3,3	0,36	271	0,40	1,86	0,41	0,29	21,4
140	Псел-м.Обоянь	1100	92	13,4	0,24	348	0,50	6,61	0,28	0,47	5,1
141	Псел-м.Крупець	4700	110	43,4	0,17	375	0,50	6,52	0,21	0,23	28,0
142	Псел-м.Суми	7770	102	66,8	0,14	388	0,35	4,65	0,19	0,13	12,3
143	Псел-м.Гадяч	11300	106	95,4	0,12	405	0,30	3,84	0,18	0,09	7,4
144	Псел-с.Запсілля	21800	128	145	0,08	445	0,30	3,00	0,16	0,05	1,2
145	Піна-сл.Піни	1000	106	15,5	0,24	348	0,40	4,24	0,28	0,34	53,6
146	Суджа-сл.Замістя	972	100	14,6	0,24	325	0,55	6,75	0,28	0,45	4,0
147	Грунь-с.Римарівка	958	95	16,6	0,23	362	0,50	7,30	0,28	0,47	2,5
148	Хорол-м.Миргород	1740	108	47,9	0,17	382	0,40	5,02	0,25	0,23	21,9
149	Говтва-с.Михнівка	1560	128	25,6	0,22	366	0,60	7,40	0,26	0,38	20,1
150	Ворскла-сmt Яковлево	56	101	2,1	0,35	291	0,60	6,55	0,48	1,07	4,1
151	Ворскла-с.Козінка	1870	95	26,8	0,20	368	0,45	6,09	0,25	0,32	1,0
152	Ворскла-с.Чернеччина	5790	106	47,2	0,17	386	0,38	4,41	0,20	0,17	25,1
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	131	93,3	0,13	449	0,20	2,60	0,17	0,06	27,6
154	Ворсклиця-с.Мокра Орлівка	612	118	10,1	0,27	334	0,35	4,04	0,31	0,31	8,3
155	Ворсклиця-с.Березівка	1460	110	22,0	0,22	349	0,35	4,42	0,26	0,23	6,7
156	Мерло-м.Богодухів	309	206	6,3	0,33	320	0,40	2,53	0,35	0,27	3,7
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	185	31,2	0,23	408	0,40	3,33	0,26	0,20	11,8
159	Оріль-сmt Царичанка	9100	177	124	0,13	433	0,20	1,90	0,19	0,05	45,2

Кінець таблиці Ж.1

№ з/п	Річка - пост	F , км ²	T_0 , год	t_p , год	$\psi(t_p/T_0)$	$[(S_m)_{36} + \Sigma X] \cdot K_{I\%}$, мм	η	q'_m , м ³ /(с·км ²)	ε_F	q_m , м ³ /(с·км ²)	$ \Delta q $
160	Берестова-м.Красноград	1050	154	13,4	0,27	388	0,30	2,85	0,28	0,21	14,9
161	Орчик-с.Чернещина	1310	136	21,3	0,23	378	0,30	2,80	0,27	0,20	40,6
163	Самара-с.Кочережки	19800	110	85,5	0,13	431	0,15	1,80	0,16	0,05	93,1
165	Велика Тернівка- с.Богданівка	924	107	27,6	0,20	354	0,30	3,81	0,29	0,22	7,2
166	Вовча-х.Артемівський	120	153	4,1	0,33	307	0,25		0,41	0,26	73,0
167	Вовча-сmt Покровське	7150	95	70,2	0,13	393	0,15	1,86	0,20	0,06	18,5
168	Вовча-сmt Васильківка	11600	126	90,1	0,13	386	0,20	2,29	0,18	0,05	60,9
170	Солона-с.Новопавлівка	680	123	19,3	0,23	333	0,25	2,63	0,30	0,18	12,3
172	Мала Терса-с.Троїцьке	750	126	21,1	0,23	287	0,28	2,13	0,30	0,16	16,9
173	Середня Терса- ж.Роздолля	269	95	11,5	0,25	262	0,30	3,86	0,36	0,28	23,7
174	Кільчень- с.Олександрівка Перша	376	134	20,5	0,23	281	0,25	1,95	0,34	0,16	19,9
175	Мокра Сура-сmt Кринички	389	86	10,2	0,25	241	0,30	2,75	0,33	0,27	7,5
176	Кінська-м.Пологи	353	112	9,5	0,27	286	0,20	1,66	0,34	0,18	38,5
177	Базавлук-с.Катерино- Наталівка	1050	83	22,8	0,20	257	0,30	2,69	0,28	0,19	25,7
178	Інгулець-с.Олександро- Степанівка	1400	102	19,8	0,22	311	0,40	5,10	0,26	0,26	1,6
179	Інгулець-с.Іскрівка	4410	69	52,5	0,13	333	0,30	5,21	0,21	0,15	18,1
180	Інгулець-м.Кривий Ріг	8600	92	66,6	0,13	340	0,30	4,57	0,19	0,11	7,0
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	83	82,9	0,11	329	0,30	4,62	0,19	0,10	1,0

ДОДАТОК И

Розрахунок коефіцієнтів впливу змін клімату на стік весняного водопілля для рівнинних річок України

Таблиця И.1 - Модель CCSM3, сценарій A1B на період до 2050р. відносно 2010р.

№ з/п	Річка - пост	$F, \text{км}^2$	$\lg(F+1)$	$T_n, \text{дiб}$	$\lg(T_n)$	$(\bar{S}_m)_{\text{карта}}, \text{мм}$	$\varphi^\circ, \text{пн.ш.}$	$\lambda, \text{зх.д.}$	$(\varphi-50)^\circ$	K_T	$T_n, \text{год}$	$\Sigma \bar{X}, \text{мм}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	2,86	43	1,63	30	51,30	24,28	1,30	1,30	40	52
20	Тур'я-с.Ягідне	502	2,70	41	1,61	32	50,90	24,47	0,90	1,27	38	49
25	Стохід-сmt Любешів	2970	3,47	55	1,74	40	51,28	25,10	1,28	1,30	47	61
27	Стир-м.Луцьк	7200	3,86	54	1,73	40	50,33	25,33	0,33	1,22	52	64
28	Стир-с.Млинок	10900	4,04	59	1,77	37	50,76	25,33	0,76	1,25	55	69
32	Горинь-сmt Ямпіль	1400	3,15	40	1,60	48	49,87	25,94	-0,13	1,18	43	51
34	Горинь-с.Деражне	9160	3,96	49	1,69	45	50,32	26,39	0,32	1,22	54	66
35	Вирка-с.Сварині	231	2,37	38	1,58	46	51,28	26,18	1,28	1,30	35	46
36	Случ-с.Велика Клітна	232	2,37	41	1,61	50	49,70	26,53	-0,30	1,16	35	41
37	Случ-с.Громада	2480	3,39	42	1,62	50	49,78	27,16	-0,22	1,17	46	54
40	Хомора-сmt Понінка	1410	3,15	44	1,64	50	50,03	27,11	0,03	1,19	43	52
41	Тня-с.Броники	982	2,99	38	1,58	50	50,43	28,06	0,43	1,23	42	51
43	Льва-с.Осницьк	276	2,44	35	1,54	45	51,17	27,19	1,17	1,29	36	46
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	2,89	37	1,57	46	50,85	27,69	0,85	1,26	40	51
47	Уж-сmt Поліське	5690	3,76	46	1,66	48	50,97	28,70	0,97	1,27	51	65
49	Норин-с.Славенщина	804	2,91	35	1,54	49	51,28	28,71	1,28	1,30	41	53
51	Ілля-с.Луб'янка	300	2,48	39	1,59	60	51,37	29,61	1,37	1,31	36	47
52	Тетерів-с.Троща	227	2,36	37	1,57	50	49,84	28,04	-0,16	1,18	35	41
55	Тетерів-сmt Іванків	12400	4,09	55	1,74	54	50,34	28,89	0,34	1,22	56	68

Продовження таблиці И.1

№ з/П	k_{η}	$\eta_{0к}$	η_k	$t_{пр}, ^\circ C$	$S_{м пр},$ мм	$X_{пр},$ мм	$\Sigma X_{пр},$ мм	$\Sigma X(III-V)_{к},$ мм	K_S	$\Sigma X_{пр}$ $K_S, мм$	$S_{м} + \Sigma X,$ мм	$S_{м пр} + \Sigma X_{пр},$ мм	$\eta_{пр}$	$k_{зм} S_{м}$	$k_{зм} \eta$	$k_{зм} S_{м} \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
19	0,59	0,82	0,48	9,3	29	740	163	140	0,37	61	82	89	0,46	1,09	0,96	1,04
20	0,61	0,80	0,49	9,4	28	735	162	137	0,35	57	81	85	0,45	1,05	0,92	0,97
25	0,50	0,85	0,42	9,3	29	725	160	140	0,44	70	101	99	0,46	0,97	1,09	1,06
27	0,44	0,80	0,35	9,5	26	700	154	134	0,48	74	104	100	0,44	0,96	1,25	1,20
28	0,41	0,80	0,33	9,4	28	710	156	136	0,51	79	106	106	0,45	1,00	1,35	1,36
32	0,54	0,65	0,35	9,7	24	690	152	131	0,39	59	99	83	0,42	0,84	1,18	0,99
34	0,43	0,78	0,33	9,7	24	695	153	134	0,49	75	111	99	0,42	0,89	1,26	1,13
35	0,66	1,00	0,66	9,4	28	720	158	140	0,33	52	92	79	0,45	0,86	0,68	0,59
36	0,66	0,80	0,53	9,9	21	655	144	130	0,32	46	91	67	0,40	0,74	0,76	0,56
37	0,51	0,70	0,36	10,0	20	650	143	130	0,42	60	104	80	0,39	0,76	1,09	0,83
40	0,54	0,80	0,43	9,9	21	665	146	132	0,39	57	102	79	0,40	0,77	0,92	0,71
41	0,57	0,81	0,46	9,8	23	665	146	134	0,38	56	101	78	0,41	0,77	0,89	0,69
43	0,65	1,00	0,65	9,4	28	715	157	139	0,33	52	91	80	0,45	0,88	0,70	0,61
44	0,58	1,00	0,58	9,5	26	705	155	137	0,37	58	97	84	0,44	0,87	0,76	0,65
47	0,46	0,89	0,41	9,6	25	700	154	138	0,47	73	113	98	0,43	0,86	1,06	0,91
49	0,58	1,00	0,58	9,4	28	715	157	140	0,38	59	102	87	0,45	0,85	0,78	0,66
51	0,64	0,87	0,56	9,3	29	705	155	140	0,34	52	107	81	0,46	0,76	0,82	0,62
52	0,66	0,60	0,39	10,1	19	640	141	131	0,32	45	91	63	0,38	0,69	0,96	0,66
55	0,41	0,79	0,32	9,9	21	650	143	134	0,51	73	122	94	0,40	0,77	1,24	0,96

Продовження таблиці И.1

№ з/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
57	Гуйва-с.Городківка	312	2,50	39	1,59	50	49,81	28,85	-0,19	1,17	36	43
58	Ірша-сmt Володарськ-Волинський	208	2,32	35	1,54	50	50,52	24,40	0,52	1,23	35	43
61	Ірпінь-с.Мостище	2840	3,45	42	1,62	55	50,25	29,79	0,25	1,21	47	57
74	Неруса-с.Радогощ	1020	3,01	44	1,64	60	50,51	35,04	0,51	1,23	42	52
75	Сєв-с.Новоямське	1150	3,06	48	1,68	62	52,02	34,51	2,02	1,36	42	58
80	Івотка-с.Івот	1260	3,10	39	1,59	70	51,94	33,94	1,94	1,35	43	58
82	Убідь-с.Кудрівка	970	2,99	39	1,59	60	51,81	32,67	1,81	1,34	42	56
83	Сейм-с.Гущине	375	2,58	42	1,62	73	51,25	37,31	1,25	1,30	37	48
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	3,37	52	1,72	78	51,32	37,04	1,32	1,30	46	60
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	3,69	50	1,70	75	51,49	36,80	1,49	1,32	50	66
86	Сейм-с.Ришково	7460	3,87	58	1,76	78	51,73	36,65	1,73	1,34	53	70
88	Сейм-с.Мутин	25600	4,41	79	1,90	60	51,89	35,42	1,89	1,35	61	82
89	Полная-с.Губанівка	333	2,52	43	1,63	70	51,36	36,29	1,36	1,31	37	48
90	Рать-с.Беседіно	630	2,80	45	1,65	77	51,73	36,67	1,73	1,34	39	53
92	Тускар-м.Курськ	2380	3,38	50	1,70	73	52,00	36,41	2,00	1,36	46	63
93	Снова-с.Щурово	781	2,89	44	1,64	90	52,24	36,30	2,24	1,38	40	56
96	Реут-с.Любицька	960	2,98	47	1,67	60	51,49	35,87	1,49	1,32	41	55
98	Свапа-с.Локтіоново	419	2,62	46	1,66	80	52,32	36,02	2,32	1,39	38	52
100	Свапа-с.Старий Город	3690	3,57	50	1,70	65	52,28	35,55	2,28	1,38	48	67
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	3,39	45	1,65	60	51,63	34,13	1,63	1,33	46	61
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	3,85	57	1,76	60	52,21	32,26	2,21	1,38	52	72
106	Рєвна-с.Залізний міст	380	2,58	44	1,64	60	52,27	32,83	2,27	1,38	37	52
107	Білоус-с.Кошівка	526	2,72	39	1,59	60	51,65	31,00	1,65	1,33	39	51
108	Остер-с.Кривицьке	2750	3,44	56	1,75	60	51,03	31,93	1,03	1,28	47	60
109	Стугна-с.Здорівка	186	2,27	37	1,57	58	50,15	30,12	0,15	1,20	34	41

Продовження таблиці И.1

№ з/П	k_{η}	η_{0k}	η_k	$t_{\text{пр}}, ^\circ\text{C}$	$S_{\text{м пр}},$ мм	$X_{\text{пр}},$ мм	$\Sigma X_{\text{пр}}$	$\Sigma X(\text{III-V})_k$	K_S	$\Sigma X_{\text{пр}}$ K_S	$S_{\text{м}} + \Sigma X$	$S_{\text{м пр}} + \Sigma X_{\text{пр}}$	$\eta_{\text{пр}}$	$k_{\text{ЗМ}} S_{\text{м}}$	$k_{\text{ЗМ}} \eta$	$k_{\text{ЗМ}} S_{\text{м}} \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
57	0,64	0,70	0,45	10,3	16	630	139	130	0,33	45	93	62	0,36	0,67	0,80	0,53
58	0,66	0,83	0,55	9,5	26	730	161	135	0,32	51	93	77	0,44	0,83	0,80	0,66
61	0,50	0,70	0,35	10,0	20	635	140	133	0,43	60	112	80	0,39	0,71	1,11	0,79
74	0,56	1,00	0,56	9,9	21	650	143	135	0,38	55	112	76	0,40	0,68	0,71	0,48
75	0,56	0,87	0,48	8,5	39	710	156	144	0,40	62	120	101	0,54	0,84	1,12	0,94
80	0,55	0,60	0,33	8,6	37	700	154	144	0,40	62	128	99	0,53	0,78	1,61	1,25
82	0,57	0,78	0,44	8,7	36	700	154	143	0,39	60	116	96	0,52	0,83	1,18	0,98
83	0,63	0,78	0,49	9,4	28	665	146	140	0,35	51	121	78	0,45	0,64	0,92	0,59
84	0,51	0,80	0,41	9,3	29	670	147	140	0,43	63	138	92	0,46	0,67	1,12	0,75
85	0,47	0,80	0,37	9,3	29	680	150	141	0,47	70	141	99	0,46	0,70	1,23	0,86
86	0,44	0,81	0,36	9,1	31	675	149	143	0,49	73	148	104	0,48	0,70	1,35	0,95
88	0,36	1,00	0,36	8,8	35	700	154	144	0,57	88	142	123	0,51	0,87	1,41	1,22
89	0,63	0,86	0,55	9,3	29	675	149	140	0,34	51	118	79	0,46	0,67	0,84	0,57
90	0,59	0,83	0,49	9,0	32	685	151	143	0,37	56	130	88	0,49	0,68	0,99	0,68
92	0,51	0,89	0,45	8,6	37	695	153	144	0,43	66	136	104	0,53	0,76	1,17	0,89
93	0,58	0,91	0,53	8,3	41	710	156	146	0,38	60	146	101	0,56	0,69	1,06	0,74
96	0,57	0,85	0,48	9,3	29	680	150	141	0,39	58	115	87	0,46	0,76	0,95	0,72
98	0,62	0,94	0,58	8,2	42	735	162	146	0,36	58	132	100	0,57	0,76	0,98	0,74
100	0,48	1,00	0,48	8,2	42	730	161	146	0,46	74	132	116	0,57	0,88	1,18	1,04
103	0,51	0,81	0,41	9,0	32	690	152	142	0,43	66	121	98	0,49	0,81	1,19	0,96
105	0,44	0,82	0,36	8,3	41	725	160	146	0,50	79	132	120	0,56	0,91	1,55	1,41
106	0,63	1,00	0,63	8,2	42	725	160	146	0,35	56	112	99	0,57	0,88	0,91	0,81
107	0,61	0,40	0,24	9,1	31	700	154	142	0,36	56	111	87	0,48	0,78	1,98	1,55
108	0,50	0,43	0,22	9,4	28	675	149	138	0,43	64	120	92	0,45	0,77	2,08	1,60
109	0,67	0,51	0,34	10,1	19	625	138	133	0,31	43	99	62	0,38	0,62	1,10	0,69

Продовження таблиці И.1

№ з/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
110	Трубіж-с.Заворичі	476	2,68	49	1,69	57	50,79	31,25	0,79	1,26	38	48
113	Ільта-с.Селичівка	230	2,36	42	1,62	57	50,36	31,07	0,36	1,22	35	43
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	4,01	49	1,69	53	49,61	30,06	-0,39	1,16	55	63
119	Роська-с.Скала	309	2,49	39	1,59	50	49,29	29,28	-0,71	1,13	36	41
120	Роставиця-с.Матюші	1390	3,14	46	1,66	50	49,75	29,35	-0,25	1,17	43	51
121	Росава-сmt Миронівка	846	2,93	40	1,60	51	49,78	30,86	-0,22	1,17	41	48
122	Супій-с.Піщане	1900	3,28	42	1,62	53	50,27	31,75	0,27	1,21	45	54
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	2,88	31	1,49	47	49,23	31,28	-0,77	1,12	40	45
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	2,64	45	1,65	52	49,88	32,10	-0,12	1,18	38	45
125	Сула-с.Зеленківка	427	2,63	40	1,60	60	50,84	34,34	0,84	1,26	38	48
127	Сула-с.Снітин	6540	3,82	76	1,88	55	50,62	33,38	0,62	1,24	52	64
129	Терн-с.Будки	840	2,92	50	1,70	56	50,03	33,86	0,03	1,19	41	49
130	Ромен-м.Ромни	1650	3,22	49	1,69	57	50,94	33,09	0,94	1,27	44	56
131	Удай-м.Прилуки	1520	3,18	59	1,77	55	50,80	32,17	0,80	1,26	44	55
132	Удай-с.Курінька	6120	3,79	78	1,89	54	50,57	32,39	0,57	1,24	51	64
134	Многа-с.Вороньки	506	2,71	45	1,65	52	50,30	32,89	0,30	1,22	39	47
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	3,25	44	1,64	47	48,97	32,09	-1,03	1,10	45	49
140	Псел-м.Обоянь	1100	3,04	45	1,65	70	51,15	36,77	1,15	1,29	42	54
142	Псел-м.Суми	7770	3,89	52	1,72	60	51,13	35,91	1,13	1,29	53	68
143	Псел-м.Гадяч	11300	4,05	56	1,75	59	50,87	35,52	0,87	1,26	55	70
148	Хорол-м.Миргород	1740	3,24	56	1,75	52	50,36	33,72	0,36	1,22	44	54
149	Говтва-с.Михнівка	1560	3,19	50	1,70	48	49,73	34,26	-0,27	1,17	44	51
151	Ворскла-с.Козінка	1870	3,27	49	1,69	66	50,61	36,04	0,61	1,24	45	56
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	4,13	66	1,82	58	50,01	35,32	0,01	1,19	56	67
156	Мерло-м.Богодухів	309	2,49	38	1,58	50	50,19	35,68	0,19	1,21	36	44

Продовження таблиці И.1

№ з/П	k_{η}	η_{0k}	η_k	$t_{пр}, ^\circ C$	$S_{m пр},$ мм	$X_{пр},$ мм	$\Sigma X_{пр}$	$\Sigma X(III-V)_k$	K_S	$\Sigma X_{пр}$ K_S	$S_m + \Sigma X$	$S_{m пр} + \Sigma X_{пр}$	$\eta_{пр}$	$k_{зм} S_m$	$k_{зм} \eta$	$k_{зм} S_m \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
110	0,61	0,31	0,19	9,6	25	660	145	137	0,35	51	105	76	0,43	0,72	2,26	1,64
113	0,66	0,20	0,13	10,0	20	645	142	134	0,32	45	100	66	0,39	0,66	2,95	1,94
118	0,42	0,61	0,26	10,5	14	595	131	129	0,49	64	116	78	0,34	0,67	1,32	0,89
119	0,64	0,62	0,40	10,8	10	580	128	127	0,32	41	91	52	0,31	0,57	0,77	0,44
120	0,54	0,62	0,34	10,3	16	600	132	130	0,39	51	101	68	0,36	0,67	1,06	0,71
121	0,58	0,29	0,17	10,4	15	600	132	130	0,37	49	99	64	0,35	0,64	2,08	1,34
122	0,52	0,31	0,16	10,0	20	645	142	133	0,41	58	107	78	0,39	0,73	2,39	1,73
123	0,58	0,45	0,26	10,9	9	580	128	127	0,36	46	92	55	0,30	0,59	1,13	0,67
124	0,62	0,29	0,18	10,3	16	625	138	131	0,34	47	97	63	0,36	0,66	1,99	1,31
125	0,62	0,65	0,40	9,6	25	665	146	137	0,35	51	108	76	0,43	0,71	1,07	0,75
127	0,45	0,61	0,27	9,7	24	660	145	136	0,48	69	119	93	0,42	0,78	1,54	1,19
129	0,58	0,58	0,33	10,1	19	640	141	132	0,37	52	105	71	0,38	0,68	1,13	0,77
130	0,53	0,50	0,27	9,4	28	670	147	138	0,41	60	113	88	0,45	0,77	1,68	1,30
131	0,54	0,45	0,24	9,5	26	665	146	137	0,40	59	110	85	0,44	0,77	1,81	1,40
132	0,45	0,41	0,18	9,7	24	650	143	135	0,47	67	118	91	0,42	0,77	2,26	1,75
134	0,61	0,61	0,37	9,9	21	645	142	134	0,35	50	99	71	0,40	0,72	1,07	0,77
137	0,53	0,50	0,26	11,1	7	585	129	125	0,39	51	96	57	0,28	0,59	1,04	0,62
140	0,56	0,80	0,45	9,4	28	660	145	139	0,39	57	124	84	0,45	0,68	1,00	0,68
142	0,44	0,78	0,34	9,5	26	670	147	139	0,49	72	128	98	0,44	0,77	1,29	0,99
143	0,41	0,71	0,29	9,6	25	665	146	137	0,51	74	129	100	0,43	0,77	1,46	1,13
148	0,53	0,70	0,37	9,9	21	650	143	134	0,41	58	106	79	0,40	0,75	1,07	0,80
149	0,54	0,80	0,43	10,5	14	620	136	130	0,39	54	99	68	0,34	0,68	0,78	0,54
151	0,53	0,61	0,32	9,8	23	650	143	135	0,41	59	122	81	0,41	0,67	1,27	0,85
153	0,40	0,60	0,24	10,3	16	630	139	132	0,51	71	125	87	0,36	0,70	1,49	1,03
156	0,64	0,62	0,40	10,2	18	635	140	133	0,33	46	94	64	0,37	0,68	0,93	0,63

Продовження таблиці И.1

№ з/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	3,20	55	1,74	50	49,17	36,07	-0,83	1,12	44	49
159	Оріль-с.мт Царичанка	9100	3,96	62	1,79	50	49,28	35,36	-0,72	1,13	54	61
160	Берестова-м.Красноград	1050	3,02	44	1,64	50	49,48	35,82	-0,52	1,15	42	48
162	Самара-с.Коханівка	1430	3,16	49	1,69	40	49,67	36,82	-0,33	1,16	43	50
163	Самара-с.Кочережки	19800	4,30	61	1,79	35	48,12	36,63	-1,88	1,03	59	61
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	2,97	46	1,66	40	48,67	36,35	-1,33	1,08	41	44
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	3,43	42	1,62	32	47,70	37,07	-2,30	0,99	47	46
170	Солона-с.Новопавлівка	680	2,83	40	1,60	36	48,19	37,11	-1,81	1,04	40	41
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	2,43	44	1,64	37	48,17	35,68	-1,83	1,03	36	37
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	2,58	39	1,59	48	48,89	35,17	-1,11	1,10	37	41
176	Кінська-м.Пологи	353	2,55	39	1,59	29	47,38	36,43	-2,62	0,97	37	36
177	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	3,02	42	1,62	35	48,23	34,18	-1,77	1,04	42	44
178	Інгулець-с.Олександр-Степанівка	1400	3,15	46	1,66	43	48,76	32,75	-1,24	1,08	43	47
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	3,97	50	1,70	39	48,27	33,25	-1,73	1,04	54	56

Кінець таблиці И.1

№ з/П	k_{η}	η_{0k}	η_k	$t_{пр}, ^\circ C$	$S_{m пр},$ мм	$X_{пр},$ мм	$\Sigma X_{пр}$	$\Sigma X(III-V)_k$	K_S	$\Sigma X_{пр}$ K_S	$S_m + \Sigma X$	$S_{m пр} + \Sigma X_{пр}$	$\eta_{пр}$	$k_{3m} S_m$	$k_{3m} \eta$	$k_{3m} S_m \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
158	0,54	0,60	0,32	11,0	8	590	130	126	0,39	51	99	58	0,29	0,59	0,89	0,52
159	0,43	0,38	0,16	11,0	8	600	132	127	0,48	63	111	71	0,29	0,64	1,77	1,13
160	0,56	0,48	0,27	10,7	12	605	133	128	0,37	50	98	61	0,32	0,63	1,17	0,73
162	0,54	0,40	0,22	10,6	13	605	133	130	0,39	52	90	65	0,33	0,71	1,51	1,08
163	0,38	0,32	0,12	12,0	0	550	121	120	0,51	61	96	61	0,18	0,64	1,53	0,98
165	0,57	0,50	0,28	11,5	2	570	125	123	0,36	45	84	47	0,24	0,56	0,82	0,46
169	0,50	0,30	0,15	12,3	0	545	120	117	0,40	48	78	48	0,15	0,61	1,02	0,62
170	0,59	0,32	0,19	11,9	0	555	122	120	0,34	42	77	42	0,19	0,54	1,03	0,56
173	0,65	0,40	0,26	12,0	0	555	122	120	0,31	38	74	38	0,18	0,51	0,71	0,36
174	0,63	0,30	0,19	11,3	4	585	129	125	0,33	42	89	46	0,26	0,52	1,36	0,71
176	0,63	0,30	0,19	12,6	0	525	116	115	0,31	36	65	36	0,12	0,55	0,65	0,36
177	0,56	0,30	0,17	11,9	0	555	122	120	0,36	44	79	44	0,19	0,56	1,15	0,65
178	0,54	0,63	0,34	11,3	4	590	130	124	0,38	49	90	53	0,26	0,59	0,75	0,44
181	0,42	0,60	0,25	11,8	0	565	124	121	0,47	58	95	58	0,20	0,61	0,80	0,49

Примітка: Середнє значення коефіцієнтів змін стоку по басейнах:

Прип'ять	0,83
Десна	0,94
Дніпро (нижче Десни до гирла)	0,89

Таблиця И.2 - Модель RASMO2, сценарій RCP 4.5 на період до 2050р. відносно 2010р.

№ з/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	Вижівка- смт Стара Вижівка	722	2,86	43	1,63	30	51,30	24,28	1,30	1,30	40	52
20	Тур'я-с.Ягідне	502	2,70	41	1,61	32	50,90	24,47	0,90	1,27	38	49
25	Стохід-смт Любешів	2970	3,47	55	1,74	40	51,28	25,10	1,28	1,30	47	61
27	Стир-м.Луцьк	7200	3,86	54	1,73	40	50,33	25,33	0,33	1,22	52	64
28	Стир-с.Млинок	10900	4,04	59	1,77	37	50,76	25,33	0,76	1,25	55	69
32	Горинь-смт Ямпіль	1400	3,15	40	1,60	48	49,87	25,94	-0,13	1,18	43	51
34	Горинь-с.Деражне	9160	3,96	49	1,69	45	50,32	26,39	0,32	1,22	54	66
35	Вирка-с.Сварині	231	2,37	38	1,58	46	51,28	26,18	1,28	1,30	35	46
36	Случ-с.Велика Клітна	232	2,37	41	1,61	50	49,70	26,53	-0,30	1,16	35	41
37	Случ-с.Громада	2480	3,39	42	1,62	50	49,78	27,16	-0,22	1,17	46	54
40	Хомора-смт Понінка	1410	3,15	44	1,64	50	50,03	27,11	0,03	1,19	43	52
41	Тня-с.Броники	982	2,99	38	1,58	50	50,43	28,06	0,43	1,23	42	51
43	Льва-с.Осницьк	276	2,44	35	1,54	45	51,17	27,19	1,17	1,29	36	46
44	Уборть-с.Рудня-Іванівська	776	2,89	37	1,57	46	50,85	27,69	0,85	1,26	40	51
47	Уж-смт Поліське	5690	3,76	46	1,66	48	50,97	28,70	0,97	1,27	51	65
49	Норин-с.Славенщина	804	2,91	35	1,54	49	51,28	28,71	1,28	1,30	41	53
51	Ілля-с.Луб'янка	300	2,48	39	1,59	60	51,37	29,61	1,37	1,31	36	47
52	Тетерів-с.Троща	227	2,36	37	1,57	50	49,84	28,04	-0,16	1,18	35	41
55	Тетерів-смт Іванків	12400	4,09	55	1,74	54	50,34	28,89	0,34	1,22	56	68
57	Гуйва-с.Городківка	312	2,50	39	1,59	50	49,81	28,85	-0,19	1,17	36	43
58	Ірша-смт Володарськ-Волинський	208	2,32	35	1,54	50	50,52	24,40	0,52	1,23	35	43
61	Ірпінь-с.Мостище	2840	3,45	42	1,62	55	50,25	29,79	0,25	1,21	47	57
74	Неруса-с.Радогощ	1020	3,01	44	1,64	60	50,51	35,04	0,51	1,23	42	52
75	Сєв-с.Новоямське	1150	3,06	48	1,68	62	52,02	34,51	2,02	1,36	42	58
80	Івотка-с.Івот	1260	3,10	39	1,59	70	51,94	33,94	1,94	1,35	43	58

Продовження таблиці И.2

№ з/П	k_{η}	η_{0k}	η_k	$t_{пр}, ^\circ\text{C}$	$S_{m пр},$ мм	$X_{пр},$ мм	$\Sigma X_{пр},$ мм	$\Sigma X(III-V)_k,$ мм	K_S	$\Sigma X_{пр}$ $K_S, мм$	$S_{m} + \Sigma X,$ мм	$S_{m пр} + \Sigma X_{пр},$ мм	$\eta_{пр}$	$k_{3M} S_m$	$k_{3M} \eta$	$k_{3M} S_m \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
19	0,59	0,82	0,48	8,42	40	735	118	140	0,37	44	82	84	0,55	1,02	1,14	1,17
20	0,61	0,80	0,49	8,38	40	729	119	137	0,35	42	81	82	0,55	1,02	1,14	1,16
25	0,50	0,85	0,42	8,35	40	725	119	140	0,44	52	101	93	0,56	0,92	1,32	1,21
27	0,44	0,80	0,35	8,61	37	702	117	134	0,48	56	104	93	0,53	0,90	1,50	1,35
28	0,41	0,80	0,33	8,47	39	715	118	136	0,51	60	106	99	0,54	0,93	1,64	1,53
32	0,54	0,65	0,35	8,21	42	678	120	131	0,39	47	99	89	0,57	0,90	1,61	1,45
34	0,43	0,78	0,33	8,37	40	726	119	134	0,49	58	111	99	0,55	0,89	1,67	1,49
35	0,66	1,00	0,66	7,78	47	725	124	140	0,33	40	92	88	0,61	0,96	0,93	0,90
36	0,66	0,80	0,53	8,32	41	655	119	130	0,32	38	91	79	0,56	0,86	1,06	0,92
37	0,51	0,70	0,36	8,42	40	646	119	130	0,42	49	104	89	0,55	0,85	1,55	1,32
40	0,54	0,80	0,43	8,40	40	660	119	132	0,39	47	102	86	0,55	0,85	1,27	1,08
41	0,57	0,81	0,46	8,19	42	677	120	134	0,38	46	101	88	0,57	0,87	1,25	1,09
43	0,65	1,00	0,65	8,40	40	729	119	139	0,33	40	91	79	0,55	0,87	0,85	0,74
44	0,58	1,00	0,58	8,62	37	717	117	137	0,37	44	97	81	0,53	0,83	0,91	0,76
47	0,46	0,89	0,41	8,52	38	712	118	138	0,47	55	113	94	0,54	0,83	1,33	1,10
49	0,58	1,00	0,58	8,39	40	721	119	140	0,38	45	102	85	0,55	0,83	0,96	0,80
51	0,64	0,87	0,56	8,47	39	704	118	140	0,34	40	107	79	0,54	0,73	0,98	0,72
52	0,66	0,60	0,39	8,52	38	630	118	131	0,32	37	91	76	0,54	0,83	1,36	1,13
55	0,41	0,79	0,32	8,64	37	653	117	134	0,51	59	122	96	0,53	0,79	1,64	1,29
57	0,64	0,70	0,45	8,77	35	614	116	130	0,33	38	93	73	0,51	0,79	1,15	0,91
58	0,66	0,83	0,55	8,57	38	722	117	135	0,32	37	93	75	0,53	0,81	0,97	0,78
61	0,50	0,70	0,35	8,85	34	640	115	133	0,43	49	112	83	0,51	0,74	1,45	1,08
74	0,56	1,00	0,56	8,45	39	653	118	135	0,38	45	112	84	0,55	0,76	0,97	0,73
75	0,56	0,87	0,48	7,57	50	704	126	144	0,40	50	120	100	0,64	0,84	1,31	1,10
80	0,55	0,60	0,33	7,71	48	701	125	144	0,40	50	128	99	0,62	0,77	1,88	1,45

Продовження таблиці И.2

№ п/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
82	Убідь-с.Кудрівка	970	2,99	39	1,59	60	51,81	32,67	1,81	1,34	42	56
83	Сейм-с.Гущине	375	2,58	42	1,62	73	51,25	37,31	1,25	1,30	37	48
84	Сейм-с.Зуєвка	2320	3,37	52	1,72	78	51,32	37,04	1,32	1,30	46	60
85	Сейм-с.Леб'яже	4870	3,69	50	1,70	75	51,49	36,80	1,49	1,32	50	66
86	Сейм-с.Ришково	7460	3,87	58	1,76	78	51,73	36,65	1,73	1,34	53	70
88	Сейм-с.Мутин	25600	4,41	79	1,90	60	51,89	35,42	1,89	1,35	61	82
89	Полная-с.Губанівка	333	2,52	43	1,63	70	51,36	36,29	1,36	1,31	37	48
90	Рать-с.Беседіно	630	2,80	45	1,65	77	51,73	36,67	1,73	1,34	39	53
92	Тускар-м.Курськ	2380	3,38	50	1,70	73	52,00	36,41	2,00	1,36	46	63
93	Снова-с.Щурово	781	2,89	44	1,64	90	52,24	36,30	2,24	1,38	40	56
96	Реут-с.Любицька	960	2,98	47	1,67	60	51,49	35,87	1,49	1,32	41	55
98	Свапа-с.Локтіоново	419	2,62	46	1,66	80	52,32	36,02	2,32	1,39	38	52
100	Свапа-с.Старий Город	3690	3,57	50	1,70	65	52,28	35,55	2,28	1,38	48	67
103	Клевень-с.Шарпівка	2440	3,39	45	1,65	60	51,63	34,13	1,63	1,33	46	61
105	Снов-с.Щорс (Носівка)	7140	3,85	57	1,76	60	52,21	32,26	2,21	1,38	52	72
106	Ревна-с.Залізний міст	380	2,58	44	1,64	60	52,27	32,83	2,27	1,38	37	52
107	Білоус-с.Кошівка	526	2,72	39	1,59	60	51,65	31,00	1,65	1,33	39	51
108	Остер-с.Кривицьке	2750	3,44	56	1,75	60	51,03	31,93	1,03	1,28	47	60
109	Стугна-с.Здорівка	186	2,27	37	1,57	58	50,15	30,12	0,15	1,20	34	41
110	Трубіж-с.Заворичі	476	2,68	49	1,69	57	50,79	31,25	0,79	1,26	38	48
113	Ільта-с.Селичівка	230	2,36	42	1,62	57	50,36	31,07	0,36	1,22	35	43
118	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	10300	4,01	49	1,69	53	49,61	30,06	-0,39	1,16	55	63
119	Роська-с.Скала	309	2,49	39	1,59	50	49,29	29,28	-0,71	1,13	36	41
120	Ростаविця-с.Матюші	1390	3,14	46	1,66	50	49,75	29,35	-0,25	1,17	43	51
121	Росава-с.Миронівка	846	2,93	40	1,60	51	49,78	30,86	-0,22	1,17	41	48

Продовження таблиці И.2

№ з/П	k_η	η_{0k}	η_k	$t_{пр}, ^\circ C$	$S_{m пр},$ мм	$X_{пр},$ мм	$\Sigma X_{пр}$	$\Sigma X(III-V)_k$	K_S	$\Sigma X_{пр}$ K_S	$S_m + \Sigma X$	$S_{m пр} + \Sigma X_{пр}$	$\eta_{пр}$	$k_{3M} S_m$	$k_{3M} \eta$	$k_{3M} S_m \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
82	0,57	0,78	0,44	8,05	44	699	122	143	0,39	47	116	92	0,59	0,79	1,33	1,05
83	0,63	0,78	0,49	7,75	48	671	124	140	0,35	43	121	91	0,62	0,75	1,26	0,95
84	0,51	0,80	0,41	7,86	46	675	123	140	0,43	53	138	99	0,61	0,72	1,48	1,06
85	0,47	0,80	0,37	7,75	48	681	124	141	0,47	58	141	106	0,62	0,75	1,66	1,25
86	0,44	0,81	0,36	7,58	50	686	126	143	0,49	62	148	112	0,63	0,75	1,79	1,35
88	0,36	1,00	0,36	7,57	50	700	126	144	0,57	72	142	122	0,64	0,86	1,76	1,51
89	0,63	0,86	0,55	7,81	47	683	124	140	0,34	42	118	89	0,61	0,76	1,12	0,85
90	0,59	0,83	0,49	7,62	49	686	125	143	0,37	46	130	96	0,63	0,74	1,28	0,94
92	0,51	0,89	0,45	7,32	53	696	128	144	0,43	56	136	109	0,66	0,80	1,46	1,17
93	0,58	0,91	0,53	7,16	55	701	129	146	0,38	50	146	105	0,68	0,72	1,28	0,92
96	0,57	0,85	0,48	7,84	47	687	123	141	0,39	48	115	95	0,61	0,82	1,26	1,04
98	0,62	0,94	0,58	7,18	55	706	129	146	0,36	46	132	101	0,68	0,76	1,16	0,88
100	0,48	1,00	0,48	7,29	53	710	128	146	0,46	59	132	112	0,66	0,85	1,38	1,17
103	0,51	0,81	0,41	8,00	45	694	122	142	0,43	53	121	98	0,59	0,80	1,44	1,15
105	0,44	0,82	0,36	7,78	48	708	124	146	0,50	61	132	109	0,61	0,82	1,70	1,40
106	0,63	1,00	0,63	7,65	49	711	125	146	0,35	44	112	93	0,63	0,84	1,00	0,84
107	0,61	0,40	0,24	8,26	42	702	120	142	0,36	43	111	85	0,57	0,76	2,34	1,78
108	0,50	0,43	0,22	8,60	37	679	117	138	0,43	51	120	88	0,53	0,73	2,46	1,81
109	0,67	0,51	0,34	9,08	32	632	113	133	0,31	35	99	67	0,48	0,67	1,41	0,95
110	0,61	0,31	0,19	9,09	31	670	113	137	0,35	40	105	71	0,48	0,68	2,53	1,71
113	0,66	0,20	0,13	9,47	27	645	110	134	0,32	35	100	62	0,44	0,62	3,36	2,08
118	0,42	0,61	0,26	9,21	30	595	112	129	0,49	55	116	85	0,47	0,73	1,84	1,34
119	0,64	0,62	0,40	8,97	33	594	114	127	0,32	37	91	70	0,49	0,76	1,25	0,95
120	0,54	0,62	0,34	8,97	33	604	114	130	0,39	44	101	77	0,49	0,77	1,46	1,12
121	0,58	0,29	0,17	9,48	27	605	110	130	0,37	40	99	67	0,44	0,68	2,64	1,78

Продовження таблиці И.2

№ з/п	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
122	Супій-с.Піщане	1900	3,28	42	1,62	53	50,27	31,75	0,27	1,21	45	54
123	Вільшанка-с.Мліїв	749	2,88	31	1,49	47	49,23	31,28	-0,77	1,12	40	45
124	Золотоношка-м.Золотоноша	431	2,64	45	1,65	52	49,88	32,10	-0,12	1,18	38	45
125	Сула-с.Зеленківка	427	2,63	40	1,60	60	50,84	34,34	0,84	1,26	38	48
127	Сула-с.Снітин	6540	3,82	76	1,88	55	50,62	33,38	0,62	1,24	52	64
129	Терн-с.Будки	840	2,92	50	1,70	56	50,03	33,86	0,03	1,19	41	49
130	Ромен-м.Ромни	1650	3,22	49	1,69	57	50,94	33,09	0,94	1,27	44	56
131	Удай-м.Прилуки	1520	3,18	59	1,77	55	50,80	32,17	0,80	1,26	44	55
132	Удай-с.Курінька	6120	3,79	78	1,89	54	50,57	32,39	0,57	1,24	51	64
134	Многа-с.Вороньки	506	2,71	45	1,65	52	50,30	32,89	0,30	1,22	39	47
137	Тясмин-с.Велика Яблунівка	1780	3,25	44	1,64	47	48,97	32,09	-1,03	1,10	45	49
140	Псел-м.Обоянь	1100	3,04	45	1,65	70	51,15	36,77	1,15	1,29	42	54
142	Псел-м.Суми	7770	3,89	52	1,72	60	51,13	35,91	1,13	1,29	53	68
143	Псел-м.Гадяч	11300	4,05	56	1,75	59	50,87	35,52	0,87	1,26	55	70
148	Хорол-м.Миргород	1740	3,24	56	1,75	52	50,36	33,72	0,36	1,22	44	54
149	Говтва-с.Михнівка	1560	3,19	50	1,70	48	49,73	34,26	-0,27	1,17	44	51
151	Ворскла-с.Козінка	1870	3,27	49	1,69	66	50,61	36,04	0,61	1,24	45	56
153	Ворскла-м.Кобеляки	13500	4,13	66	1,82	58	50,01	35,32	0,01	1,19	56	67
156	Мерло-м.Богодухів	309	2,49	38	1,58	50	50,19	35,68	0,19	1,21	36	44
158	Оріль-с.Чорноглазівка	1600	3,20	55	1,74	50	49,17	36,07	-0,83	1,12	44	49
159	Оріль-с.мт Царичанка	9100	3,96	62	1,79	50	49,28	35,36	-0,72	1,13	54	61
160	Берестова-м.Красноград	1050	3,02	44	1,64	50	49,48	35,82	-0,52	1,15	42	48
162	Самара-с.Коханівка	1430	3,16	49	1,69	40	49,67	36,82	-0,33	1,16	43	50
163	Самара-с.Кочережки	19800	4,30	61	1,79	35	48,12	36,63	-1,88	1,03	59	61
165	Велика Тернівка-с.Богданівка	924	2,97	46	1,66	40	48,67	36,35	-1,33	1,08	41	44

Продовження таблиці И.2

№ з/П	k_{η}	η_{0k}	η_k	$t_{\text{пр}}, ^\circ\text{C}$	$S_{\text{м пр}},$ мм	$X_{\text{пр}},$ мм	$\Sigma X_{\text{пр}}$	$\Sigma X(\text{III-V})_k$	K_S	$\Sigma X_{\text{пр}}$ K_S	$S_{\text{м}} + \Sigma X$	$S_{\text{м пр}} + \Sigma X_{\text{пр}}$	$\eta_{\text{пр}}$	$k_{\text{зм}} S_{\text{м}}$	$k_{\text{зм}} \eta$	$k_{\text{зм}} S_{\text{м}} \eta$
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
122	0,52	0,31	0,16	9,37	28	641	110	133	0,41	45	107	73	0,45	0,68	2,78	1,89
123	0,58	0,45	0,26	9,53	26	593	109	127	0,36	39	92	65	0,44	0,70	1,66	1,17
124	0,62	0,29	0,18	9,71	24	621	108	131	0,34	37	97	60	0,42	0,62	2,33	1,45
125	0,62	0,65	0,40	8,55	38	668	117	137	0,35	41	108	79	0,54	0,73	1,33	0,98
127	0,45	0,61	0,27	9,03	32	661	113	136	0,48	54	119	86	0,49	0,72	1,79	1,29
129	0,58	0,58	0,33	9,27	29	636	111	132	0,37	41	105	70	0,46	0,67	1,38	0,93
130	0,53	0,50	0,27	8,73	36	673	116	138	0,41	47	113	83	0,52	0,73	1,94	1,42
131	0,54	0,45	0,24	8,92	33	668	114	137	0,40	46	110	79	0,50	0,72	2,06	1,49
132	0,45	0,41	0,18	9,15	31	658	112	135	0,47	53	118	83	0,47	0,71	2,57	1,82
134	0,61	0,61	0,37	9,18	30	645	112	134	0,35	39	99	70	0,47	0,70	1,27	0,90
137	0,53	0,50	0,26	9,95	21	594	106	125	0,39	41	96	62	0,39	0,65	1,49	0,96
140	0,56	0,80	0,45	7,99	45	675	122	139	0,39	48	124	93	0,59	0,75	1,33	0,99
142	0,44	0,78	0,34	8,25	42	677	120	139	0,49	59	128	100	0,57	0,79	1,67	1,31
143	0,41	0,71	0,29	8,51	38	669	118	137	0,51	60	129	98	0,54	0,76	1,84	1,41
148	0,53	0,70	0,37	9,28	29	653	111	134	0,41	45	106	74	0,46	0,70	1,24	0,87
149	0,54	0,80	0,43	9,64	25	622	108	130	0,39	43	99	67	0,43	0,68	0,99	0,67
151	0,53	0,61	0,32	8,61	37	654	117	135	0,41	48	122	85	0,53	0,70	1,65	1,16
153	0,40	0,60	0,24	9,43	27	630	110	132	0,51	56	125	83	0,45	0,67	1,85	1,23
156	0,64	0,62	0,40	8,98	33	637	114	133	0,33	38	94	70	0,49	0,75	1,24	0,93
158	0,54	0,60	0,32	9,9	21	593	106	126	0,39	41	99	62	0,40	0,63	1,23	0,77
159	0,43	0,38	0,16	10,0	20	599	105	127	0,48	50	111	70	0,39	0,63	2,39	1,51
160	0,56	0,48	0,27	9,6	25	606	108	128	0,37	41	98	65	0,43	0,66	1,58	1,05
162	0,54	0,40	0,22	9,5	25	609	109	130	0,39	42	90	68	0,43	0,75	1,99	1,49
163	0,38	0,32	0,12	10,8	10	553	98	120	0,51	50	96	60	0,31	0,63	2,54	1,59
165	0,57	0,50	0,28	9,8	22	573	106	123	0,36	38	84	60	0,40	0,71	1,41	1,00

Продовження таблиці И.2

№ з/П	Річка - пост	F, км ²	lg(F+1)	T _n , діб	lg(T _n)	($\bar{S}_m$) _{карта} , мм	φ°, пн.ш.	λ, зх.д.	(φ-50)°	K _T	T _n , год	Σ $\bar{X}$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
169	Мокрі Яли-х. Грушівський	2660	3,43	42	1,62	32	47,70	37,07	-2,30	0,99	47	46
170	Солона-с.Новопавлівка	680	2,83	40	1,60	36	48,19	37,11	-1,81	1,04	40	41
173	Середня Терса-ж.Роздолля	269	2,43	44	1,64	37	48,17	35,68	-1,83	1,03	36	37
174	Кільчень-с.Олександрівка Перша	376	2,58	39	1,59	48	48,89	35,17	-1,11	1,10	37	41
176	Кінська-м.Пологи	353	2,55	39	1,59	29	47,38	36,43	-2,62	0,97	37	36
177	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	3,02	42	1,62	35	48,23	34,18	-1,77	1,04	42	44
178	Інгулець-с.Олександро-Степанівка	1400	3,15	46	1,66	43	48,76	32,75	-1,24	1,08	43	47
181	Інгулець-с.Могилівка	9280	3,97	50	1,70	39	48,27	33,25	-1,73	1,04	54	56

Кінець таблиці И.2

№ з/П	k _η	η _{0к}	η _к	t _{пр} , °C	S _{m пр} , мм	X _{пр} , мм	ΣX _{пр}	ΣX(III-V) _к	K _S	ΣX _{пр} K _S	Sm+ΣX	S _{m пр} +ΣX _{пр}	η _{пр}	k _{зм} S _m	k _{зм} η	k _{зм} S _m η
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
169	0,50	0,30	0,15	10,8	10	544	98	117	0,40	39	78	48	0,30	0,62	1,99	1,23
170	0,59	0,32	0,19	10,4	15	555	101	120	0,34	35	77	50	0,34	0,64	1,82	1,17
173	0,65	0,40	0,26	10,6	12	556	100	120	0,31	31	74	43	0,32	0,58	1,25	0,73
174	0,63	0,30	0,19	10,3	16	583	102	125	0,33	33	89	49	0,35	0,55	1,87	1,03
176	0,63	0,30	0,19	10,8	10	535	98	115	0,31	30	65	40	0,30	0,62	1,59	0,99
177	0,56	0,30	0,17	10,8	10	556	98	120	0,36	35	79	45	0,30	0,58	1,80	1,04
178	0,54	0,63	0,34	10,2	18	587	104	124	0,38	39	90	57	0,37	0,64	1,08	0,69
181	0,42	0,60	0,25	10,7	12	565	100	121	0,47	46	95	58	0,32	0,61	1,26	0,77

Примітка: Середнє значення коефіцієнтів змін стоку по басейнах:

Прип'ять 1,09

Десна 1,16

Дніпро (нижче Десни до гирла) 1,20

ДОДАТОК К

Оцінка якості методики довгострокових прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра

Таблиця К.1 – Оцінка якості методики довгострокового прогнозу шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Дніпро

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогнозів	σ , мм	$\delta_{доп}$, мм	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)													
79361	Прип'ять-с.Річиця	2210	35	31	21	0,73	71	0,74	70	0,62	75	0,56	77
79365	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	35	22	15	0,71	71	0,70	72	0,72	70	0,74	72
79407	Тур'я-м.Ковель	1480	35	22	15	0,63	78	0,62	80	0,61	79	0,61	80
79424	Стохід-сmt Любешів	2970	35	35	24	0,63	80	0,63	81	0,60	85	0,54	89
79477	Стир-м.Луцьк	7200	35	22	15	0,72	65	0,70	64	0,68	66	0,65	68
79485	Стир-с.Млинок	10900	35	20	14	0,71	70	0,70	72	0,70	70	0,71	67
79518	Горинь-с.Оженін	5860	35	20	14	0,74	70	0,73	71	0,70	69	0,69	70
79521	Горинь-с.Деражне	9160	35	23	15	0,75	72	0,76	74	0,72	70	0,71	70
79545	Случ-м.Новоград-Волинський	7460	26	25	17	0,67	73	0,67	74	0,61	78	0,56	81
79549	Случ-м.Сарни	13300	35	33	22	0,64	71	0,63	72	0,59	81	0,46	85
79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	776	25	37	25	0,82	65	0,81	64	0,80	66	0,80	67
79596	Уборть-с.Перга	2880	35	35	24	0,83	69	0,82	70	0,75	72	0,64	73

Продовження таблиці К.1

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , мм	$\delta_{доп}$, мм	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)													
79694	Уж- м.Коростень	1450	35	29	20	0,68	78	0,68	79	0,62	81	0,54	82
79695	Уж–сmt Поліське	5690	30	33	22	0,85	75	0,86	74	0,70	70	0,67	68
79701	Норин–с.Славенщина	804	35	35	23	0,55	77	0,53	78	0,68	72	0,72	73
80077	Тетерів–м.Житомир	5270	35	27	18	0,70	75	0,68	76	0,75	70	0,81	70
80090	Ірша–с.Українка	2600	35	35	24	0,63	75	0,60	76	0,56	79	0,51	80
80099	Ірпінь–с.Мостище	2810	35	30	20	0,60	77	0,58	78	0,55	79	0,49	80
80295	Рось-с.Фесюри	3900	35	22	15	0,70	72	0,70	73	0,68	71	0,65	72
80302	Рось-м.Корсунь-	10300	35	21	15	0,82	76	0,81	78	0,80	76	0,80	74
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)													
80118	Десна-м.Брянськ	13700	16	47	32	0,96	75	0,80	56	0,85	69	0,57	75
80123	Десна-с.Розльоти	36300	26	26	18	1,30	31	1,12	46	1,14	35	0,76	58
80172	Судость-сmt Погар	5180	16	45	30	0,71	69	0,63	81	0,60	81	0,63	80
80224	Снов-с.Щорс	7140	26	33	22	0,73	69	0,67	69	0,73	62	0,60	73
80198	Сейм–с.Ришкове	7460	22	34	23	0,84	50	0,67	59	0,73	64	0,53	82
80204	Сейм–м.Рильськ	18100	22	32	21	0,90	41	0,90	45	0,94	50	0,63	73
80209	Сейм–с.Мутин	25600	26	39	26	0,81	69	0,80	62	0,96	58	0,49	81
80222	Тускар–м.Курськ	2380	22	40	27	0,85	50	0,88	59	0,80	64	0,40	91
80236	Свапа – с.Старий Город	3690	22	40	27	0,98	55	1,12	55	1,13	50	0,68	68
80255	Клевень-с.Шарпівка	2440	28	37	25	0,84	61	0,70	68	0,61	79	0,58	79

Продовження таблиці К.1

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , мм	$\delta_{доп}$, мм	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)													
80355	Сула-м.Ромни	4020	36	22	15	1,24	33	1,22	39	1,26	39	0,68	61
80359	Сула-м.Лубни	14200	36	23	15	1,41	47	1,08	42	1,10	50	0,57	69
80408	Псел-м.Суми	7770	26	25	17	0,81	61	0,77	61	0,72	65	0,47	77
80412	Псел-с.Гадяч	11300	26	22	15	1,13	46	0,99	62	0,93	65	0,67	58
80421	Псел-с.Запсілля	22400	26	21	14	1,07	69	0,95	77	0,90	73	0,58	77
80432	Хорол - м.Миргород	1740	36	31	21	0,81	61	0,75	67	0,62	75	0,56	78
80447	Ворскла -с.Чернеччина	5790	26	30	20	0,94	42	0,91	38	0,98	42	0,89	54
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)													
80473	Оріль - смт Царичанка	9100	35	28	19	0,58	75	0,57	77	0,53	80	0,54	83
80486	Самара - с.Кочережки	19800	35	12	8	0,78	70	0,78	71	0,75	72	0,74	74
80505	Вовча - смт Васильківка	11600	35	19	13	0,52	78	0,50	80	0,48	81	0,45	86
80513	Мокрі Яли - х.Грушівський	2660	35	13	9	0,45	78	0,48	80	0,40	85	0,37	89
80518	Гайчур - с.Андріївка	2100	35	17	12	0,61	79	0,60	80	0,60	82	0,57	89

Кінець таблиці К.1

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогнозів	σ , мм	$\delta_{доп}$, мм	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)													
80395	Тясмин - с.Велика Яблунівка	1780	35	17	11	0,79	69	1,00	63	0,96	63	0,90	60
80551	Базавлук - с.Катерино-Наталівка	1050	21	12	8	0,94	76	0,83	81	0,81	71	0,70	86
80561	Інгулець - с.Олександростепанівка	1400	23	30	20	0,93	67	0,95	67	0,95	68	0,95	68
80568	Інгулець - м.Кривий Ріг	8600	25	18	12	0,51	80	0,68	72	0,60	80	0,41	84
80571	Інгулець - с.Могиливіка	9280	21	16	11	0,64	74	0,71	78	0,79	74	0,38	96

Таблиця К.2 – Оцінка якості методики довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Дніпро

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , м ³ /с	$\delta_{доп}$, м ³ /с	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)													
79361	Прип'ять - с.Річиця	2210	35/21	57,1	38,5	0,86	72	0,85	71	0,79	75	0,77/0,51	77/76
79365	Прип'ять - с.Люб'язь	6100	35/21	84,3	56,8	0,60	81	0,58	86	0,65	82	0,66/0,44	80/86
79407	Тур'я - м.Ковель	1480	35/21	46,7	31,5	0,48	88	0,43	90	0,41	90	0,42/0,39	91/89
79424	Стохід - смт Любешів	2970	35/21	50,5	34,0	0,91	60	0,91	60	0,80	62	0,90/0,72	60/67
79477	Стир - м.Луцьк	7200	35/21	130	87,6	0,68	80	0,66	83	0,56	86	0,44/0,67	89/87
79485	Стир - с.Млинок	10900	35/21	98,5	66,4	0,89	56	0,89	55	0,80	60	0,72/0,77	60/63
79518	Горинь - с.Оженін	5860	35/21	157	106	0,53	78	0,52	80	0,51	86	0,63/0,37	86/90
79521	Горинь - с.Деражне	9160	35/21	161	108	0,73	78	0,71	80	0,7	75	0,71/0,37	74/86
79545	Случ - м.Новоград-Волинський	7460	26/21	245	165	0,73	70	0,74	69	0,72	73	0,72/0,52	73/76
79549	Случ - м.Сарни	13300	35/21	718	483	0,62	72	0,60	74	0,62	72	0,62/0,47	71/81
79358	Уборть - с.Рудня Іванівська	776	35/21	83.3	56,1	0,87	62	0,88	60	0,89	68	0,89/0,78	69/71
79596	Уборть - с.Перга	2880	35/21	84,3	56,8	0,60	81	0,58	86	0,65	82	0,66/0,44	80/86
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)													
79695	Уж - смт Поліське	5690	30/21	252	170	0,89	56	0,89	57	0,90	77	0,90/0,78	78/82
79701	Норин - с.Славенщина	804	35/21	108	72,8	0,42	90	0,39	94	0,45	87	0,44/0,38	89/91
80077	Тетерів - м.Житомир	5270	35/21	198	133	0,82	60	0,82	60	0,62	80	0,63/0,41	71/90

Продовження таблиці К.2

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , м ³ /с	$\delta_{доп}$, м ³ /с	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)													
80090	Ірша - с.Українка	2600	35/21	165	111	0,71	67	0,70	69	0,70	70	0,66/0,76	77/70
80099	Ірпінь - с.Мостище	2810	35/21	49,0	33,0	0,87	70	0,85	74	0,85	78	0,90/0,77	65/81
80295	Рось - с.Фесюри	3900	35	125	84,2	0,76	75	0,75	77	0,75	76	0,75	71
80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	10300	35	318	214	0,65	72	0,65	77	0,55	80	0,50	85
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)													
80118	Десна - м.Брянськ	13700	21	702	473	0,72	72	0,63	76	0,58	76	0,59	76
80123	Десна - с.Розльоти	36300	31	654	441	0,69	70	0,58	74	0,58	74	0,53	81
80148	Болва - с.Псур	3210	21	115	77,5	0,81	58	0,82	57	0,73	62	0,90	57
80172	Судость - смт Погар	5180	21	273	184	0,76	72	0,75	76	0,81	86	0,70	76
80224	Снов - с.Щорс	7140	31	255	172	0,86	69	0,85	68	0,84	68	0,76	68
80198	Сейм - с.Ришкове	7460	27	457	308	0,67	78	0,59	78	0,56	78	0,55	81
80204	Сейм - м.Рильськ	18100	27	649	438	0,64	71	0,51	82	0,42	93	0,39	93
80209	Сейм - с.Мутин	25600	31	676	456	0,62	70	0,52	71	0,49	84	0,47	90
80222	Тускар - м.Курськ	2380	27	177	119	0,76	71	0,69	70	0,61	85	0,58	93
80236	Свапа - с.Старий Город	3690	27	235	159	0,75	66	0,76	67	0,67	74	0,69	63
80255	Клевень - с.Шарпівка	2440	31	80,7	54,4	0,88	69	0,85	68	0,79	60	0,72	60

Продовження таблиці К.2

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , м ³ /с	$\delta_{доп}$, м ³ /с	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)													
80355	Сула - м.Ромни	4020	41	109	74,0	0,76	81	0,77	74	0,68	73	0,63	84
80359	Сула - м.Лубни	14200	41	157	106	0,66	71	0,60	71	0,49	81	0,57	74
80372	Удай - м.Прилуки	1520	41	25.0	17,0	0,78	73	0,76	74	0,70	71	0,60	84
80408	Псел - м.Суми	7770	41	253	171	0,64	76	0,63	81	0,65	73	0,66	77
80412	Псел - с.Гадяч	11300	41	277	186	0,64	76	0,74	77	0,74	85	0,71	79
80421	Псел - с.Запсілля	22400	41	233	157	0,79	68	0,77	61	0,76	69	0,68	74
80432	Хорол - м.Миргород	1740	41	57.5	38,7	0,88	71	0,89	74	0,69	69	0,55	71
80447	Ворскла - с.Чернеччина	5790	31	198	134	0,71	78	0,70	74	0,68	74	0,68	84
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)													
80473	Оріль - смт Царичанка	9100	25	149	100	0,72	73	0,70	76	0,69	78	0,66	80
80486	Самара - с.Кочережки	19800	25	175	118	0,66	74	0,63	75	0,60	78	0,59	80
80505	Вовча - смт Васильківка	11600	25	(158)	(107)	0,64	72	0,62	72	0,60	76	0,56	76
80513	Мокрі Яли - х.Грушівський	2660	25	55,8	37,6	0,68	73	0,68	71	0,66	75	0,65	76
80518	Гайчур - с. Андріївка	2100	25	97,6	65,8	0,48	80	0,41	88	0,39	90	0,32	96

Кінець таблиці К.2

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору F , км ²	Кількість прогностів	σ , м ³ /с	$\delta_{доп}$, м ³ /с	Дата прогнозу							
						10.02		20.02		28.02		S_m	
						S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %	S/σ	P %
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)													
80561	Інгулець -с.Олександростепанівка	1400	25	53,7	36,2	0,64	73	0,66	75	0,59	75	0,54	76
80568	р.Інгулець - м.Кривий Ріг	8600	25	162	109	0,61	70	0,62	71	059	72	0,55	72
80571	Інгулець - с.Могилівка	9280	23	134	90,3	0,64	74	0,62	74	0,61	76	0,60	78

Примітка. Оцінка прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля дана без врахування похибки у 1964 р., коли максимальні снігозапаси сформувалися тільки до 20 березня.

ДОДАТОК Л

Базова інформація для довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра

Таблиця Л.1 – Базова інформація для довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_L, \%$	$f_B, \%$	φ , в част-ках півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	X_{20} , мм	$(S_0 + X_{10} + X_{20})$, мм	L_0 , см	$(Q_{\text{нб}})_0, \text{м}^3/\text{с}$	Y_0 , мм	$(C_v)_Y$	σ_Y , мм	$(\delta_{\text{дон}})_Y$, мм
Правобережна частина басейну Дніпра															
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)															
79361	Прип'ять-с.Річиця	2210	32	15	51,6	31	28	35	94	49	6,59	41	0,86	31	21
79365	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	26	16	51,8	31	28	51	110	51	11,0	35	0,80	24	16
79407	Тур'я-м.Ковель	1480	17	6	51,0	31	29	27	87	51	4,66	34	0,68	22	15
79424	Стохід-сmt Любешів	2970	35	8	51,4	38	33	44	115	53	9,51	49	0,77	34	23
79477	Стир-м.Луцьк	7200	16	6	50,3	43	33	34	110	51	31,6	41	0,57	22	15
79485	Стир-с.Млинок	10900	24	5	50,7	43	34	54	131	51	40,1	39	0,61	21	14
79513	Горинь-сmt Ямполь	1400	4	1	49,9	49	25	32	106	50	6,18	39	0,61	21	14
79518	Горинь-с.Оженін	5860	17	2	50,1	51	20	35	106	50	24,9	39	0,56	20	14
79521	Горинь-с.Деражне	9160	12	2	50,4	51	22	43	116	50	39,6	43	0,55	23	16
79545	Случ-м.Новоград Волинський	7460	11	9	50,1	47	27	37	111	50	25,1	38	0,74	27	18
79549	Случ-м.Сарни	13300	17	5	50,6	44	28	42	114	52	43,1	52	0,69	34	23
79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	776	19	5	51,3	46	27	35	109	50	3,16	54	0,84	42	28
79596	Уборть-с.Перга	2880	67	4	51,0	54	25	38	117	50	10,9	54	0,76	36	24

Продовження таблиці Л.1

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_n, \%$	$f_b, \%$	φ , в част-ках °півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	X_{20} , мм	$(S_0 + X_{10} + X_{20})$, мм	L_0 , см	$(Q_{ne})_0, \text{м}^3/\text{с}$	Y_0 , мм	$(C_v)_Y$	σ_Y , мм	$(\delta_{don})_Y$, мм
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)															
79694	Уж - м.Коростень	1450	28	2	51,1	48	26	34	108	50	4,23	40	0,73	29	20
79701	Норін -с.Славенщина	804	13	2	51,3	58	24	33	115	51	3,29	53	0,85	36	24
80077	Тетерів - Житомир	5270	16	2	50,0	46	26	36	108	52	14,7	37	0,69	27	18
80605	Тетерів - с.Іванків	7890	21	2	50,2	46	28	40	114	52	34,5	35	0,80	38	26
80090	Ірша - с.Українка	2600	20	2	50,6	46	31	30	107	50	6,67	47	0,81	35	24
80099	Ірпінь - с.Мостище	2810	27	1	50,3	50	26	34	110	50	7,39	23	0,91	30	20
80295	Рось - с.Фесюри	3900	8	1	49,5	53	19	43	115	59	10,4	30	0,73	22	15
80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	10300	10	1	50,1	50	27	55	132	60	23,4	30	0,72	22	15
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)															
80395	р.Тясмин - с.В.Яблунівка	1780	14	1	48,93	41	24	26	91	56	2,78	23	0,79	18	12
80551	р.Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1050	2	0	48,12	33	29	29	91	57	2,78	11	1,13	12	8,0
80561	Інгулець - с.Олександро-	1400	13	1	48,40	43	29	32	104	61	4,10	33	0,86	28	19
80568	р.Інгулець - м.Кривий Ріг	8600	5	1	48,17	34	29	31	94	55	14,8	18	1,21	23	15
80571	р.Інгулець - с.Могиливіка	9280	5	1	48,08	34	30	30	94	55	15,9	20	1,06	21	14

Продовження таблиці Л.1

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_L, \%$	$f_b, \%$	φ , в част-ках °півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	X_{20} , мм	$(S_0 + X_{10} + X_{20})$, мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_{0.2}$, л/(с·км ²)	Y_0 , мм	$(C_v)_Y$	σ_Y , мм	$(\delta_{don})_Y$, мм
Лівобережна частина басейну Дніпра															
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)															
80118	Десна - м.Брянск	13700	40	1	53,83	85	39	54	178	72	2,91	93	0,38	37	25
80123	Десна - м.Розльоти	36300	30	2	53,17	75	43	82	200	73	2,86	82	0,36	27	18
80131	Десна - м.Чернигів	81400	-	-	52,60	75	43	82	200	73	2,14	74	0,36	30	18
80148	Болва - с.Псур	3210	44	1	53,83	85	30	40	155	91	2,70	78	0,34	27	19
80172	Судость - с.Погар	5180	16	6	52,67	73	35	54	162	80	1,79	65	0,51	35	23
80224	Снов - с.Щорс	7140	18	21	52,25	65	36	55	156	73	2,22	58	0,48	27	18
80198	Сейм - м.Ришкове	7460	5	1	51,75	84	27	54	165	92	2,13	67	0,73	34	23
80204	Сейм - м.Рильськ	18100	8	1	51,83	78	32	64	174	92	2,41	70	0,62	34	23
80209	Сейм - м.Мутин	25600	7	1	51,75	77	39	83	199	90	2,22	75	0,78	39	26
80222	Тускар - м.Курськ	2380	5	1	52,08	88	26	48	162	92	2,63	75	0,52	42	28
80236	Свапа - ст.Город	3690	11	2	51,17	79	25	50	154	91	2,87	79	0,49	41	28
80255	Клевень - Шарпівка	2440	8	3	51,83	65	31	45	141	94	2,26	57	0,68	27	18
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)															
80355	Сула - м.Ромни	4020	5	3	50,95	68	35	61	164	75	1,39	45	0,90	22	15
80359	Сула - м.Лубни	14200	7	7	50,55	59	45	84	188	67	1,26	43	0,86	23	16
80372	Удай - м.Прилуки	1520	11	8	50,80	56	38	53	147	75	1,52	43	1,04	22	15
80408	Псел - м.Суми	7770	6	1	51,13	61	33	38	132	70	2,48	48	1,03	25	17
80412	Псел - м.Гадяч	11300	9	1	50,87	54	36	43	133	69	2,09	48	0,96	22	15

Кінець таблиці Л.1

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_L, \%$	$f_b, \%$	φ , в част-ках °півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	X_{20} , мм	$(S_0 + X_{10} + X_{20})$, мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_0$, л/(с·км ²)	Y_0 , мм	$(C_v)_Y$	σ_Y , мм	$(\delta_{don})_Y$, мм
80421	Псел - м.Запсілля	22400	8	3	50,35	55	40	53	148	68	1,51	43	0,81	18	12
80432	Хорол - м.Миргород	1740	5	1	50,36	50	32	51	133	61	0,96	46	1,07	30	20
80447	Ворскла -с.Чернеччина	5790	9	1	50,54	73	32	45	150	75	1,67	47	0,97	26	18
80453	Ворскла -с.Кобеляки	13500	10	3	50,01	70	34	49	153	73	1,75	39	0,82	19	13
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)															
80473	Оріль - смт Царичанка	9100	1	2	49,20	49	30	68	147	58	0,51	27	0,73	19	13
80486	Самара - с.Кочережки	19800	3	1	48,17	34	35	61	130	52	0,35	12	0,90	10	7,0
80505	Вовча - смт Васильківка	11600	3	1	47,85	34	35	45	114	49	0,30	13	1,10	17	11
80513	Мокри Яли - х.Грушівський	2660	2	1	47,50	44	29	37	110	48	0,24	6,4	1,90	12	8,0
80518	Гайчур - с.Андріївка	2100	1	0	47,58	26	34	24	84	48	0,30	11	1,47	16	11

Таблиця Л.2 – Базова інформація для довгострокових максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_n, \%$	$f_0, \%$	φ , в част-ках °півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	$(S_0 + X_{10})$, мм	L_0 , см	$(Q_{ng})_0$, м ³ /с	Q_0 , м ³ /с	$(C_v)Q$	σ_Q , м ³ /с	$(\delta_{дон})Q$, м ³ /с
Правобережна частина басейну Дніпра														
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)														
79361	Прип'ять-с.Річиця	2210	32	15	51,6	31	28	59	49	6,59	51,9	1,12	55,5	37,2
79365	Прип'ять-с.Люб'язь	6100	26	16	51,8	31	28	59	51	11,0	99,2	0,91	82,2	55,4
79407	Тур'я-м.Ковель	1480	17	6	51,0	31	29	60,0	51	4,66	40,3	1,09	44,1	29,7
79424	Стохід-сmt Любешів	2970	35	8	51,4	38	33	72,3	53	9,51	70,8	0,74	50,0	33,7
79477	Стир-м.Луцьк	7200	16	6	50,3	43	33	76,5	51	31,6	141	1,00	136	91,9
79485	Стир-с.Млинок	10900	24	5	50,7	43	34	76,9	51	40,1	176	0,64	97,5	65,7
79513	Горинь-сmt Ямполь	1400	4	1	49,9	49	25	74,0	50	6,18	60,1	1,06	59,9	40,4
79518	Горинь-с.Оженін	5860	17	2	50,1	51	20	72,7	50	24,9	174	0,88	155	104
79521	Горинь-с.Деражне	9160	12	2	50,4	51	22	73	50	39,6	202	0,77	156	105
79545	Случ-м.Новоград Волинський	7460	11	9	50,1	47	27	74	50	25,1	237	1,03	245	165
79549	Случ-м.Сарни	13300	17	5	50,6	44	28	72	52	43,1	669	1,05	696	469
79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	776	19	5	51,3	46	27	73	50	3,16	38,0	1,04	35,9	24,2
79596	Уборть-с.Перга	2880	67	4	51,0	54	25	79	50	10,9	105	0,78	80,1	54,0
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)														
79694	Уж - м.Коростень	1450	28	2	51,1	48	26	74	50	4,23	75,9	0,95	72,5	48,8
79701	Норін -с.Славенщина	804	13	2	51,3	58	24	82	51	3,29	39,9	0,67	27,3	18,4
80077	Тетерів - Житомир	5270	16	2	50,0	46	26	72	52	14,7	236	0,86	193	130

Продовження таблиці Л.2

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_n, \%$	$f_b, \%$	$\varphi, \text{В}$ частках °півн.ш.	$S_0, \text{мм}$	$X_{10}, \text{мм}$	$(S_0 + X_{10}), \text{мм}$	$L_0, \text{см}$	$(Q_{ng})_0, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_0, \text{м}^3/\text{с}$	$(C_v)_Q$	$\sigma_Q, \text{м}^3/\text{с}$	$(\delta_{don})_Q, \text{м}^3/\text{с}$
80605	Тетерів - с.Іванків	12400	21	2	50,2	46	28	74	52	34,5	227	0,80	251	169
80090	Ірша - с.Українка	2600	20	2	50,6	46	31	77	50	6,67	183	0,91	163	110
80099	Ірпінь - с.Мостище	2810	27	1	50,3	50	26	76	50	7,39	54,5	1,32	55,7	37,5
80295	Рось - с.Фесюри	3900	8	1	49,5	53	19	72	59	10,4	120	1,05	124	83,7
80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	10300	10	1	50,1	50	27	77	59	23,4	300	1,44	313	211
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)														
80395	Тясмин -с.В.Яблунівка	1780	14	1	48,93	41	24	65	56	2,78	51,1	1,14	57,9	39,0
80551	Базавлук -с.Катерино-Наталівка	1050	2	0	48,12	33	29	62	57	2,78	25,2	1,36	33,5	22,6
80561	Інгулець -с.Олександро-Степанівка	1400	13	1	48,45	43	29	72	61	4,10	54,3	1,13	74,7	50,3
80568	Інгулець - м.Кривий Ріг	8600	5	1	48,17	34	29	63	57	14,8	183	1,36	201	136
80571	Інгулець -с.Могилівка	9280	5	1	48,08	34	30	64	59	15,9	184	1,10	200	135
Лівобережна частина басейну Дніпра														
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)														
80118	Десна - м.Брянск	13700	40	1	53,83	85	39	124	72	2,91	932	0,66	766	517
80123	Десна - м.Розльоти	36300	30	2	53,17	75	43	118	73	2,86	923	0,66	602	406
80131	Десна - м.Чернігів	81400	-	-	52,60	75	43	118	73	2,14	1760	0,87	1589	1071
80148	Болва - с.Псур	3210	44	1	53,83	85	30	115	91	2,70	238	0,26	110	74,2
80172	Судость - с.Погар	5180	16	6	52,67	73	35	108	80	1,79	388	0,81	294	198
80224	Снов - с.Щорс	7140	18	21	52,25	65	36	101	73	2,22	315	0,97	247	167
80198	Сейм - м.Ришкове	7460	5	1	51,75	84	27	111	92	2,13	619	0,77	510	344
80204	Сейм - м.Рильськ	18100	8	1	51,83	78	32	110	92	2,41	867	0,70	654	441
80209	Сейм - м.Мутин	25600	7	1	51,75	77	39	116	90	2,22	914	0,82	772	520

Кінець таблиці Л.2

Код поста	Річка-пост	$F, \text{км}^2$	$f_L, \%$	$f_{\bar{O}}, \%$	φ , В част-ках °півн.ш.	S_0 , мм	X_{10} , мм	(S_0+X_{10}) , мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_{0,2}$, л/(с·км ²)	Q_0 , м ³ /с	$(C_v)_Q$	σ_Q , м ³ /с	$(\delta_{don})_Q$, м ³ /с
80222	Тускар - м.Курськ	2380	5	1	52,08	88	26	114	92	2,63	274	0,68	200	135
80236	Свапа - ст.Город	3690	11	2	51,17	79	25	104	91	2,87	387	0,74	235	159
80255	Клевень - Шарпівка	2440	8	3	51,83	65	31	96	94	2,26	124	1,00	81,0	54,4
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)														
80355	Сула - м.Ромни	4020	5	3	50,95	68	35	103	75	1,39	134	0,90	104	70,4
80359	Сула - м.Лубни	14200	7	7	50,55	59	45	104	67	1,26	226	0,86	157	106
80372	Удай - м.Прилуки	1520	11	8	50,80	56	38	94	75	1,52	32,0	1,04	23,2	15,6
80408	Псел - м.Суми	7770	6	1	51,13	61	33	94	70	2,48	297	1,03	247	166
80412	Псел - м.Гадяч	11300	9	1	50,87	54	36	90	69	2,09	271	0,96	234	158
80421	Псел - м.Запсілля	22400	8	3	50,35	55	40	95	68	1,51	334	0,81	218	147
80432	Хорол - м.Миргород	1740	5	1	50,36	50	32	82	61	0,96	73,7	1,07	72,0	48,8
80447	Ворскла - с.Чернеччина	5790	9	1	50,54	73	32	105	75	1,67	207	0,97	183	124
80453	Ворскла -с.Кобеляки	13500	10	3	50,01	70	34	104	73	1,75	254	0,82	147	98,9
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)														
80473	Оріль - смт Царичанка	9100	1	2	49,20	49	30	79	58	0,52	159	1,08	172	116
80486	Самара - с.Кочережки	19800	3	1	48,17	34	35	69	52	0,35	126	0,89	96,2	64,8
80505	Вовча - смт Васильківка	11600	3	1	47,85	34	54	68	49	0,30	140	1,86	344	232
80513	Мокри Яли - х.Грушівський	2660	2	1	47,50	44	29	73	48	0,24	32,2	2,40	73,4	49,4
80518	Гайчур - с.Андріївка	2100	1	0	47,58	26	34	60	48	0,30	36,5	2,72	93,4	62,9

ДОДАТОК М

Очікувані значення характеристик весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра

Таблиця М.1 – Очікувані значення шарів стоку (мм)

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення шару стоку	P %	$\delta_{доп}$, мм	Інтервал очікуваних значень (- $\delta_{доп}$, мм)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$,мм)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р.), мм		
								най-більший	серед-ній	наймен-ший
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)										
1	79361	Прип'ять-с.Річиця	42	30-40	21	21	63	152	38	4,1
2	79365	Прип'ять-с.Люб'язь	43	30-40	15	28	58	105	31	1,2
3	79407	Тур'я-м.Ковель	37	30-40	15	22	52	93	32	4,8
4	79424	Стохід-сmt Любешів	51	30-40	24	27	75	183	44	7,5
5	79477	Стир-м.Луцьк	49	25-30	15	34	64	105	38	9,6
6	79485	Стир-с.Млинок	50	20-25	14	36	64	94	35	11
7	79513	Горинь-сmt Ямполь	21	80-90		21	21	112	34	12
8	79518	Горинь-с.Оженін	18	90-95	14	4	32	117	34	9,4
9	79521	Горинь-с.Деражне	18	90-95	15	3	33	118	37	9,7
10	79545	Случ-м.Новоград Волинський	17	80-90	17	0	34	125	31	6,3
11	79549	Случ-м.Сарни	68	25-30	22	46	90	171	48	6,4
12	79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	69	25-30	25	44	94	166	44	4,6
13	79596	Уборть-с.Перга	62	30-40	24	38	86	152	47	4,1
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
14	79694	Уж-м.Коростень	59	20-25	20	39	79	131	35	3,4

Продовження таблиці М.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення шару стоку	P %	$\delta_{доп}$, мм	Інтервал очікуваних значень (- $\delta_{доп}$, мм)	Інтервал очікуваних Значень (+ $\delta_{доп}$,мм)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р.), мм		
								най-більший	середній	найменший
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
15	79701	Норін-с.Славенщина	84	10-20	23	61	107	146	49	5,9
16	80077	Тетерів-Житомир	41	30-40	18	23	59	110	33	4,6
17	80605	Тетерів-с.Іванків	37	30-40	26	11	63	94	34	7,0
18	80090	Ірша-с.Українка	50	30-40	24	26	74	153	41	4,0
19	80099	Ірпінь-с.Мостище	28	25-30	20	8	48	57	20	2,8
20	80295	Рось-с.Фесюри	20	60-70	15	5	35	96	25	5,0
21	80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	16	70-75	15	1	31	98	25	3,6
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)										
22	80118	Десна - м.Брянск	61	80-90	32	29	93	240	96	30
23	80123	Десна-м.Розльоти	53	80-90	18	35	71	179	74	25
24	80131	Десна-м.Чернігів	41	80-90	20	21	61	178	73	24
25	80148	Болва-с.Псур	60	70-75	19	41	79	154	80	34
26	80172	Судость-с.Погар	55	50-60	23	32	78	175	67	14
27	80224	Снов-с.Щорс	46	50-60	18	28	64	140	52	15
28	80198	Сейм-м.Ришкове	27	80-90	23	4	50	173	69	15
29	80204	Сейм-м.Рильськ	16	97-99	23	-7	39	168	72	18
30	80209	Сейм-м.Мутин	20	80-90	26	-7	46	211	65	19
31	80222	Тускар-м.Курськ	15	97-99	28	-13	43	197	78	18
32	80236	Свапа-ст.Город	21	97-99	28	-7	49	202	79	22
33	80255	Клевень-Шарпівка	21	80-90	18	3	39	202	48	13
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)										
34	80355	Сула - м.Ромни	34	40-50	15	19	49	98	39	10

Продовження таблиці М.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення шару стоку	P %	$\delta_{доп}$, мм	Інтервал очікуваних значень ($-\delta_{доп}$, мм)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$,мм)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р.), мм		
								най-більший	серед-ній	наймен-ший
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)										
35	80359	Сула-м.Лубни	34	40-50	16	18	50	141	38	9,0
36	80372	Удай-м.Прилуки	31	40-50	15	16	46	121	41	7,5
37	80408	Псел-м.Суми	16	75-80	17	-1	33	113	40	8,5
38	80412	Псел-м.Гадяч	19	70-75	15	4	34	104	40	13
39	80421	Псел-м.Запсілля	15	80-90	12	3	27	106	37	10
40	80432	Хорол-м.Миргород	27	50-60	20	7	47	150	39	6,3
41	80447	Ворскла-с.Чернеччина	12	80-90	18	-6	30	111	40	12
42	80453	Ворскла-с.Кобеляки	10	80-90	13	-3	23	105	34	9,7
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)										
43	80473	Оріль - смт Царичанка	13	80-90	19	-6	32	110	23	0,5
44	80486	Самара - с.Кочережки	5,6	75-80	8	-2	14	48	11	1,1
45	80505	Вовча - смт Васильківка	2,3	80-90	13	-11	15	86	11	0,9
46	80513	Мокри Яли - х.Грушівський	0,8	60-70	9	-8	10	73	5,8	0,8
47	80518	Гайчур - с.Андріївка	1,1	75-80	12	-11	13	78	10	0,6

Кінець таблиці М.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення шару стоку	P %	$\delta_{доп}$, мм	Інтервал очікуваних значень ($-\delta_{доп}$, мм)	Інтервал очікуваних значень ($+\delta_{доп}$, мм)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р.), мм		
								най-більший	середній	найменший
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)										
48	80395	р.Тясмин-с.В.Яблунівка	20	40-50	12	8,0	-11	77	20	3,9
49	80551	р.Базавлук-с.Катерино-Наталівка	2,2	80-90	8	-5,8	-7,1	44	11	0,7
50	80561	Інгулець-с.Олександростепанівка	13	75-80	20	-7,5	-19	105	33	1,4
51	80568	р.Інгулець-м.Кривий Ріг	3,8	75-80	12	-8,2	-11	89	18	0,4
52	80571	р.Інгулець-с.Могиливіка	5,2	75-80	11	-5,8	-10	80	20	0,3

Таблиця М.2 – Очікувані максимальні витрати води (м³/с) весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення Q_m , м³/с	P_Q %	$\delta_{доп}$, м³/с	Інтервал очікуваних значень (- $\delta_{доп}$, м³/с)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$, м³/с)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р), м³/с		
								най-більший	серед-ній	наймен-ший
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)										
1	79361	Прип'ять-с.Річиця	42,6	10-20	18,2	24,4	60,8	260	42,3	3,34
2	79365	Прип'ять-с.Люб'язь	91,1	40-50	54,8	36,3	146	331	79,1	2,93
3	79407	Тур'я-м.Ковель	38,8	30-40	29,7	9,1	68,5	251	35,5	2,81
4	79424	Стохід-сmt Любешів	60,2	40-50	33,7	26,5	93,9	227	59,0	9,2
5	79477	Стир-м.Луцьк	164	25-30	91,9	71,7	255	876	123	25,0
6	79485	Стир-с.Млинок	218	25-30	65,7	153	284	377	143	34,8
7	79513	Горинь-сmt Ямполь	18,6	70-75	40,4	-21,8	59,0	384	49,3	7,28
8	79518	Горинь-с.Оженін	40,0	80-90	104	-64,4	144	766	142	26,2
9	79521	Горинь-с.Деражне	38,4	90-95	105	-66,9	144	716	162	37,4
10	79545	Случ-м.Новоград Волинський	56,9	80-90	165	-108	222	1040	181	17,0
11	79549	Случ-м.Сарни	1077	10-20	469	608	1546	2910	572	51,3
12	79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	26,6	40-50	24,2	2,4	50,8	144	29,6	1,15
13	79596	Уборть-с.Перга	193	10-20	54,0	139	247	322	88,3	5,00
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
14	79694	Уж-м.Коростень	119	10-20	48,8	69,8	167	283	63,1	1,64
15	79701	Норін-с.Славенщина	70,4	10-20	18,4	52,0	88,8	113	33,2	2,26
16	80077	Тетерів-Житомир	276	30-40	130	146	406	698	144	9,94
17	80605	Тетерів-с.Іванків	257	30-40	169	87,5	426	591	206	30,8

Продовження таблиці М.2

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення Q_m , м³/с	P_Q %	$\delta_{доп}$, м³/с	Інтервал очікуваних значень (- $\delta_{доп}$, м³/с)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$, м³/с)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р), м³/с		
								най-більший	серед-ній	наймен-ший
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
18	80090	Ірша-с.Українка	201	30-40	110	91,7	311	641	153	4,86
19	80099	Ірпінь-с.Мостище	72,1	20-25	37,5	34,6	110	258	42,6	6,42
20	80295	Рось-с.Фесюри	82,8	40-50	83,7	-0,9	167	528	95,7	8,94
21	80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	129	50-60	211,1	-82,1	340	1240	247	19,3
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)										
22	80118	Десна - м.Брянск	429	75-80	473	-44,3	902	2870	981	113
23	80123	Десна-м.Розльоти	462	75-80	406	55,5	868	3470	771	167
24	80131	Десна-м.Чернігів	704	70-75	1071	-367	1775	8090	1710	305
25	80148	Болва-с.Псур	131	95-97	74,2	56,7	205	538	254	71,4
26	80172	Судость-с.Погар	264	50-60	198	65,8	462	1160	413	42,5
27	80224	Снов-с.Щорс	208	50-60	167	40,9	375	1050	245	23,0
28	80198	Сейм-м.Ришкове	86,7	95-97	344	-257	431	2230	658	42
29	80204	Сейм-м.Рильськ	130	97-99	441	-311	571	2810	931	117
30	80209	Сейм-м.Мутин	155	95-97	520	-365	675	3580	756	112
31	80222	Тускар-м.Курськ	32,9	97-99	135	-102	168	824	290	16,3
32	80236	Свапа-ст.Город	65,8	97-99	221	-155	287	1360	442	39,1
33	80255	Клевень-Шарпівка	31,0	80-90	54,4	-23,4	85,4	700	97,8	10,7

Продовження таблиці М.2

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення Q_m , м³/с	P_Q %	$\delta_{доп}$, м³/с	Інтервал очікуваних значень (- $\delta_{доп}$, м³/с)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$, м³/с)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р), м³/с		
								най-більший	серед-ній	наймен-ший
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)										
34	80355	Сула - м.Ромни	41,5	80-90	74,0	-32,5	116	540	108	10,0
35	80359	Сула-м.Лубни	85,9	75-80	138	-52,1	224	1140	184	25,1
36	80372	Удай-м.Прилуки	9,28	75-80	15,6	-6,32	24,9	104	27,7	3,50
37	80408	Псел-м.Суми	65,3	80-90	166	-101	231	1030	236	24,1
38	80412	Псел-м.Гадяч	81,3	75-80	158	-76,7	239	1010	213	34,4
39	80421	Псел-м.Запсілля	80,2	90-95	147	-66,8	227	1100	277	59,8
40	80432	Хорол-м.Миргород	20,6	75-80	48,8	-28,2	69,4	260	60,2	2,24
41	80447	Ворскла-с.Чернеччина	29,0	90-95	124	-95,0	153	768	161	20,4
42	80453	Ворскла-с.Кобеляки	38,1	95-97	98,9	-60,8	137	740	212	35,5
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)										
43	80473	Оріль - смт Царичанка	52,5	80-90	116	-63,5	169	800	125	7,45
44	80486	Самара - с.Кочережки	34,0	90-95	64,8	-30,8	98,8	867	109	9,39
45	80505	Вовча - смт Васильківка	35,0	50-60	232	-197,0	267	2260	113	5,08
46	80513	Мокри Яли - х.Грушівський	5,80	50-60	49,4	-43,6	55,2	365	25,5	0,86
47	80518	Гайчур - с.Андріївка	5,48	50-60	62,9	-57,4	68,4	558	29,8	0,61

Кінець таблиці М.2

№ з/п	Код поста	Річка - пост	Очікуване значення Q_m , м³/с	P_Q %	$\delta_{доп}$, м³/с	Інтервал очікуваних значень ($-\delta_{доп}$, м³/с)	Інтервал очікуваних значень (+ $\delta_{доп}$, м³/с)	Багаторічні характеристики (станом на 2015 р), м³/с		
								най-більший	середній	найменший
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)										
48	80395	Тясмин-с.В.Яблунівка	6,64	80-90	39,0	-32,4	45,6	260	40,6	1,86
49	80551	Базавлук-с.Катерино-Наталівка	1,76	80-90	22,6	-20,8	24,4	152	25,2	0,34
50	80561	Інгулець-с.Олександро-Степанівка	5,43	90-95	50,3	-44,9	55,7	330	54,3	1,16
51	80568	Інгулець-м.Кривий Ріг	29,3	75-80	136	-107	165	1110	183	1,33
52	80571	р.Інгулець-с.Могиливіка	29,4	80-90	135	-106	164	851	184	1,12

ДОДАТОК Н

Оцінка прогнозів характеристик весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра

Таблиця Н.1 – Оцінка прогнозів шарів стоку

№ з/п	Код поста	Річка-пост	$k_{Y_{np}}$	Y_0 , мм	Y_{np} , мм	$Y_{сн}$, мм	δ , мм	$\delta_{дон}$, мм	$\delta/\delta_{дон}$	P_Y %
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)										
1	79361	Прип'ять-с.Річиця	1,02	41	42	62	20	21	0,96	30-40
2	79365	Прип'ять-с.Люб'язь	1,23	35	43	34	-9	15	-0,60	30-40
3	79407	Тур'я-м.Ковель	1,09	34	37	43	6	15	0,40	30-40
4	79424	Стохід-сmt Любешів	1,05	49	51	41	-10	24	-0,44	30-40
5	79477	Стир-м.Луцьк	1,20	41	49	31	-18	15	-1,21	25-30
6	79485	Стир-с.Млинок	1,29	39	50	39	-11	14	-0,81	20-25
7	79513	Горинь-сmt Ямполь	0,53	39	21	21	0,03	12	0,03	80-90
8	79518	Горинь-с.Оженін	0,45	39	18	23	5	14	0,39	90-95
9	79521	Горинь-с.Деражне	0,41	43	18	20	2	15	0,16	90-95
10	79545	Случ-м.Новоград Волинський	0,44	38	17	23	6	17	0,37	80-90
11	79549	Случ-м.Сарни	1,31	52	68	39	-29	22	-1,32	25-30
12	79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	1,27	54	69	46	-23	25	-0,90	25-30
13	79596	Уборть-с.Перга	1,15	54	62	67	5	24	0,20	30-40
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
14	80077	Тетерів-Житомир	1,11	37	41	35	-6	18	-0,34	30-40
15	80302	Рось-м.Корсунь- Шевченківський	0,54	30	16	12	-4	15	-0,27	70-75

Кінець таблиці Н.1

№ з/п	Код поста	Річка-пост	$k_{Y_{np}}$	Y_0 , мм	Y_{np} , мм	Y_{cn} , мм	δ , мм	δ_{don} , мм	δ/δ_{don}	P_Y %
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)										
16	80118	Десна-м.Брянськ	0,66	93	61	50	-11	32	-0,36	80-90
17	80123	Десна-м.Розльоти	0,65	82	53	55	2	18	0,09	80-90
18	80131	Десна-м.Чернігів	0,56	74	41	50	9	20	0,43	80-90
19	80148	Болва-с.Псур	0,77	78	60	69	9	19	0,47	70-75
20	80172	Судость-с.Погар	0,84	65	55	50	-5	23	-0,20	50-60
21	80224	Снов-с.Щорс	0,80	58	46	61	15	18	0,81	50-60
22	80198	Сейм-м.Ришкове	0,41	67	27	48	21	23	0,89	80-90
23	80204	Сейм-м.Рильськ	0,23	70	16	50	34	23	1,47	97-99
24	80209	Сейм-м.Мутин	0,26	75	20	46	27	26	1,02	80-90
25	80222	Тускар-м.Курськ	0,20	75	15	38	23	28	0,82	97-99
26	80255	Клевень-с.Шарпівка	0,37	57	21	48	27	18	1,50	80-90
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)										
27	80359	Сула-м.Лубни	0,79	43	34	35	1	16	0,06	40-50
28	80421	Псел-м.Запсілля	0,34	43	15	54	39	12	3,28	80-90
29	80453	Ворскла-с.Кобеляки	0,26	39	10	46	36	13	2,76	80-90
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)										
30	80473	Оріль – смт Царичанка	0,47	27	13	23	10	19	0,53	80-90
31	80486	Самара –с.Кочережки	0,47	12	5,6	7,5	1,9	8	0,24	75-80

Таблиця Н.2 – Оцінка прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра

№ з/п	Код поста	Річка-пост	$k_{q_{np}}$	$Q_0, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{np}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{сн}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{дон}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta/\delta_{дон}$	$P_Q \%$
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)										
1	79361	Прип'ять-с.Річиця	0,82	52	42,6	67,80	25,2	18,2	0,82	10-20
2	79365	Прип'ять-с.Люб'язь	0,92	99	91,1	61,40	-29,7	54,8	0,92	40-50
3	79407	Тур'я-м.Ковель	0,97	40	38,8	32,30	-6,5	29,7	0,97	30-40
4	79424	Стохід-сmt Любешів	0,85	71	60,2	46,00	-14,2	33,7	0,85	40-50
5	79477	Стир-м.Луцьк	1,16	141	164	54,7	-109	91,9	1,16	25-30
6	79485	Стир-с.Млинок	1,24	176	218	99,4	-119	65,7	1,24	25-30
7	79513	Горинь-сmt Ямполь	0,31	60	18,6	12,5	-6,1	40,4	0,31	70-75
8	79518	Горинь-с.Оженін	0,23	174	40,0	43,4	3,4	104	0,23	80-90
9	79521	Горинь-с.Деражне	0,19	202	38,4	56,9	18,5	105	0,19	90-95
10	79545	Случ-м.Новоград Волинський	0,24	237	56,9	133	76,1	165	0,24	80-90
11	79549	Случ-м.Сарни	1,61	669	1077	300	-777	469	1,61	10-20
12	79358	Уборть-с.Рудня Іванівська	0,70	38	26,6	18,3	-8,3	24,2	0,70	40-50
13	79596	Уборть-с.Перга	1,84	105	193	93,5	-99,7	54,0	1,84	10-20
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)										
14	80077	Тетерів-Житомир	1,17	236	276	101	-175	130	-1,34	30-40
15	80302	Рось-м.Корсунь- Шевченківський	0,43	300	129	76,2	-52,8	211	-0,25	50-60

Кінець таблиці Н.2

№ з/п	Код поста	Річка-пост	$k_{q_{np}}$	$Q_0, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{np}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{сн}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{дон}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta/\delta_{дон}$	$P_Q \%$
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)										
16	80118	Десна-м.Брянск	0,46	932	429	301	-128	473	-0,27	75-80
17	80123	Десна-м.Розльоти	0,50	923	462	512	50,5	406	0,12	75-80
18	80131	Десна-м.Чернігів	0,40	1760	704	780	76,0	1071	0,07	70-75
19	80148	Болва-с.Псур	0,55	238	131	260	129	74,2	1,74	95-97
20	80172	Судость-с.Погар	0,68	388	264	199	-64,8	198	-0,33	50-60
21	80224	Снов-с.Щорс	0,66	315	208	188	-19,9	167	-0,12	50-60
22	80198	Сейм-м.Ришкове	0,14	619	86,7	203	116	344	0,34	95-97
23	80204	Сейм-м.Рильськ	0,15	867	130	460	330	441	0,75	97-99
24	80209	Сейм-м.Мутин	0,17	914	155	280	125	520	0,24	95-97
25	80222	Тускар-м.Курськ	0,12	274	32,9	111	78,1	135	0,58	97-99
26	80255	Клевень-с.Шарпівка	0,25	124	31,0	60,2	29,2	54,4	0,54	80-90
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)										
27	80359	Сула-м.Лубни	0,38	226	85,9	124	38,1	138	0,28	75-80
28	80412	Псел-м.Гадяч	0,30	271	81,3	64,0	-17,3	158	-0,11	75-80
29	80421	Псел-м.Запсілля	0,24	334	80,2	293	213	147	1,45	90-95
30	80453	Ворскла-с.Кобеляки	0,15	254	38,1	217	179	98,9	1,81	95-97
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)										
31	80473	Оріль – смт Царичанка	0,33	159	52,5	76,0	23,5	116	0,20	80-90
32	80486	Самара –с.Кочережки	0,27	126	34,0	41,1	7,08	64,8	0,11	90-95

ДОДАТОК П

Оцінка прогнозу дат початку та проходження весняного водопілля в басейні Дніпра

Таблиця П.1 – Оцінка методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат води

№ з/п	Код поста	Річка - пост	F, км²	Період для перевірних прогнозів	Кількість прогнозів	D _в			D _{ом}		
						r	S, д	P%	r	S, д	P%
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)											
1	79361	Прип'ять - с.Річиця	2210	1961-2000	40	0,9	9	70	0,79	11	70
2	79365	Прип'ять - с.Люб'язь	6100	1961-2000	40	0,92	7	69	0,87	10	72
3	79407	Тур'я - м.Ковель	1480	1961-2000	40	0,76	13	65	0,91	8	80
4	79424	Стохід - смтЛюбешів	2970	1961-2000	40	0,88	13	66	0,84	12	70
5	79477	Стир - м.Луцьк	7200	1961-2000	40	0,92	6	78	0,82	9	78
6	79485	Стир - с.Млинок	10900	1961-2000	40	0,88	8	78	0,89	8	68
7	79513	Горинь - смтЯмпіль	1400	1961-2000	40	0,88	8	65	0,84	9	70
8	79518	Горинь - с.Оженін	5860	1961-2000	40	0,94	6	80	0,88	8	75
9	79521	Горинь - с.Деражне	9160	1961-2000	40	0,94	5	85	0,73	11	70
10	79545	Случ-м.Новоград - Волинський	7460	1961-2000	40	0,92	7	83	0,82	11	83
11	79549	Случ - м.Сарни	13300	1961-2000	40	0,88	8	68	0,9	8	75
12	79596	Уборть - с.Перга	2880	1961-2000	40	0,86	8	75	0,86	9	68
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)											
13	79694	Уж - м.Коростень	1450	1961-2000	40	0,86	8	68	0,74	12	62
14	79701	Норин - с.Славенщина	804	1961-2000	40	0,78	10	65	0,77	11	73
15	80077	Тетерів –Житомир	5270	1961-2000	40	0,9	7	78	0,8	10	68
16	80090	Ірша - с.Українка	2600	1961-2000	40	0,88	7	80	0,77	10	78
17	80099	Ірпінь -с.Мостище	2840	1961-2000	40	0,83	8	70	0,68	11	65
18	80295	Рось - с.Фесюри	3900	1961-2000	40	0,84	8	68	0,72	10	65
19	80302	Рось - м.Корсунь-Шевченківський	10300	1961-2000	40	0,88	9	68	0,74	10	60

Продовження таблиці П.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	F, км²	Період для перевірних прогнозів	Кількість прогнозів	D _e			D _{Om}		
						r	S, д	P%	r	S, д	P%
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)											
20	80118	Десна - м.Брянськ	13700	1960-1980	21	0,80	8	52	0,57	12	43
21	80123	Десна - с.Розльоти	36300	1961-2000	40	0,95	7	68	0,55	14	50
22	80148	Болва - с.Псур	3210	1960-1980	21	0,70	10	57	0,60	11	38
23	80172	Судость - смт Погар	5180	1965-1980	16	0,85	5	69	0,90	6	71
24	80224	Снов - м.Сновськ (Щорс)	7140	1965-2000	36	0,91	8	58	0,89	10	68
25	80198	Сейм - с.Ришково	7460	1961-1980	20	0,90	7	62	0,50	14	33
26	80204	Сейм - м.Рильськ	18100	1961-1980	20	0,90	5	76	0,52	12	38
27	80209	Сейм - с.Мутин	25600	1961-2000	40	0,98	6	91	0,78	11	45
28	80222	Тускар - м.Курськ	2380	1960-1975	16	0,93	4	88	0,92	5	69
29	80236	Свапа - с.Старий Город	3690	1960-1980	21	0,89	6	67	0,83	7	71
30	80255	Клевень - с.Шарпівка	2440	1960-1990	31	0,86	7	58	0,91	6	71
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)											
31	80355	Сула - м.Ромни	4020	1961-2000	40	0,92	6	66	0,75	11	66
32	80359	Сула - м.Лубни	14200	1961-2000	40	0,91	9	59	0,77	10	41
33	80372	Удай - м.Прилуки	1520	1960-2000	39	0,87	8	67	0,63	16	49
34	80408	Псел - м.Суми	7770	1961-2000	40	0,91	8	68	0,84	7	73
35	80412	Псел - м.Гадяч	11300	1961-2000	40	0,93	5	79	0,80	10	39
36	80421	Псел - м.Запсілля	21800	1961-2000	40	0,94	7	74	0,58	15	28
37	80432	Хорол - м.Миргород	1740	1961-2000	40	0,92	9	72	0,79	10	62
38	80447	Ворскла - с.Чернеччина	5790	1961-2000	40	0,92	7	70	0,81	8	63
39	80453	Ворскла - с.Кобеляки	13500	1961-2000	40	0,93	7	68	0,60	9	59

Кінець таблиці П.1

№ з/п	Код поста	Річка - пост	F, км²	Період для перевірних прогнозів	Кількість прогнозів	D _e			D _{Om}		
						r	S, д	P%	r	S, д	P%
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)											
40	80473	Оріль - смт Царичанка	9100	1961-2000	40	0,90	8	75	0,89	8	75
41	80486	Самара - с.Кочережки	19800	1961-2000	40	0,90	7	80	0,73	4	75
42	80505	Вовча - смт Васильківка	11600	1961-2000	40	0,86	8	78	0,62	11	55
43	80513	Мокрі Яли - х.Грушівський	2660	1961-2000	40	0,86	8	80	0,82	10	65
44	80518	Гайчур - с.Андріївка	2160	1961-2000	40	0,88	9	68	0,65	12	70
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)											
45	80395	р.Тясмин - с.В.Яблунівка	1780	1961-2000	40	0,95	6	78	0,77	9	68
46	80551	р.Базавлук - с.Катерино-Наталівка	1050	1961-1986	26	0,97	6	73	0,78	10	85
47	80561	Інгулець - с.Олександро-Степанівка	1400	1961-1988	28	0,95	7	82	0,85	9	82
48	80568	р.Інгулець - м.КривийРіг	8600	1961-1990	30	0,98	4	93	0,85	10	74
49	80571	р.Інгулець - с.Могилівка	9280	1961-1988	28	0,94	6	79	0,78	10	60

ДОДАТОК Р

Очікувані строки проходження весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра

Таблиця Р.1 – Очікувані строки початку весняного водопілля (дата складання прогнозу – D_{S_m})

№ з/п	Річка	Пункт	D'_e	$P\%$	Дати початку підйому			$\Delta D'_e$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама піздня				
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)											
1	Прип'ять	с.Річиця	11.бер	44	26.січ.2002	03.бер	03.квіт.1996	9	6	5.бер	17.бер
2	Прип'ять	с.Люб'язь	11.бер	42	26.січ.2002	03.бер	07.квіт.1996	8	6	5.бер	17.бер
3	Турія	м.Ковель	15.бер	30	26.січ.2002	03.бер	04.квіт.1996	13	6	9.бер	21.бер
4	Стохід	сmt Любешів	15.бер	38	26.січ.2002	05.бер	03.квіт.1996	11	6	9.бер	21.бер
5	Стир	м.Луцьк	13.бер	26	27.січ.2002	28.лют	02.квіт.1952	13	6	7.бер	19.бер
6	Стир	с.Млинок	17.бер	26	27.січ.2002	02.бер	03.квіт.1996	16	6	11.бер	23.бер
7	Горинь	сmt Ямпіль	11.бер	28	23.січ.2002	27.лют	04.квіт.1996	13	6	5.бер	17.бер
8	Горинь	с.Оженин	14.бер	26	23.січ.2002	01.бер	05.квіт.1952	13	6	8.бер	20.бер
9	Горинь	с.Деражне	15.бер	24	24.січ.2002	28.лют	01.квіт.1962,96	15	6	9.бер	21.бер
10	Случ	м.Новогр.-Волин	13.бер	34	28.січ.2002	28.лют	02.квіт.1996	13	6	7.бер	19.бер
11	Случ	м.Сарни	16.бер	30	28.січ.2002	03.бер	06.квіт.1932,52	13	6	10.бер	22.бер
12	Уборть	с.Рудня-	13.бер	34	28.січ.2002	02.бер	03.квіт.1996	12	6	7.бер	19.бер
13	Уборть	с.Перга	14.бер	32	27.січ.2002	03.бер	02.квіт.1956	11	6	8.бер	20.бер
Праві притоки суббасейну СередньогоДніпра (райони 3-5)											
14	Уж	м.Коростень	15.бер	34	28.січ.2002	03.бер	03.квіт.1952	13	6	9.бер	21.бер
15	Норин	с.Славенщина	16.бер	26	27.січ.2002	03.бер	31.бер.1980	13	6	10.бер	22.бер
16	Тетерів	м.Житомир	15.бер	30	27.січ.2002	02.бер	01.квіт.1996	13	6	9.бер	21.бер
17	Тетерів	сmt Іванків	15.бер	32	27.січ.2002	28.лют	28.бер.1987	15	6	9.бер	21.бер
18	Ірша	с.Українка	14.бер	38	26.січ.2002	05.бер	09.квіт.1944	9	6	8.бер	20.бер
19	Ірпінь	сmt Гостомель	16.бер	28	27.січ.2002	28.лют	30.бер.1980	17	6	10.бер	22.бер
20	Рось	с.Фесюри	16.бер	22	23.січ.2002	02.бер	01.квіт.1952	15	6	10.бер	22.бер
21	Рось	м.Корсунь-Шевч.	15.бер	26	23.січ.2002	03.бер	01.квіт.1996	13	6	9.бер	21.бер

Продовження таблиці Р.1

№ з/п	Річка	Пункт	D'_e	$P\%$	Дати початку підйому			$\Delta D'_e$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама піздня				
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)											
22	Десна	м.Брянск	31.бер	30	05.лют.14	18.бер	05.квіт.1931	14	6	25.бер	6.квіт
23	Десна	м.Розльоти	30.бер	19	30.січ.2002	13.бер	10.квіт.1963	17	6	24.бер	5.квіт
24	Десна	м.Чернігів	30.бер	19	30.січ.2002	15.бер	12.квіт.1942	15	6	24.бер	5.квіт
25	Болва	с.Псур	31.бер	24	10.лют.39	18.бер	10.квіт.1963	13	6	25.бер	6.квіт
26	Судость	с.Погар	30.бер	26	11.лют.57	18.бер	11.квіт.1963	13	6	24.бер	5.квіт
27	Снов	м.Сновськ	02.квіт	10	28.січ.2002	11.бер	09.квіт.1963	22	6	27.бер	8.квіт
28	Сейм	с.Ришкове	01.квіт	15	11.лют.57	16.бер	15.квіт.1929	17	6	26.бер	7.квіт
29	Сейм	м.Рильськ	01.квіт	15	11.лют.57	15.бер	13.квіт.1942	17	6	26.бер	7.квіт
30	Сейм	с.Мутин	01.квіт	13	29.січ.2002	12.бер	11.квіт.1942	20	6	26.бер	7.квіт
31	Тускар	м.Курськ	02.квіт	4	16.лют.57	17.бер	13.квіт.1942	17	6	27.бер	8.квіт
32	Свапа	с.Старий Город	31.бер	7	10.лют.57	18.бер	14.квіт.1929	13	6	25.бер	6.квіт
33	Клевінь	с.Шарпівка	30.бер	7	23.січ.1936	08.бер	04.квіт.1958,87	22	6	24.бер	5.квіт
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)											
34	Сула	м.Ромни	27.бер	9	31.січ.2002	06.бер	02.квіт.1980	21	6	21.бер	2.квіт
35	Сула	м.Лубни	31.бер	5	31.січ.2002	06.бер	06.квіт.1942	25	6	25.бер	6.квіт
36	Удай	м.Прилуки	26.бер	11	01.лют.2002	07.бер	03.квіт.1952	19	6	20.бер	1.квіт
37	Псел	м.Суми	28.бер	10	01.лют.1957	08.бер	04.квіт.1987	21	6	22.бер	3.квіт
38	Псел	м.Гадяч	29.бер	7	05.лют.2002	06.бер	02.квіт.1987	23	6	23.бер	4.квіт
39	Псел	с.Запсілля	01.квіт	2	01.лют.2002	07.бер	03.квіт.1929	25	6	26.бер	7.квіт
40	Хорол	м.Миргород	28.бер	8	05.лют.2002	08.бер	02.квіт.1980	20	6	22.бер	3.квіт
41	Ворскла	с.Чернеччина	03.квіт	3	11.січ.1955	06.бер	06.квіт.1963	28	6	28.бер	9.квіт
42	Ворскла	м.Кобеляки	30.бер	6	09.січ.1955	06.бер	04.квіт.1963,87	24	6	24.бер	5.квіт

Кінець таблиці Р.1

№ з/п	Річка	Пункт	D'_e	$P\%$	Дати початку підйому			$\Delta D'_e$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама пізня				
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)											
43	Оріль	смт Царичанка	28.бер	11	08.січ.1955	02.мар	04.кві.1987	27	6	22.бер	3.квіт
44	Самара	с.Кочережки	14.бер	28	08.січ.1955	26.фев	02.квіт.1987	16	6	8.бер	20.бер
45	Вовча	смт Васильківка	11.бер	28	13.січ.1955	25.фев	04.квіт.1987	15	6	5.бер	17.бер
46	Мокрі Яли	х. Грушівський	12.бер	29	24.січ.2002	27.фев	03.квіт.1938	14	6	6.бер	18.бер
47	Гайчур	с. Андріївка	08.бер	33	20.січ.2004	24.фев	04.квіт.1987	13	6	2.бер	14.бер
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)											
48	Тясмин	с.Велика Яблунівка	14.бер	28	27.січ.2002	28.лют	28.бер.1987	14	6	8.бер	20.бер
49	Базавлук	с.Катерино- Наталівка	11.бер	24	08.січ.1955	23.лют	24.бер.1952	17	6	5.бер	17.бер
50	Інгулець	с.Олександро- Степанівка	13.бер	26	09.січ.1966	26.лют	28.бер.1987	16	6	7.бер	19.бер
51	Інгулець	м.Кривий Ріг	13.бер	20	09.січ.1955	23.лют	29.бер.1987	18	6	7.бер	19.бер
52	Інгулець	с.Могилівка	13.бер	22	10.січ.1955	23.лют	04.бер.1987	18	6	7.бер	19.бер

Таблиця Р.2 – Очікувані строки проходження максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра (дата складання прогнозу – D_e)

№ з/п	Річка	Пункт	D'_{Qm}	$P\%$	Дати максимуму			$\Delta D'_{Qm}$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама піздня				
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)											
1	Прип'ять	с.Річиця	22.бер	60	03.02.2002	21.бер	21.04.1994	1	6	16.бер	28. бер
2	Прип'ять	с.Люб'язь	25.бер	56	16.02.2002	25.бер	07.05.1983	0	6	19.бер	31. бер
3	Турія	м.Ковель	22.бер	42	03.02.2002	15.бер	18.04.1928	7	6	16.бер	28.бер
4	Стохід	сmt Любешів	29.бер	44	08.02.2002	23.бер	27.04.2003	6	6	23.бер	04. квіт
5	Стир	м.Луцьк	02.квіт	16	12.02.2002	16.бер	15.04.2013	17	6	27.бер	08. квіт
6	Стир	с.Млинок	05.квіт	24	06.02.2002	19.бер	29.04.1998	17	6	30.бер	11. квіт
7	Горинь	сmt Ямпіль	19.бер	42	30.01.2002	11.бер	21.04.1940	8	6	13.бер	25.бер
8	Горинь	с.Оженин	24.бер	36	02.02.2002	13.бер	25.04.1998	11	6	18.бер	30.бер
9	Горинь	с.Деражне	27.бер	36	09.02.2002	17.бер	25.04.1998	10	6	21.бер	02.квіт
10	Случ	м.Новоград-Волин.	26.бер	40	01.02.2002	14.бер	28.04.1982	12	6	20.бер	01.квіт
11	Случ	м.Сарни	30.бер	32	31.01.2002	18.бер	04.05.1982	12	6	24.бер	05.квіт
12	Уборть	с.Рудня-Іванівська	21.бер	52	02.02.2002	12.бер	15.04.1983	9	6	15.бер	27.бер
13	Уборть	с.Перга	25.бер	50	31.01.2002	17.бер	04.05.1982	8	6	19.бер	31.бер
Праві притоки суббасейну СередньогоДніпра (райони 3-5)											
14	Уж	м.Коростень	26.бер	40	02.02.2002	16.бер	03.05.1982	10	6	20.бер	01.квіт
15	Норин	с.Славенщина	26.бер	36	02.02.2002	17.бер	14.04.1998	9	6	20.бер	01.квіт
16	Тетерів	м.Житомир	30.бер	32	02.02.2002	16.бер	27.04.1982	14	6	24.бер	05.квіт
17	Тетерів	сmt Іванків	01.квіт	30	01.02.2002	16.бер	17.04.1998	16	6	26.бер	07.квіт
18	Ірша	с.Українка	27.бер	40	11.02.1939	19.бер	28.04.1982	8	6	21.бер	02.квіт
19	Ірпінь	сmt Гостомель	28.бер	36	02.02.2002	13.бер	26.04.2012	15	6	22.бер	03.квіт
20	Рось	с.Фесюри	31.бер	26	12.02(6%)	15.бер	27.04.1982	16	6	25.бер	06.квіт
21	Рось	м.Корсунь-Шевчен.	01.квіт	18	13.02.2002	19.бер	28.04.1954	13	6	26.бер	07.квіт

Продовження таблиці Р.2

№ з/п	Річка	Пункт	D'_{Qm}	$P\%$	Дати максимуму			$\Delta D'_{Qm}$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама пізня				
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)											
22	Десна	м.Брянск	14.квіт	50	14.03.1925	08. квіт	04.05.1929	6	6	08. квіт	20. квіт
23	Десна	м.Розльоти	14.квіт	56	04.03.2015	08. квіт	09.05.2005	6	6	08. квіт	20. квіт
24	Десна	м.Чернігів	19.квіт	56	11.03.2014	21. квіт	20.05.2005,2013	-2	6	13. квіт	25. квіт
25	Болва	с.Псур	09.квіт	52	23.03.1934	04. квіт	20.04.1963	5	6	03. квіт	15. квіт
26	Судость	с.Погар	09.квіт	32	04.03.1966	02. квіт	20.04.1963	7	6	03. квіт	15. квіт
27	Снов	м.Сновськ	07.квіт	40	15.02.2002	27. бер	04.05.1982	11	6	01. квіт	13. квіт
28	Сейм	с.Ришкове	09.квіт	32	01.03.1966	27. бер	23.04.1929	13	6	03. квіт	15. квіт
29	Сейм	м.Рильськ	11. квіт	42	08.03.1966	08. квіт	21.04.1942,1963	3	6	05. квіт	17. квіт
30	Сейм	с.Мутин	12. квіт	66	10.03.2014	10. квіт	07.05.2005	2	6	06. квіт	18. квіт
31	Тускар	м.Курськ	07. квіт	26	26.02.1966	30. бер	22.04.1928,1929	8	6	01. квіт	13. квіт
32	Свапа	с.Старий Город	07. квіт	28	01.03.1966	30. бер	22.04.1928,1929	8	6	01. квіт	13. квіт
33	Клевінь	с.Шарпівка	06. квіт	26	26.01.1936	23. бер	22.04.1931	14	6	31. бер	12. квіт
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)											
34	Сула	м.Ромни	04. квіт	26	12.02.1974	24. бер	18.04.1931	11	6	29. бер	10. квіт
35	Сула	м.Лубни	05. квіт	56	22.02.1974	03. квіт	01.05.1972,2005	2	6	30. бер	11. квіт
36	Удай	м.Прилуки	09.квіт	34	16.02.1974	27. бер	30.04.1982	13	6	03. квіт	15. квіт
37	Псел	м.Суми	08. квіт	30	17.02.1974	28. бер	20.04.1987,2003	11	6	02. квіт	14.квіт
38	Псел	м.Гадяч	08. квіт	40	25.02.1974,2	29. бер	29.04.2003	10	6	02. квіт	14.квіт
39	Псел	с.Запсілля	07. квіт	54	15.02.1936	04. квіт	14.05.2003	3	6	01. квіт	13. квіт
40	Хорол	м.Миргород	04. квіт	36	16.02.1974	25.бер	23.04.1972	10	6	29.бер	10. квіт
41	Ворскла	с.Чернеччина	07. квіт	20	21.01.1955	22.бер	16.04.1963	16	6	01. квіт	13. квіт
42	Ворскла	м.Кобеляки	03. квіт	42	15.02.2002	27. бер	24.04.1963,1987	7	6	28.бер	09.квіт

Кінець таблиці Р.2

№ з/п	Річка	Пункт	D'_{Qm}	$P\%$	Дати максимуму			$\Delta D'_{Qm}$ від середн.	$\delta_{\text{доп}}$	Інтервал	
					сама рання	середня	сама пізня				
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)											
43	Оріль	смт Царичанка	06.квіт	33	20.01.1955	23.бер	29.04.1972	14	6	31.бер	12.квіт
44	Самара	с.Кочережки	07.квіт	19	19.01.1955	15.бер	21.04.2015	23	6	1.квіт	13.квіт
45	Вовча	смт Васильківка	31.бер	17	17.01.1955	11.бер	19.04.1997	20	6	25.бер	6.квіт
46	Мокрі Яли	х. Грушівський	25.бер	27	11.02.1990	10.бер	23.04.2015	15	6	19.бер	31.бер
47	Гайчур	с. Андріївка	22.бер	36	26.01.1995	10.бер	25.04.1993	12	6	16.бер	28.бер
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)											
48	Тясмин	с.Велика Яблунівка	24.бер	32	09.02.1974,95	12.бер	11.04.1979	12	6	18.бер	30.бер
49	Базавлук	с.Катерино- Наталівка	20.бер	27	12.01.1955	7.бер	10.04.1979	13	6	14.бер	26.бер
50	Інгулець	с.Олександро- Степанівка	23.бер	33	13.01.1966	10.бер	14.04.1936	13	6	17.бер	29.бер
51	Інгулець	м.Кривий Ріг	29.бер	32	20.01.1955	11.бер	17.04.1936	18	6	23.бер	4.квіт
52	Інгулець	с.Могилівка	29.бер	22	24.01.1955	8.бер	17.04.1936	21	6	23.бер	4.квіт

ДОДАТОК С

Оцінка прогнозів дат проходження весняного водопілля 2017-2018 р. на річках
басейну Дніпра

Таблиця С.1 – Оцінка прогнозів дат початку весняного водопілля

№ з/п	Річка	Пункт	D'_e	$P\%$	D_e	δ , д	$\delta_{доп}$, д	$\delta / \delta_{доп}$
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)								
1	Прип'ять	с.Річиця	11.мар	44	10.мар	-1	6	-0,2
2	Прип'ять	с.Люб'язь	11.мар	42	10.мар	-1	6	-0,2
3	Турія	м.Ковель	15.мар	30	11.мар	-4	6	-0,7
4	Стохід	сmt Любешів	15.мар	38	16.мар	1	6	0,2
5	Стир	м.Луцьк	13.мар	26	13.мар	0	6	0,0
6	Стир	с.Млинок	17.мар	26	19.мар	2	6	0,3
7	Горинь	сmt Ямпіль	11.мар	28	07.мар	-4	6	-0,7
8	Горинь	с.Оженин	14.мар	26	09.мар	-5	6	-0,8
9	Горинь	с.Деражне	15.мар	24	10.мар	-5	6	-0,8
10	Случ	м.Новогр.-Волин.	13.мар	34	08.мар	-5	6	-0,8
11	Случ	м.Сарни	16.мар	30	11.мар	-5	6	-0,8
12	Уборть	с.Рудня-Іванів.	13.мар	34	09.мар	-4	6	-0,7
13	Уборть	с.Перга	14.мар	32	10.мар	-4	6	-0,7
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)								
14	Уж	м.Коростень	15.мар	34	11.мар	-4	6	-0,7
15	Норин	с.Славенщина	16.мар	26	12.мар	-4	6	-0,7
16	Тетерів	м.Житомир	15.мар	30	11.мар	-4	6	-0,7
17	Тетерів	сmt Іванків	15.мар	32	11.мар	-4	6	-0,7
18	Ірша	с.Українка	14.мар	38	12.мар	-2	6	-0,3
19	Ірпінь	сmt Гостомель	16.мар	28	11.мар	-5	6	-0,8
20	Рось	с.Фесюри	16.мар	22	14.мар	-2	6	-0,3
21	Рось	м.Корсунь-	15.мар	26	11.мар	-4	6	-0,7
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)								
22	Десна	м.Брянск	31.мар	30	02.апр	2	6	0,3
23	Десна	м.Розльоти	30.мар	19	31.мар	1	6	0,2
24	Десна	м.Чернігів	30.мар	19	02.апр	3	6	0,5
25	Болва	с.Псур	31.мар	24	02.апр	2	6	0,3
26	Судость	с.Погар	30.мар	26	28.мар	-2	6	-0,3
27	Снов	м.Сновськ	02.апр	10	02.апр	0	6	0,0
28	Сейм	с.Ришкове	01.апр	15	31.мар	-1	6	-0,2
29	Сейм	м.Рильськ	01.апр	15	31.мар	-1	6	-0,2
30	Сейм	с.Мутин	01.апр	13	31.мар	-1	6	-0,2
31	Тускар	м.Курськ	02.апр	4	02.апр	0	6	0,0
32	Свапа	с.Старий Город	31.мар	7	н/д	-	6	-
33	Клевін	с.Шарпівка	30.мар	7	02.апр	3	6	0,5

Кінець таблиці С.1

№ з/п	Річка	Пункт	D'_e	$P\%$	D_e	δ , д	$\delta_{дон}$, д	$\delta / \delta_{дон}$
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)								
34	Сула	м.Ромни	27.мар	9	25.мар	-2	6	-0,3
35	Сула	м.Лубни	31.мар	5	31.мар	0	6	0,0
36	Удай	м.Прилуки	26.мар	11	25.мар	-1	6	-0,2
37	Псел	м.Суми	28.мар	10	02.апр	5	6	0,8
38	Псел	м.Гадяч	29.мар	7	02.апр	4	6	0,7
39	Псел	м.Запсілля	01.апр	2	30.мар	-2	6	-0,3
40	Хорол	м.Миргород	28.мар	8	28.мар	0	6	0,0
41	Ворскла	с.Чернечина	03.апр	3	02.апр	-1	6	-0,2
42	Ворскла	с.Кобеляки	30.мар	6	30.мар	0	6	0,0
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)								
43	Оріль	смт Царичанка	28.мар	11	28.мар	0	6	0,0
44	Самара	с.Кочережки	14.мар	28	18.мар	4	6	0,7
45	Вовча	смт Васильківка	11.мар	28	11.мар	0	6	0,0
46	Мокрі Яли	х. Грушівський	12.мар	29	09.мар	-3	6	-0,5
47	Гайчур	с. Андріївка	08.мар	33	н/д	-	6	-
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)								
48	Тясмин	с.Велика Яблунівка	14.мар	28	н/д	-	6	-
49	Базавлук	с.Катерино-Наталівка	11.мар	24	н/д	-	6	-
50	Інгулець	с.Олександро-Степанівка	13.мар	26	08.мар	-5	6	-0,8
51	Інгулець	м.Кривий Ріг	13.мар	20	07.мар	-6	6	-1,0
52	Інгулець	с.Могилівка	13.мар	22	н/д	-	6	-

Таблиця С.2 – Оцінка прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. на річках лівобережжя басейну Середнього Дніпра (дата складання прогнозу – $D_{\text{в}}$)

№ з/п	Річка	Пункт	D'_{Qm}	$P\%$	D_{Qm}	δ , д	$\delta_{\text{дон}}$, д	$\delta / \delta_{\text{дон}}$
Суббасейн р. Прип'ять (райони 1-3)								
1	Прип'ять	с.Річиця	22.мар	60	10.апр	19	6	3,2
2	Прип'ять	с.Люб'язь	25.мар	56	10.апр	16	6	2,7
3	Турія	м.Ковель	22.мар	42	05.апр	14	6	2,3
4	Стохід	смт Любешів	29.мар	44	09.апр	11	6	1,8
5	Стир	м.Луцьк	02.апр	16	28.мар	-5	6	-0,8
6	Стир	с.Млинок	05.апр	24	11.апр	6	6	1,0
7	Горинь	смт Ямпіль	19.мар	42	14.мар	-5	6	-0,8
8	Горинь	с.Оженин	24.мар	36	19.мар	-5	6	-0,8
9	Горинь	с.Деражне	27.мар	36	22.мар	-5	6	-0,8
10	Случ	м.Новоград-Волинський	26.мар	40	15.мар	-11	6	-1,8
11	Случ	м.Сарни	30.мар	32	19.мар	-11	6	-1,8
12	Уборть	с.Рудня-Іванівська	21.мар	52	16.мар	-5	6	-0,8
13	Уборть	с.Перга	25.мар	50	03.апр	9	6	1,5
Праві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 3-5)								
14	Уж	м.Коростень	26.мар	40	16.мар	-10	6	-1,7
15	Норин	с.Славенщина	26.мар	36	17.мар	-9	6	-1,5
16	Тетерів	м.Житомир	30.мар	32	17.мар	-13	6	-2,2
17	Тетерів	смт Іванків	01.апр	30	21.мар	-11	6	-1,8
18	Ірша	с.Українка	27.мар	40	18.мар	-9	6	-1,5
19	Ірпінь	смт Гостомель	28.мар	36	18.мар	-10	6	-1,7
20	Рось	с.Фесюри	31.мар	26	22.мар	-9	6	-1,5
21	Рось	м.Корсунь-Шевченківський	01.апр	18	19.мар	-13	6	-2,2
Суббасейн р. Десна (райони 6, 7а)								
22	Десна	м.Брянск	14.апр	50	18.апр	4	6	0,7
23	Десна	м.Розльоти	14.апр	56	24.апр	10	6	1,7
24	Десна	м.Чернігів	19.апр	56	10.май	21	6	3,5
25	Болва	с.Псур	09.апр	52	11.апр	2	6	0,3
26	Судость	с.Погар	09.апр	32	12.апр	3	6	0,5
27	Снов	м.Сновськ	07.апр	40	12.апр	5	6	0,8
28	Сейм	с.Ришкове	09.апр	32	11.апр	2	6	0,3
29	Сейм	м.Рильськ	11.апр	42	21.апр	10	6	1,7
30	Сейм	с.Мутин	12.апр	66	05.май	23	6	3,8
31	Тускар	м.Курськ	07.апр	26	08.апр	1	6	0,2
32	Свапа	с.Старий Город	07.апр	28	н/д	-	6	-
33	Клевін	с.Шарпівка	06.апр	26	08.апр	2	6	0,3

Кінець таблиці С.2

№ з/п	Річка	Пункт	D'_{Qm}	$P\%$	D_{Qm}	δ , д	$\delta_{доп}$, д	$\delta / \delta_{доп}$
Ліві притоки суббасейну Середнього Дніпра (райони 7б, 7в)								
34	Сула	м.Ромни	04.апр	26	10.апр	6	6	1,0
35	Сула	м.Лубни	05.апр	56	07.апр	2	6	0,3
36	Удай	м.Прилуки	09.апр	34	18.апр	9	6	1,5
37	Псел	м.Суми	08.апр	30	16.апр	8	6	1,3
38	Псел	м.Гадяч	08.апр	40	07.апр	-1	6	-0,2
39	Псел	м.Запсілля	07.апр	54	20.апр	13	6	2,2
40	Хорол	м.Миргород	04.апр	36	12.апр	8	6	1,3
41	Ворскла	с.Чернечина	07.апр	20	09.апр	2	6	0,3
42	Ворскла	с.Кобеляки	03.апр	42	23.апр	20	6	3,3
Ліві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 8)								
43	Оріль	сmt Царичанка	06.апр	33	17.апр	11	6	1,8
44	Самара	с.Кочережки	07.апр	19	05.апр	-2	6	-0,3
45	Вовча	сmt Васильківка	31.мар	17	04.апр	4	6	0,7
46	Мокрі Яли	х. Грушівський	25.мар	27	25.мар	0	6	0,0
47	Гайчур	с. Андріївка	22.мар	36	н/д	-	6	-
Праві притоки суббасейну Нижнього Дніпра (район 9)								
48	Тясмин	с.Велика Яблунівка	24.мар	32	н/д	-	6	-
49	Базавлук	с.Катерино-Наталівка	20.мар	27	н/д	-	6	-
50	Інгулець	с.Олександро-Степанівка	23.мар	33	21.мар	-2	6	-0,3
51	Інгулець	м.Кривий Ріг	29.мар	32	06.апр	8	6	1,3
52	Інгулець	с.Могилівка	29.мар	22	н/д	-	6	-

ДОДАТОК Т

Мережа гідрохімічних постів спостережень

Таблиця Т.1 – Список пунктів спостережень за якістю вод на річках басейну Дніпра (Україна)

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13300	Дніпро – с. Неданчічі	1041	(Р)	1330001	3км на південь від с. Неданчічі; 4 км вище оз. Порозовське; 0,2 км вище залізничного мосту	1972	діє
13302	Дніпро – м. Нова Каховка	92	+8 (Р)	1330201	В межах м. Нова Каховка, 0,8 км нижче греблі Каховської ГЕС	1974	”
				1330202	1км нижче м. Нова Каховка; 5,8 км нижче греблі Каховської ГЕС; 1км нижче скиду ст.вод ПУВКХ	”	”
13303	Дніпро – м. Херсон	41	+51,8 (Р)	1330301	1км вище м. Херсон; 2,5 км нижче автодорожного моста	”	”
				1330302	В межах м. Херсон; 2 км нижче скиду ст.вод винзаводу; на рівні відгалуження рук. Кошева	”	”
13370	Прип'ять- с. Річиця	677	(Р)	1337001	1 км на північ від с. Річиця, гідропост	1990(01.07)	”
13305	Тур'я-м. Ковель	86,1	-4,1 (Р)	1330501	2 км вище м. Ковель; 1,6 км вище впадіння р.Воронкач	1948	
				1330502	1,5 км нижче м.Ковель; в межах с.Вербка	”	”
13371	Стохід- смт Любешів	15	(Р)	1337101	В межах смт Любешів; 3 км нижче автодорожного мосту; гідропост	1990(01.07)	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13307	Стир-м. Луцьк	319	(Р)	1330701	1 км вище м.Луцьк	1987	„
				1330702	1,5 км нижче м.Луцьк; 1,5 км нижче скиду ст.вод ПУВКХ	„	„
13364	Горинь-м. Славута	474,3	45 (Р)	1336401	1 км вище м.Славута	„	„
				1336402	1 км нижче м.Славута	„	„
13308	Горинь-сmt Оржев	323	-43,5 (Р)	1330801	8 км вище сmt Оржев; 6 км вище скиду ст.вод ПО «Азот»	1982	„
				1330802	В межах сmt Оржев; 2 км нижче скиду ст.вод ПО «Азот»	„	„
				1330803	1 км нижче сmt Оржев; 2 км нижче скиду ст.вод Оржевського ДОКу; 1,5 км нижче впадіння р.Устя	„	„
13309	Устя-м.Ровно	44,5	-9,5 (Р)	1330901	20,5 км вище м.Ровно; 4,5 км вище м.Здолбунов	1982	„
				1330902	2,5 км нижче м.Ровно;	„	„
13368	Случ - м. Старокостянтинів	350	-37 (Р)	1336801	3,7 км вище м.Старокостянтинів; автодорожній міст	1990(01.07)	„
				1336802	0,5 км нижче м.Старокостянтинів; окраїна с.Красносілка	„	„
13311	Случ-м. Новоград-Волинський	206,4	-4,6 (Р)	1331101	0, 5км вище м.Новоград-Волинський; 2,5 км вище автодорожного моста	1981	„
				1331102	2,5 км нижче м.Новоград-Волинський; 4 км нижче впадіння р. Смолка	„	„

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13312	Случ-м.Сарни	47,5	-5,5 (Р)	1331201	1 км вище м.Сарни	1987	
				1331202	6 км нижче м.Сарни; гідропост 4 км нижче скиду ст.вод механічного заводу «Містобуд-індустрія»	”	”
13313	Уборть-с.Перга		(Р)	1331301	0.5 км нижче села	1990	”
13372	Уж-м.Коростень	177	-5 (Р)	1337201	1 км вище м.Коростень	1990	”
				1337202	1,5 км нижче м.Коростень; 0,5 км нижче скиду ст.вод ПУВКХ	”	”
13315	Тетерів-м.Житомир	229,5	-13,5 (Р)	1331501	4,5 км вище м.Житомир; 0,5 км вище греблі водосховища	1977	”
				1331502	2,5 км нижче м.Житомир; 0,6 км нижче скиду ст.вод ПУВКХ	”	”
13365	Тетерів-м.Радомишль	136	80 (Р)	1336501	1 км вище м.Радомишль	”	”
				1336502	1 км нижче м.Радомишль	1987	”
13316	Тетерів-сmt Іванків	39	0,3 (Р)	1331601	1 км нижче сmt Іванків	”	”
13317	Гнилоп'ять-м.Бердичів	48,7	40,5 (Р)	1331701	1 км вище м.Бердичів 3,5 км нижче впадіння струмка без назви	1977	”
				1331702	3 км нижче м.Бердичів; 6км нижче впадіння струмка без назви в межах с.Швайковка	”	”
13318	Ірша-м.Малин	34	-14 (Р)	1331801	1,5 км вище м.Малин; 4,8 км вище автодорожного мосту	1977	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
				1331802	1 км нижче м.Малин; 5 км вище впадіння р.Возня;0,3 км нижче впадіння струмка без назви	”	”
13319	Ірпінь-с.Мостище	28	(Р)	1331901	0,6 км на захід від с.Мостище; 3,3 км нижче впадіння р.Куделя; 0,6 км вище залізничного мосту	1957	”
13320	Унава-м.Фастів	75	(Р)	1332001	1 км вище м.Фастів	1987	”
				1332002	1 км нижче м.Фастів; 0,2 км вище впадіння р.Снетинка; 0,5 км нижче скиду ст.вод ККП	”	”
13321	Десна-м.Новгород-Сіверський	520	-59 (Р)	1332101	0,5 км вище м.Новгород-Сіверський; 0,3 км вище впадіння р.Серківка	1978	”
				1332102	1 км нижче м.Новгород-Сіверський	”	”
13323	Десна-м.Чернігів	210	(Р)	1332301	1 км вище м.Чернігів; 4,7 км вище впадіння р.Стрижень, гідропост	1957	”
				1332302	В межах м.Чернігів; 1,2 км нижче впадіння р.Стрижень, 0,9 км нижче пристані; гідропост	”	”
13369	Десна-с.Літки	33,5	(Р)	1336901	2,5 км нижче с.Літки; 0,5 км нижче окраїни с.Літки; 0,035 км нижче впадіння р.Любич; гідроствор	1990(01.01)	”
13324	Головесня-с.Покошичі	6,6	(Р)	1332401	1,8 км нижче с.Покошичі; 1,4 км нижче скиду ст.вод спиртзаводу; 6,6км вище устя р. Головесня	1958	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13325	Сейм-с.Мутин	111	(Р)	1332501	2 км вище с.Мутин; 7,4 км нижче впадіння р.Клевень; в створі водпоста	1957	”
13326	Снов - с.Щорс (Носівка)	85	(Р)	1332601	В межах с.Носівка; 0,6 км нижче впадіння р.Бреч; в створі водпоста	1961	”
13329	Трубіж-сmt Баришівка	49,3	-2,3 (Р)	1332901	1 км вище смт Баришівка; 0,9 км вище впадіння р.Стара Красилівка	1950	”
				1332902	0,9 км нижче смт Баришівка; 0,1 км нижче впадіння р.Ільта	”	”
13330	Трубіж-м.Переяслав-Хмельницький	10	3,2 (Р)	1333001	0,5 км вище м.Переяслав-Хмельницький	1977	”
				1333002	1 км нижче м.Переяслав-Хмельницький	”	”
13331	Недра-сmt Березань	6,7	2 (Р)	1333101	1 км нижче смт Березань; 0,1 км нижче автодорожного мосту	1977	”
13333	Рось-м.Біла Церква	243	-14 (Р)	1333301	9 км вище м.Біла Церква	1996	”
				1333302	1 км вище м.Біла Церква; 5,8 км вище впадіння р.Протока	”	”
13334	Рось-м.Богуслав	120,8	-1,8 (У)	1333401	1 км вище м.Богуслав; 2,3 км нижче впадіння струмка без назви	1977	”
				1333402	0,5 км нижче м.Богуслав; 1 км нижче впадіння р.Богуславка	”	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13335	Рось-м.Корсунь-Шевченківський	73	-6 (Р)	1333501	1 км вище м.Корсунь-Шевченківський; 0,1 км нижче впадіння струмка без назви	1946	”
				1333502	3 км нижче м.Корсунь-Шевченківський; 3 км нижче залізничного мосту; 2,3 км нижче скиду ст.вод кар’єроуправління	”	”
13336	Вільшанка-с.Млієв	36	(Р)	1333601	В межах с.Млієв; в створі водпоста	1961	”
13337	Сула-м.Лубни	108,8	-2,3 (Р)	1333701	0,5 км вище м.Лубни; 1,3 км вище скиду ст.вод м’ясокомбінату	1951	”
				1333702	0,2 км нижче м.Лубни; 4,2 км нижче скиду ст.вод м’ясокомбінату	”	”
13373	Ромен-м.Ромни	5,1	(Р)	1337301	В межах м.Ромни; 0,1 км нижче автодорожного мосту; гідроствор	1990	”
13338	Удай-м.Прилуки	280	(Р)	1333801	0,8 км вище м.Прилуки; в створі водпоста	1959	”
				1333802	1 км нижче м.Прилуки; 0,8 км нижче скиду ст.вод ПО «Черніговнафтогаз»	1967	”
13339	Тясмин-с.Велика Яблунівка	99,2	1,8 (Р)	1333901	0,5 км нижче с.Велика Яблунівка; 2,5 км нижче впадіння р.Гнилий Ташлик	1986	”
13340	Псел-м.Суми	466	-9,8 (Р)	1334001	0,5 км вище м.Суми; 9 км вище впадіння р.Сумка	1951	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13340	Псел-м.Суми	466	-9,8 (Р)	1334001	0,5 км вище м.Суми; 9 км вище впадіння р.Сумка	1951	”
13340	Псел-м.Суми	466	-9,8 (Р)	1334002	6 км нижче м.Суми; 0,5 км нижче скиду ст.вод ПО «Хімпром»	1951	”
13341	Псел-м.Гадяч	318	-2,5 (Р)	1334101	1 км вище м.Гадяч; 2 км вище впадіння р.Грунь	1951	”
				1334102	8 км нижче м.Гадяч; 7 км нижче скиду ст.вод м'ясокомбінату	”	”
13342	Псел-с.Запсілля	36	(Р)		В межах с.Запсілля; 7 км нижче впадіння р.Омельніка; в створі водпоста	1951	”
13343	Хорол-м.Миргород	152,5	-8,5 (Р)	1334301	0,5 км вище м.Миргород	1987	”
				1334302	4 км нижче м.Миргород	”	”
13344	Ворскла-с.Чернеччина	255	(Р)	1334401	2 км вище с.Чернеччина; вище впадіння р.Ахтирка	1990	”
				1334402	В межах с.Чернеччина; 0,7 км нижче впадіння р.Ахтирка; в створі водпоста	”	”
13345	Ворскла-м.Полтава	147,5	-5 (У)	1334501	1,5 км вище м.Полтава; 4,5 км вище залізничного мосту	1969	”
				1334502	1,5 км нижче м.Полтава; 0,7 км нижче впадіння р.Коломак	”	”
13346	Ворскла-м.Кобеляки	47	(Р)	1334601	В межах м.Кобеляки; 4 км вище впадіння р. Кобелячка	1973	”

Продовження таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13347	Мерло-м.Богодухів	98,7	-4,7 (Р)	1334701	1км вище м.Богодухів; 1,2 км вище впадіння р.Крисинка	1961	”
				1334702	1 км нижче м.Богодухів; 0,5 км нижче скиду ст.вод плодокмбінату	”	”
13348	Оріль-сmt Царичанка	80,2	-1,2 (Р)	1334801	0,5 км вище сmt Царичанка; 4,5 км вище впадіння р.Прядовка; 1,2 км вище водпоста	1955	”
13349	Берестова-м.Красноград	42	-2 (Р)	1334901	2 км вище м.Красноград; в створі водпоста	1961	”
13351	Самара-м.Новомосковськ	42	57 (Р)	1335101	1 км вище м.Новомосковськ; 4 км вище скиду ст.вод механічного з-ду	1981	”
				1335102	6 км нижче м.Новомосковськ; 1 км нижче скиду ст.вод ПУВКХ	”	”
13354	Вовча-сmt Васильківка	88	(Р)	1335401	В межах сmt Васильківка; 3 км нижче впадіння р.Верхня Терса; в створі водпоста	1939	”
13367	Вовча-м.Павлоград	29	-59 (Р)	1336701	1 км вище м.Павлоград	1987	”
				1336702	1 км нижче м.Павлоград	”	”
13356	Солона-с.Новопавлівка	21	(Р)	1335601	В межах с.Новопавлівка; 3 км вище залізничного мосту; в створі водпоста	1939	”

Кінець таблиці Т.1

Номер поста	Річка – пост	Відстань від пункту спостереження до гирла, км	Відстань від пункту спостереження до найближчого гідрологічного посту, км	Відомості про пункт спостереження			
				створи		Період дії, рік	
				номер створу	Місцеположення	відкритий	закритий
13358	Мокра Московка-м.Запоріжжя	2		1335801	В межах м.Запоріжжя; 2 км вище гирла р.Мокра Московка	1975	”
13361	Інгулець-м.Кривий Ріг		(Р)	1336101	1 км вище м. Кривий Ріг	1990	”
				1336102	1 км нижче м. Кривий Ріг		
13362	Інгулець-с.Садове	0,1	274 (Р)	1336201	1,2 км нижче с.Садове; 0,1 км вище гирла р.Інгулець 2 км нижче впадіння р.Інгулка	1982	”

ДОДАТОК У

Класифікація якості води в басейні р. Дніпро

Таблиця У.1 – Класифікація якості води у суббасейні р. Прип'ять за критерієм мінералізації за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація		Частота, %
					за станом	за ступенем чистоти	
13370	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13305	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	92
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	8
13371	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13307	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13311	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13312	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13313	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	95
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	5
13372	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100

Таблиця У.2 – Класифікація якості води у суббасейні р. Прип'ять за середніми значеннями показників сольового блоку (I_1)

Номер поста	Клас якості по I_1	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13370	I	1	відмінні	дуже чисті	88
	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	4
13305	I	1	відмінні	дуже чисті	92
	II	2	дуже добрі	чисті	8
13371	I	1	відмінні	дуже чисті	96
	II	2	дуже добрі	чисті	4
13307	I	1	відмінні	дуже чисті	88
	II	2	дуже добрі	чисті	12
13311	I	1	відмінні	дуже чисті	83
	II	2	дуже добрі	чисті	17
13312	I	1	відмінні	дуже чисті	81
	II	2	дуже добрі	чисті	19
13313	I	1	відмінні	дуже чисті	90
	II	2	дуже добрі	чисті	10
13372	I	1	відмінні	дуже чисті	80
	II	2	дуже добрі	чисті	20

Таблиця У.3 – Класифікація якості води у суббасейні р. Прип'ять за середніми значеннями показників трофо-сапробіологічного блоку (I₂)

Номер поста	Клас якості по I ₂	Категорія якості	Екологічна класифікація				Частота, %
			за сапробністю	за трофністю	за станом	за ступенем чистоти	
13370	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	65
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	35
13305	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	65
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	35
13371	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	73
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	27
13307	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	81
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	19
13311	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	67
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	33
13312	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	50
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	50
13313	II	2	α-олігосапробні	мезотрофні	дуже добрі	чисті	5
		3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	26
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	69
13372	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	85
	III	4	β"-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	15

Таблиця У.4 – Класифікація якості води у суббасейні р. Прип'ять за середніми значеннями показників блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії (I_3)

Номер поста	Клас якості по I_3	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13370	II	3	добрі	досить чисті	50
	III	4	задовільні	слабко забруднені	46
		5	посередні	помірно забруднені	4
13305	II	2	дуже добрі	чисті	12
	II	3	добрі	досить чисті	53
	III	4	задовільні	слабко забруднені	27
		5	посередні	помірно забруднені	4
	IV	6	погані	брудні	4
13371	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	46
	III	4	задовільні	слабко забруднені	38
		5	посередні	помірно забруднені	12
13307	II	3	добрі	досить чисті	54
	III	4	задовільні	слабко забруднені	42
		5	посередні	помірно забруднені	4
			за станом	за ступенем чистоти	
13311	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	39
	III	4	задовільні	слабко забруднені	36
		5	посередні	помірно забруднені	21
13312	II	3	добрі	досить чисті	35
	III	4	задовільні	слабко забруднені	61
		5	посередні	помірно забруднені	4
13313	II	3	добрі	досить чисті	26
	III	4	задовільні	слабко забруднені	58
		5	посередні	помірно забруднені	16
13372	II	3	добрі	досить чисті	23
	III	4	задовільні	слабко забруднені	42
		5	посередні	помірно забруднені	35

Таблиця У.5 – Класифікація якості води у суббасейні р. Прип'ять за інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по I_E	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13370	II	2	дуже добрі	чисті	15
		3	добрі	досить чисті	81
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13305	II	2	дуже добрі	чисті	54
		3	добрі	досить чисті	42
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13371	II	2	дуже добрі	чисті	46
		3	добрі	досить чисті	50
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
			за станом	за ступенем чистоти	
13307	II	2	дуже добрі	чисті	50
		3	добрі	досить чисті	46
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13311	II	2	дуже добрі	чисті	29
		3	добрі	досить чисті	77
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13312	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	96
13313	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	88
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13372	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	92

Таблиця У.6 – Класифікація якості води у басейні р. Десна за критерієм мінералізації за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація		Частота, %
					за станом	за ступенем чистоти	
13323	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13369	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13324	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100
13325	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	88
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	12
13326	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	100

Таблиця У.7 – Класифікація якості води у басейні р. Десна за середніми значеннями показників сольового блоку (I_1)

Номер поста	Клас якості по I_1	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13323	I	1	відмінні	дуже чисті	96
	II	2	дуже добрі	чисті	4
13369	I	1	відмінні	дуже чисті	96
	II	2	дуже добрі	чисті	4
13324	I	1	відмінні	дуже чисті	96
	II	2	дуже добрі	чисті	4
13325	I	1	відмінні	дуже чисті	84
	II	2	дуже добрі	чисті	16
13326	I	1	відмінні	дуже чисті	96
	II	2	дуже добрі	чисті	4

Таблиця У.8 – Класифікація якості води у суббасейні р. Десна по трофо-сапробіологічному блоку (I₂) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по I ₂	Категорія якості	Екологічна класифікація				Частота, %
			за сапробністю	за трофністю	за станом	за ступенем чистоти	
13323	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	96
	III	4	β''-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	4
13369	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	88
	III	4	β''-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	12
13324	II	2	α-олігосапробні	мезотрофні	дуже добрі	чисті	4
		3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	80
	III	4	β''-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	16
13325	II	3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	96
	III	4	β''-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	4
13326	II	2	α-олігосапробні	мезотрофні	дуже добрі	чисті	12
		3	β'-мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	80
	III	4	β''-мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	8

Таблиця У.9 – Класифікація якості води у суббасейні р. Десна по блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії (I_3) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по I_3	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13323	II	3	добрі	досить чисті	9
	III	4	задовільні	слабко забруднені	74
		5	посередні	помірно забруднені	17
13369	II	3	добрі	досить чисті	44
	III	4	задовільні	слабко забруднені	36
		5	посередні	помірно забруднені	16
	IV	6	погані	брудні	4
13324	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	12
	III	4	задовільні	слабко забруднені	44
		5	посередні	помірно забруднені	24
	IV	6	погані	брудні	8
	V	7	дуже погані	дуже брудні	4
13325	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	20
	III	4	задовільні	слабко забруднені	36
		5	посередні	помірно забруднені	28
	IV	6	погані	брудні	4
	V	7	дуже погані	дуже брудні	4
13326	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	28
	III	4	задовільні	слабко забруднені	40
		5	посередні	помірно забруднені	20
	IV	6	погані	брудні	8

Таблиця У.10 – Класифікація якості води у басейні р. Десна по інтегральному індексу (I_E) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по I_E	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13323	II	2	дуже добрі	чисті	9
		3	добрі	досить чисті	91
13369	II	2	дуже добрі	чисті	12
		3	добрі	досить чисті	86
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13324	II	2	дуже добрі	чисті	12
		3	добрі	досить чисті	80
	III	4	задовільні	слабко забруднені	8
13325	II	2	дуже добрі	чисті	20
		3	добрі	досить чисті	76
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13326	II	2	дуже добрі	чисті	32
		3	добрі	досить чисті	68

Таблиця У.11 - Класифікація якості води у басейні Середнього Дніпра за критерієм мінералізації за середніми значеннями за період 1990-2015 рр.

№ посту	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація		Частота, %
					за станом	за ступенем чистоти	
13316	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	92
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	8
13319	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	77
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	23
13330	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	100
13335	I	прісні	1	гіпогалинні	відмінні	дуже чисті	28
	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	72
13337	I	прісні	2	олігогалинні	відмінні	дуже чисті	92
	II	солонуваті	3	β-мезогалинні	добрі	досить чисті	8
13338	I	прісні	2	олігогалинні	відмінні	дуже чисті	87
	II	солонуваті	3	β-мезогалинні	добрі	досить чисті	13
13339	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	100
13342	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	100
13343	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	89
	II	солонуваті	3	β-мезогалинні	добрі	досить чисті	11
13346	II	прісні	2	олігогалинні	дуже добрі	чисті	100

Таблиця У.12 – Класифікація якості води в басейні Середнього Дніпра за середніми значеннями показників сольового блоку (I_1) за період 1990-2015рр.

№ посту	Клас якості	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13316	I	1	відмінні	дуже чисті	20
	II	2	дуже добрі	чисті	80
13319	II	2	дуже добрі	чисті	100
13330	II	2	дуже добрі	чисті	100
13335	I	1	відмінні	дуже чисті	8
	II	2	дуже добрі	чисті	92
13337	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	52
	III	4	задовільні	слабко забруднені	36
		5	посередні	помірно забруднені	4
13338	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	63
	III	4	задовільні	слабко забруднені	33
13339	II	2	дуже добрі	чисті	76
		3	добрі	досить чисті	24
13342	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	80
	III	4	задовільні	слабко забруднені	12
13343	II	3	добрі	досить чисті	17
	III	4	задовільні	слабко забруднені	78
		5	посередні	помірно забруднені	5
13346	II	3	добрі	досить чисті	32
	III	4	задовільні	слабко забруднені	68

Таблиця У.13 – Класифікація якості води в басейні Середнього Дніпра за середніми значеннями показників трофо-сапробіологічного блоку (I_2) за період 1990-2015 рр.

№ посту	Клас якості по I_2	Категорія якості	Екологічна класифікація				Частота, %
			за сапробністю	за трофністю	за станом	за ступенем чистоти	
13316	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	56
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	44
13319	II	2	α -олігосапробні	мезотрофні	дуже добрі	чисті	4
		3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	42
		4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	54
13330	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	12
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	84
		5	α' - мезосапробні	евполітрофні	посередні	помірно забруднені	4
13335	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	52
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	44
		5	α' - мезосапробні	евполітрофні	посередні	помірно забруднені	4
13337	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	80
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	20
13338	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	32
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	68
13339	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	8
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	88
		5	α' - мезосапробні	евполітрофні	посередні	помірно забруднені	4
13342	II	2	α -олігосапробні	мезотрофні	дуже добрі	чисті	4
		3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	64
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	32
13343	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	70
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	26
		5	α' - мезосапробні	евполітрофні	посередні	помірно забруднені	4
13346	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	92
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	8

Таблиця У.14 – Класифікація якості води в басейні Середнього Дніпра за середніми значеннями показників блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії (I_3) за період 1990-2015 рр.

№ посту	Клас якості по I_3	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13316	II	2	дуже добрі	чисті	16
		3	добрі	досить чисті	60
	III	4	задовільні	слабко забруднені	16
		5	посередні	помірно забруднені	8
13319	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	54
	III	4	задовільні	слабко забруднені	34
		5	посередні	помірно забруднені	4
13330	II	2	дуже добрі	чисті	12
		3	добрі	досить чисті	44
	III	4	задовільні	слабко забруднені	40
		5	посередні	помірно забруднені	4
13335	II	2	дуже добрі	чисті	16
		3	добрі	досить чисті	56
	III	4	задовільні	слабко забруднені	28
13337	II	3	добрі	досить чисті	8
	III	4	задовільні	слабко забруднені	72
		5	посередні	помірно забруднені	20
13338	II	3	добрі	досить чисті	56
	III	4	задовільні	слабко забруднені	40
		5	посередні	помірно забруднені	4
13339	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	52
	III	4	задовільні	слабко забруднені	28
		5	посередні	помірно забруднені	8
	IV	6	погані	брудні	4
13342	II	3	добрі	досить чисті	48
	III	4	задовільні	слабко забруднені	52
13343	II	3	добрі	досить чисті	4
	III	4	задовільні	слабко забруднені	96
13346	II	3	добрі	досить чисті	12
	III	4	задовільні	слабко забруднені	76
		5	посередні	помірно забруднені	12

Таблиця У.15 – Класифікація якості води в басейні Середнього Дніпра за інтегральним індексом(I_E) за середніми значеннями за період 1990-2015 рр.

№ посту	Клас якості по I_E	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13316	II	2	дуже добрі	чисті	20
		3	добрі	досить чисті	80
13319	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	92
13330	II	2	дуже добрі	чисті	4
		3	добрі	досить чисті	96
13335	II	2	дуже добрі	чисті	8
		3	добрі	досить чисті	92
13337	II	3	добрі	досить чисті	40
	III	4	задовільні	слабко забруднені	60
13338	II	3	добрі	досить чисті	56
	III	4	задовільні	слабко забруднені	44
13339	II	3	добрі	досить чисті	84
	III	4	задовільні	слабко забруднені	16
13342	II	3	добрі	досить чисті	88
	III	4	задовільні	слабко забруднені	12
13343	II	3	добрі	досить чисті	30
	III	4	задовільні	слабко забруднені	70
13346	II	3	добрі	досить чисті	20
	III	4	задовільні	слабко забруднені	80

Таблиця У.16 – Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за критерієм мінералізації за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація		Частота, %
					за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	солонуваті	3	β -мезогалінні	добрі	досить чисті	100
13361	II	солонуваті	1	β -мезогалінні	дуже добрі	чисті	70
	II	солонуваті	2	β -мезогалінні	добрі	досить чисті	30
13362	I	прісні	1	гіпогалінні	відмінні	дуже чисті	100
13354	II	солонуваті	3	β - мезогалінні	добрі	досить чисті	100
13356	II	солонуваті	3	β мезогалінні і	добрі	досить чисті	100

Таблиця У.17 – Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за середніми значеннями показників сольового блоку (I_1)

Номер поста	Клас якості по I_1	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	I	1	відмінні	дуже чисті	76
	II	2	дуже добрі	чисті	12
		3	добрі	досить чисті	12
13361	I	1	відмінні	дуже чисті	50
	II	2	дуже добрі	чисті	46
		3	добрі	досить чисті	4
13362	I	1	відмінні	дуже чисті	90
	II	2	дуже добрі	чисті	10
13354	III	4	задовільні	слабко забруднені	54
		5	посередні	помірно забруднені	46
13356	III	4	задовільні	слабко забруднені	70
		5	посередні	помірно забруднені	30

Таблиця У.18 – Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за середніми значеннями показників трофо-сапробіологічного блоку (I_2)

Номер поста	Клас якості по I_2	Категорія якості	Екологічна класифікація				Частота, %
			за сапробністю	за трофністю	за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	100
13361	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	85
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	15
13362	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	75
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	25
13354	II III	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	20
		4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	80
13356	II	3	β' -мезосапробні	мезоевтрофні	добрі	досить чисті	40
	III	4	β'' -мезосапробні	евтрофні	задовільні	слабко забруднені	60

Таблиця У.19 – Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за середніми значеннями показників блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії (I_3)

Номер поста	Клас якості по I_3	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	3	добрі	досить чисті	68
	III	4	задовільні	слабко забруднені	32
13361	II	2	дуже добрі	чисті	50
		3	добрі	досить чисті	47
	III	4	задовільні	слабко забруднені	3
13362	II	2	дуже добрі	чисті	56
	III	3	добрі	досить чисті	40
		4	задовільні	слабко забруднені	4
13354	II	3	добрі	досить чисті	88
	III	4	задовільні	слабко забруднені	12
13356	II	3	добрі	досить чисті	78
	III	4	задовільні	слабко забруднені	22

Таблиця У.20 – Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за інтегральним індексом (I_E) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по I_E	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	2	дуже добрі	чисті	10
		3	добрі	досить чисті	81
13361	II	2	дуже добрі	чисті	25
		3	добрі	досить чисті	71
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13362	II	2	дуже добрі	чисті	54
		3	добрі	досить чисті	46
13354	II	2	дуже добрі	чисті	30
		3	добрі	досить чисті	60
	III	4	задовільні	слабко забруднені	10
13356	II	2	дуже добрі	чисті	48
		3	добрі	досить чисті	46
	III	4	задовільні	слабко забруднені	6

ДОДАТОК Ф

Кількість класів та категорій якості води у різні по водності роки в басейні
р. Дніпро

Таблиця Ф.1 – Перелік років по водності у суббасейні р. Прип'ять
відповідно порядку у ранжируемому ряді (1990 - 2015 рр.)

Річка - пост	Характеристика водності року	Роки
Прип'ять-с. Річиця	багатоводні	2010, 2000, 2013, 2002, 2009
	середньоводні	1994, 2006, 2007, 2005, 1993, 2003, 1996, 1998, 2011, 2012, 1995, 2014
	маловодні	2004, 2001, 2008, 1991, 1992, 1990, 1997, 2015
Тур'я – м. Ковель	багатоводні	2010, 2013, 2009, 2005, 2006, 1999, 1993, 2000
	середньоводні	2011, 2007, 2003, 1995, 1996, 1994, 2002, 2004
	маловодні	1998, 1992, 2001, 2012, 2014, 1991, 2008, 2015, 1990, 1997
Стокід - смт Любешів	багатоводні	2010, 2013, 2000, 1999, 2009, 2002, 1994, 1993
	середньоводні	1996, 2003, 2011, 2006, 2007, 2004, 1995
	маловодні	1998, 2005, 2012, 2014, 1992, 1991, 2008, 2015, 2001, 1990, 1997
Стир - м Луцьк	багатоводні	2000, 2013, 2002, 2005, 2010
	середньоводні	2011, 2012, 1999, 1996, 2006, 2003, 2009, 2001
	маловодні	1992, 1993, 2007, 2014, 2015, 1994, 1995, 1998, 2004, 2008, 1991, 1990, 1997
Случ - м. Сарни	багатоводні	2013, 1999, 2000, 2005, 2006, 1998, 2010, 1996
	середньоводні	2003, 2002, 2014, 1993, 2001, 2009, 1994, 2007, 1992, 2004
	маловодні	1991, 2008, 2011, 1995, 2012, 1990, 2015, 1997
Уборть-с.Перга	багатоводні	2000, 2013, 1999, 2005, 1994
	середньоводні	2006, 1993, 2001, 1998, 2007, 2010, 1996, 2011, 1992, 2002, 1991, 2014, 2004
	маловодні	2008, 2009, 1990, 1995, 2003, 1997, 2012, 2015

Таблиця Ф.2 – Перелік років по водності у суббасейні Десни відповідно до порядку у ранжируваному ряді (1990 - 2015 рр.)

Річка - пост	Характеристика водності року	Роки
Десна - м. Чернігів	багатоводні	1994, 1998, 1999, 2006
	середньоводні	1991, 1992, 1995, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2013
	маловодні	1990, 2007, 2010, 2012, 2005, 2008, 2009, 1996, 1993, 2014, 2011, 1997, 2015
Головесня – с. Покошичі	середньоводні	1994, 1995, 2006, 1996, 2003, 1998, 2008
	маловодні	2002, 1991, 2012, 2013, 1992, 2000, 1999, 2015, 2001, 2007, 1990, 1993, 2004, 2005, 2014, 1997, 2009, 2010, 2011
Сейм - с. Мутин	середньоводні	1998, 1994, 2003, 2006, 1995, 2010, 1991, 2008, 1996, 2013
	маловодні	1993, 2005, 1990, 1999, 2002, 2009, 2000, 2001, 1992, 2007, 1997, 2004, 2012, 2011, 2015, 2014
Снов - с. Щорс	багатоводні	1998, 2004, 2000, 2013, 2002, 2001
	середньоводні	2006, 2003, 1994, 2012, 1999, 2005, 2010, 1991
	маловодні	1992, 1997, 2014, 1995, 2007, 2008, 2009, 2011, 1996, 1993, 1990, 2015

Таблиця Ф.3 – Кількість класів та категорій якості води р. Прип'ять у роки різної водності за 1990 - 2015 рр.

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Прип'ять-с. Річиця	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			80	20			
		I ₃			60	40			
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	90	10					
		I ₂			70	30			
		I ₃			40	60			
		I _E		20	80				
	Мало- водні	I ₁	66	17	17				
		I ₂			50	50			
		I ₃			16,5	66,5	17		
		I _E			83,5	16,5			
Тур'я –м. Ковель	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			37,5	50	12,5		
		I ₃			37,5	62,5			
		I _E		25	62,5	12,5			
	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂			66,5	16,5	17		
		I ₃			66,5	33,5			
		I _E		50	50				
	Мало- водні	I ₁	71,5	28,5					
		I ₂				71,5	28,5		
		I ₃			29	43	14	14	
		I _E			71,5	28,5			
Стохід - смт Любешів	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			85,5	14,5			
		I ₃			28,5	57	14,5		
		I _E		28,5	71,5				
	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂			66,5	33,5			
		I ₃			50	50			
		I _E		50	50				
	Мало- водні	I ₁	87,5	12,5					
		I ₂			50	50			
		I ₃			37,5	37,5	25		
		I _E		37,5	50	12,5			

Кінець таблиці Ф.3

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Стир – м. Луцьк	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			50	50			
		I ₃			50	50			
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂			66,5	33,5			
		I ₃			50	50			
		I _E			100				
	Мало- водні	I ₁	55	45					
		I ₂			18	82			
		I ₃			36	27	37		
		I _E			81	19			
Случ – м. Сарни	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			14	86			
		I ₃			14	72	14		
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	78	22					
		I ₂				100			
		I ₃			44,5	33	22,5		
		I _E			89	11			
	Мало- водні	I ₁	60	40					
		I ₂			20	80			
		I ₃			20	80			
		I _E			100				
Уборть – с. Перга	Багато- водні	I ₁	50	50					
		I ₂				100			
		I ₃				50	50		
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	83	17					
		I ₂				100			
		I ₃				66	34		
		I _E			83	17			
	Мало- водні	I ₁	100						
		I ₂			28,5	71,5			
		I ₃			28,5	71,5			
		I _E			100				

Таблиця Ф.4 – Кількість класів та категорій якості води р. Десна у роки різної водності за 1990-2010 рр. за середніми значеннями

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Десна – м. Чернігів	Багато- водні	I ₁	75	25					
		I ₂			75	25			
		I ₃			25	50	25		
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂			75	25			
		I ₃				87,5		12,5	
		I _E			87,5	12,5			
	Мало- водні	I ₁	100						
		I ₂			85,5	14,5			
		I ₃			15	75	10		
		I _E		22,5	77,5				
Головесня - с. Покошичі	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂			40	60			
		I ₃				20	40	20	20
		I _E			80	20			
	Мало- водні	I ₁	95	5					
		I ₂		5	85	10			
		I ₃		10	15	50	20	5	
		I _E		15	80	5			
Сейм – с. Мути́н	Середньо- водні	I ₁	87,5	12,5					
		I ₂			87,5	12,5			
		I ₃		12,5	12,5	37,5	25		12,5
		I _E		12,5	75	12,5			
	Мало- водні	I ₁	82,5	17,5					
		I ₂			100				
		I ₃		7,5	30	45	17,5		
		I _E		40	60				
Снов – с. Щорс	Багато- водні	I ₁	100						
		I ₂			100				
		I ₃			30	40	20	10	
		I _E		40	60				
	Середньо- водні	I ₁	100						
		I ₂		28,5	71,5				
		I ₃			28,5	42,5	14,5	14,5	
		I _E		28,5	71,5				
Снов – с. Щорс	Мало-водні	I ₁	100						
		I ₂		12,5	62,5	25			
		I ₃		12,5	25	37,5	25		
		I _E		25	75				

Таблиця Ф.5 – Перелік років по водності у суббасейні Середнього Дніпра відповідно порядку у ранжируваному ряді (1990 - 2015 рр.)

Річка - пост	Характеристика водності року	Роки
Тетерів - смт Іванків	багатоводні	2000, 2005, 1999, 2013, 1998, 1996, 2006, 2001, 1994
	середньоводні	1993, 2002, 2003, 2010, 2007, 1992, 2014, 1991
	маловодні	2012, 2009, 2004, 2011, 2008, 2015, 1997, 1995, 1990
Ірпінь - с.Мостище	багатоводні	2013
	середньоводні	2000, 2003, 1998, 1996, 1994, 1999, 2001, 2002, 1993, 2006, 2009, 2010, 1992, 2005
	маловодні	2014, 1995, 2015, 2007, 2012, 1991, 2004, 2011, 2008, 1997, 1990
Трубіж - м.Переяслав-Хмельницький.	багатоводні	2013, 1996, 2006, 1998, 2003, 2010
	середньоводні	1999, 2001, 2002, 2004, 1994, 2000, 1993, 1995, 2012, 1991, 1992
	маловодні	2014, 2005, 2009, 2007, 1990, 1997, 2015, 2008, 2011
Рось - м.Корсунь-Шевченківський	багатоводні	1996, 2003
	середньоводні	2006, 2000, 1999, 2013
	маловодні	1993, 2002, 2001, 2005, 1992, 1998, 2004, 1995, 1994, 2015, 2014, 2010, 2009, 2007, 2011, 1991, 2008, 2012, 1997, 1990
Сула - м.Лубни	багатоводні	1998, 1999, 2006
	середньоводні	2004, 1996, 1995, 1994, 2003, 2010, 2001, 2013, 2002, 1991
	маловодні	2007, 1993, 2000, 1990, 1992, 2005, 2008, 2009, 1997, 2012, 2015, 2011, 2014
р. Удай - м.Прилуки	багатоводні	1998, 1999, 2006, 2002, 2004, 2001, 2007, 1996, 2013, 1995
	середньоводні	2003, 2010, 1991, 2000, 1994, 2009, 1992, 2012
	маловодні	2005, 1990, 1993, 2008, 2014, 2011, 1997, 2015
Тясмин - с.Велика Яблунівка	багатоводні	2003, 1996, 2006
	середньоводні	2010, 1993, 1998, 2005, 1999, 2012, 1995, 2004, 1992
	маловодні	2008, 2001, 2000, 2009, 2002, 2013, 1994, 1997, 2015, 2014, 2007, 2011, 1991, 1990
Псел - с.Запсілля	багатоводні	2006, 2003, 1995, 1996, 1998
	середньоводні	1994, 1999, 2004, 2010, 1993, 1997, 2005
	маловодні	2002, 2001, 2013, 1991, 2000, 1992, 2008, 2007, 2009, 1990, 2011, 2015, 2012, 2014

Кінець таблиці Ф.5

Річка - пост	Характеристика водності року	Роки
Хорол - м.Миргород	багатоводні	1996, 2006, 1998, 2003, 2004
	середньоводні	1994, 1995, 2013, 1999, 2010, 2005, 1990, 1997
	маловодні	2001, 1991, 1992, 2002, 1993, 2000, 2012, 2009, 2008, 2007, 2011, 2014, 2015
Ворскла - м.Кобеляки	багатоводні	2003, 2006, 1995, 1998, 1996
	середньоводні	1994, 1999, 1993, 1997, 2010, 2005, 2002, 2004, 2000, 1991, 2001
	маловодні	2008, 1990, 1992, 2013, 2015, 2009, 2011, 2012, 2014, 2007

Таблиця Ф.6 – Кількість класів та категорій якості води річок басейну Середнього Дніпра у роки різної водності за 1990 – 2015 рр.

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Тетерів - смт Іванків	Багато- водні	I ₁	44,4	55,6					
		I ₂			66,7	33,3			
		I ₃			66,7	22,2	11,1		
		I _E		11,1	88,9				
	Середньо- водні	I ₁		100					
		I ₂			62,5	37,5			
		I ₃		12,5	75	12,5			
		I _E		12,5	87,5				
	Маловодні	I ₁	12,5	87,5					
		I ₂			37,5	62,5			
		I ₃		37,5	37,5	12,5	12,5		
		I _E		37,5	62,5				
Ірпінь - смт Гостомель (с.Мостище)	Багато- водні	I ₁		100					
		I ₂				100			
		I ₃		100					
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁		100					
		I ₂			57,1	42,9			
		I ₃			50	42,9	7,1		
		I _E			100				
	Маловодні	I ₁		100					
		I ₂		9,1	27,3	63,6			
		I ₃		9,1	63,6	27,3			
		I _E		18,2	81,8				
Трубіж - м.Переяслав- Хмельницький	Багато- водні	I ₁		100					
		I ₂				83,3	16,7		
		I ₃			66,7	33,3			
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁		100					
		I ₂			10	90			
		I ₃		10	30	50	10		
		I _E			100				
	Маловодні	I ₁		100					
		I ₂			22,2	77,8			
		I ₃		22,3	44,4	33,3			
		I _E		11,1	88,9				

Продовження таблиці Ф.6

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Рось - м.Корсунь-Шевченківський	Багато- водні	I ₁	50	50					
		I ₂			50		50		
		I ₃				100			
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁	25	75					
		I ₂			25	75			
		I ₃		25	75				
		I _E		25	75				
	Маловодні	I ₁	100						
		I ₂			57,9	42,1			
		I ₃		15,8	57,9	26,3			
		I _E		5,3	94,7				
Сула - м.Лубни	Багато- водні	I ₁		33,3	66,7				
		I ₂			100				
		I ₃				33,3	66,7		
		I _E			66,7	33,3			
	Середньо- водні	I ₁			70	30			
		I ₂			80	20			
		I ₃				80	20		
		I _E			40	60			
	Маловодні	I ₁		8,3	33,3	50	8,3		
		I ₂			75	25			
		I ₃			16,7	75	8,3		
		I _E			33,3	66,7			
Удай - м.Прилуки	Багато- водні	I ₁		10	70	20			
		I ₂			50	50			
		I ₃			50	40	10		
		I _E			60	40			
	Середньо- водні	I ₁			42,9	57,1			
		I ₂			25	75			
		I ₃			37,5	62,5			
		I _E			37,5	62,5			
	Маловодні	I ₁			71,4	28,6			
		I ₂			14,3	85,7			
		I ₃			85,7	14,3			
		I _E			71,4	28,6			

Продовження таблиці Ф.6

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Тясмин - с.Велика Яблунівка	Багато- водні	I ₁		100					
		I ₂				100			
		I ₃			66,7	33,3			
		I _E			100				
	Середньо- водні	I ₁		62,5	37,5				
		I ₂				100			
		I ₃		12,5	37,5	37,5	12,5		
		I _E			87,5	12,5			
	Маловодні	I ₁		78,6	21,4				
		I ₂			14,3	78,6	7,1		
		I ₃		7,1	57,2	21,5	7,1	7,1	
		I _E			78,6	21,4			
Псел - с.Запсілля	Багато- водні	I ₁		20	80				
		I ₂			60	40			
		I ₃			20	80			
		I _E			80	20			
	Середньо- водні	I ₁			83,3	16,7			
		I ₂		16,7	50	33,3			
		I ₃			50	50			
		I _E			83,3	16,7			
	Маловодні	I ₁		7,1	78,6	14,3			
		I ₂			71,4	28,6			
		I ₃			57,1	42,9			
		I _E			92,9	7,1			
Хорол - м.Миргород	Багато- водні	I ₁			33,3	33,3	33,3		
		I ₂			100				
		I ₃		20	80				
		I _E			33,3	66,7			
	Серед- ньоводні	I ₁			28,6	71,4			
		I ₂			57,1	42,9			
		I ₃				100			
		I _E			25	75			
	Маловодні	I ₁				100			
		I ₂			66,7	25	8,3		
		I ₃				100			
		I _E			33,3	66,7			

Кінець таблиці Ф.6

Річка - пост	Роки за водністю	Індекс	Клас та категорія за середніми значеннями у %						
			I-1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
Ворскла - м.Кобеляки	Багато- водні	I ₁			60	40			
		I ₂			80	20			
		I ₃			80	20			
		I _E			20	80			
	Серед- ньоводні	I ₁			30	70			
		I ₂			100				
		I ₃			10	80	10		
		I _E			20	80			
	Маловодні	I ₁			20	80			
		I ₂			90	10			
		I ₃			20	70	10		
		I _E			20	80			

Таблиця Ф.7 – Перелік років по водності у басейні р. Вовча та Солона відповідно порядку у ранжованому ряді (1990 - 2015 рр.)

Назва поста	Характеристика водності року	Роки
р. Вовча – смт Васильківка	багатоводні	1996,1998, 2004, 2005, 2008
	середньоводні	1994, 1997, 2000, 1995, 1999
	маловодні	2001, 2007, 1991, 1992, 1990,1993
р. Солона – с. Новопавлівка	багатоводні	1994, 2006, 1998, 2003, 2010, 1996, 2005, 2004
	середньоводні	2011, 1990, 2009, 2002, 2000, 2008, 2001, 2012
	маловодні	1999, 2007, 1992, 1995, 2015, 1991, 2013, 1997, 2014

Таблиця Ф.8 – Кількість класів та категорій якості води рр. Вовча та Солона у роки різної водності за 1990-2010 рр. (за середніми значеннями)

Індекс і назва поста	Роки за водністю	Індекс	Клас, категорія за середніми значеннями у %						
			I- 1	II-2	II-3	III-4	III-5	IV-6	V-7
13354 р. Вовча – смт Васильківка	Багатоводні	I ₁		100					
		I ₂			100				
		I ₃			40	60			
		I _E			100				
	Серед- ньоводні	I ₁		90	10				
		I ₂			90	10			
		I ₃			60	20	20		
		I _E			80	20			
	Маловодні	I ₁		80	20				
		I ₂				80	20		
		I ₃				100			
		I _E			80	20			
13356 р. Солона -с.Новопавлівка	Багатоводні	I ₁		100					
		I ₂			100				
		I ₃			70	30			
		I _E			100				
	Серед- ньоводні	I ₁		100					
		I ₂			80	20			
		I ₃			55	45			
		I _E			80	20			
	Маловодні	I ₁		95	5				
		I ₂				100			
		I ₃			60	20	10	10	
		I _E			80	20			

ДОДАТОК Х

Відносна частота перевищення гдк (%) в басейні р. Дніпро

Таблиця Х.1 – Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Прип'ять - с. Річиця за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	36	81	100	25	27	38	11
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	19	0	75	58	62	62
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	27
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	45	85	100	30	51	73	31
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	12	0	53	46	27	57
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	17	3	0	12
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27	73	100	29	16	38	16
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	27	0	68	84	62	70
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	14
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.2 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Тур'я –м. Ковель за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	74	90	99	100	43	80	100	47	32	78	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	26	10	1	0	57	20	0	50	51	22	81
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	0	11
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	76	100	90	100	73	58	100	54	56	90	14
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	24	0	10	0	27	42	0	46	36	10	69
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	17
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	92	100	93	100	37	68	100	49	30	85	9
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	8	0	7	0	63	32	0	51	15	15	83
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	8
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.3 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Стохід - смт Любешів за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто- продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	78	92	99	100	24	60	100	26	24	73	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	22	7	1	0	75	37	0	70	64	23	75
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	4	12	4	25
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	96	99	94	100	16	69	100	35	41	67	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	4	2	6	0	84	31	0	61	45	33	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	0	29
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	91	100	84	100	16	86	100	5	68	60	5
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	9	0	14	0	84	14	0	95	23	40	74
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	21
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.4 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Стир - м Луцьк за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	76	100	49	100	28	50	100	21	4	38	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	23	0	50	0	71	48	0	79	78	62	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	18	0	29
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	93	76	100	100	50	45	100	21	3	51	2
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	7	24	0	0	50	53	0	79	91	49	88
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	10
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	57	27	100	50	0	37	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	71	0	50	84	58	100
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	5	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.5 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Случ - м. Сарни за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30	60	100	29	30	50	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	40	0	71	60	40	75
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	25
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	32	54	100	30	36	54	4
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	46	0	70	56	44	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	25
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	35	51	100	35	34	52	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	49	0	65	56	48	100
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.6 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Уборть – с.Перга за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	82	82	100	6	71	100	4	8	24	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	0	94	29	0	84	78	69	76
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	14	7	24
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	89	50	50	100	17	50	100	6	2	12	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	11	50	50	0	83	50	0	74	76	75	65
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	22	13	35
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	81	100	37	100	10	28	100	5	10	33	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	19	0	63	0	90	67	0	75	90	67	57
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	20	0	0	43
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.7 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Десна – м. Чернігів за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	93	52	95	100	65	69	100	54	60	39	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	7	46	4	0	35	31	0	46	39	60	88
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	12
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	91	75	92	100	79	81	100	35	79	32	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	9	20	8	0	21	19	0	62	21	60	84
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9	8
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	97	100	100	100	100	100	100	97	57	88	100	80	77	100	23	80	21	20
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	3	0	0	0	0	0	0	3	40	6	0	20	23	0	60	20	71	60
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	17	0	8	20
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.8 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Головесня -с. Покошичі за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	92	65	93	100	75	75	100	94	97	98	25
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	8	34	7	0	25	25	0	6	3	2	65
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	85	43	94	100	58	34	100	97	100	97	3
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	15	54	6	0	39	63	0	3	0	3	49
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	48
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$																		
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$					В досліджуваний період не було багатоводних років													
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$																		
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$																		

Таблиця Х.9 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Сейм - с. Мутін за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	73	89	100	90	61	100	-	-	-	7
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	27	8	0	10	39	0	-	-	-	81
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	-	-	-	12
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	90	35	90	100	72	65	100	-	-	-	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	10	57	10	0	28	35	0	-	-	-	82
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	-	-	-	10
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$																		
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$					В досліджуваний період не було багатоводних років													
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$																		
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$																		

Таблиця Х.10 - Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Снов -с. Щорс за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто- продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	93	68	95	100	67	76	100	-	-	-	4
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	7	32	5	0	33	24	0	-	-	-	87
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	9
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	95	9	92	100	67	72	100	-	-	-	14
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	5	41	5	0	33	28	0	-	-	-	67
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3	0	0	0	0	-	-	-	19
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	59	95	100	82	90	100	-	-	-	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	0	18	10	0	-	-	-	91
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	9
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0

Таблиця Х.11 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Тетерів -сmt Іванків за роками різної водності за 1990-2015 pp.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	97	100	100	100	100	100	100	80	56	100	100	68	76	100	-	-	-	6
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	3	0	0	0	0	0	0	20	44	0	0	29	24	0	-	-	-	73
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	-	-	-	18
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	3
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	85	65	96	100	66	62	100	-	-	-	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	15	31	4	0	34	38	0	-	-	-	86
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	-	-	-	14
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	92	100	100	100	100	100	100	77	60	82	100	81	72	100	-	-	-	3
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	8	0	0	0	0	0	0	23	40	18	0	19	28	0	-	-	-	56
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	38
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	3

Таблиця Х.12 – Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Ірпень - с. Гостомель (с. Мостище) за роками різної водності за 1990-2015рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	97	100	100	100	100	100	100	95	62	91	98	65	37	100	29	19	26	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	3	0	0	0	0	0	0	5	38	7	2	35	63	0	71	76	66	81
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	4	11
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	94	58	86	99	63	38	100	35	30	23	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	6	39	14	1	37	61	0	65	61	73	61
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	2	2	30
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	83	80	100	100	14	14	100	57	17	43	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	17	20	0	0	86	86	0	43	83	57	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.13 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	96	97	100	100	100	100	100	85	64	95	99	82	64	100	64	26	38	10
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	4	3	0	0	0	0	0	15	32	4	1	18	35	0	36	57	60	79
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	17	2	11
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	92	100	100	100	100	100	100	17	92	100	92	69	100	45	18	18	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	8	0	0	0	0	0	0	83	8	0	8	31	0	45	82	82	77
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	23
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	100	100	100	100	100	100	100	20	100	100	100	40	100	100	20	20	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	60	0	0	80	80	80
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.14 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Тясмин - с. Велика Яблунівка за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	97	68	100	92	99	100	100	83	66	89	98	64	32	100	77	7	20	5
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	3	32	0	8	1	0	0	17	31	4	2	36	61	0	23	79	80	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	7	0	0	14	0	24
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	94	84	100	97	100	100	100	95	47	83	99	62	19	100	64	0	25	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	6	16	0	3	0	0	0	5	53	17	1	38	78	0	36	100	75	49
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	48
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	87	100	94	94	100	100	100	36	93	100	36	14	100	25	-	-	0
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	13	0	6	6	0	0	0	64	7	0	64	86	0	75	-	-	50
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	43
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	7

Таблиця Х.15 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Трубіж - м. Переяслав-Хмельницький за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	97	100	100	100	100	100	100	91	48	97	100	59	59	100	-	-	-	23
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	3	0	0	0	0	0	0	9	49	3	0	41	41	0	-	-	-	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	-	-	-	6
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	98	91	100	99	100	100	100	44	60	87	91	60	60	100	-	-	-	1
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	2	9	0	1	0	0	0	56	34	8	9	39	39	0	-	-	-	81
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	1	1	0	-	-	-	18
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	88	95	100	100	100	100	100	100	57	100	100	60	34	100	-	-	-	2
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	12	5	0	0	0	0	0	0	43	0	0	40	66	0	-	-	-	87
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	11
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0

Таблиця Х.16 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Сула -м. Лубни за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	96	82	100	54	94	85	100	100	10	-	97	70	57	100	21	2	24	29
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	4	18	0	46	6	15	0	0	83	-	3	30	43	0	73	56	64	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	7	-	0	0	0	0	6	42	2	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	92	90	100	85	97	83	100	84	13	-	88	89	71	100	23	8	25	23
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	8	10	0	15	3	17	0	16	84	-	12	11	29	0	71	46	47	77
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-	0	0	0	0	6	46	28	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	90	100	100	95	100	86	90	100	0	-	100	100	85	100	5	0	0	29
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	10	0	0	5	0	14	10	0	100	-	0	0	15	0	95	24	57	71
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	67	43	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	9	0	0

Таблиця Х.17 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Удай - м. Прилуки за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	88	89	100	81	93	70	100	90	0	-	100	81	59	100	32	32	46	33
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	12	11	0	19	7	30	0	10	100	-	0	19	41	0	57	68	54	67
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	11	0	0	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	87	94	100	74	100	60	100	100	18	-	81	79	66	100	54	20	32	20
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	13	6	0	26	0	40	0	0	74	-	19	21	34	0	43	61	65	80
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	8	-	0	0	0	0	3	19	3	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	66	86	100	69	100	93	100	100	22	-	96	96	78	100	41	27	19	22
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	34	14	0	31	0	7	0	0	78	-	4	4	22	0	52	69	81	78
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	7	4	0	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.18 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Псел - с. Запсілля за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	95	100	88	100	96	100	78	24	-	95	88	59	100	-	-	-	53
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	5	0	12	0	4	0	22	74	-	5	12	41	0	-	-	-	47
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-	0	0	0	0	-	-	-	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	95	91	100	82	100	83	100	44	20	-	95	86	68	100	-	-	-	50
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	5	9	0	18	0	17	0	56	80	-	5	14	32	0	-	-	-	50
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	89	100	100	95	100	76	100	75	44	-	86	95	58	100	-	-	-	42
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	11	0	0	5	0	24	0	25	56	-	14	5	42	0	-	-	-	58
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	0

Таблиця Х.19 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Хорол - м. Миргород за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	100	78	100	14	92	61	100	100	0	-	100	74	41	100	-	27	11	3
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	0	22	0	86	8	39	0	0	100	-	0	26	59	0	-	70	75	97
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	14	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	3	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	87	84	100	47	91	61	100	97	4	-	80	88	71	100	-	11	57	41
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	13	16	0	53	9	39	0	3	96	-	20	12	29	0	-	50	33	59
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	39	10	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	92	83	100	58	75	64	100	75	0	-	80	100	83	100	-	36	36	8
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	8	17	0	42	25	36	0	25	100	-	20	0	17	0	-	43	64	92
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	21	0	0
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0

Таблиця Х.20 –Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Ворскла - м. Кобеляки за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	100	94	100	49	97	76	100	98	9	-	95	78	33	100	36	6	28	43
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	0	6	0	51	3	24	0	2	88	-	5	22	67	0	61	51	63	54
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-	0	0	0	0	0	43	9	2
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	1
середні за водністю роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	99	93	100	63	100	83	100	84	16	-	95	87	50	100	10	3	28	40
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	1	7	0	37	0	17	0	16	83	-	5	13	50	0	85	65	51	60
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	0	5	30	21	0
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	2	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	100	93	100	62	100	82	100	93	4	-	86	100	59	100	4	4	18	34
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	0	7	0	38	0	18	0	7	96	-	14	0	41	0	88	33	67	66
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	8	63	15	0
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця Х.21 – Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Вовча - с. Васильківка за роками різної водності за 1990-2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	0	24	-	12	12	0	0	12	0	100	-	76	-	-	0	12	0	-
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	100	76	-	88	76	88	100	88	100	0	-	24	-	-	88	88	100	-
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	12	12	0	0	0	0	-	0	-	-	12	0	0	-
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	-
середні за водністю роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	0	12	-	0	0	0	0	0	0	100	-	76	-	-	0	50	0	-
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	100	88	-	100	88	76	100	100	100	0	-	24	-	-	88	38	100	-
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	12	24	0	0	0	0	-	0	-	-	12	12	0	-
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	-
багатоводні роки																		
$C_i \leq \text{ГДК}_i$	0	12	-	24	0	0	0	12	0	100	-	64	-	-	12	36	12	-
$C_i \approx 1-10 \text{ ГДК}_i$	100	88	-	76	76	100	100	88	100	0	-	36	-	-	64	52	88	-
$C_i \approx 10-50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	24	0	0	0	0	0	-	0	-	-	24	12	0	-
$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	-

Таблиця Х.22 – Відносна частота перевищення ГДК (%) р. Солон - с. Новопавлівка за роками різної водності за 1990- 2015 рр.

Критерії оцінки обстановки	Кисень	Магній	Хлориди	Сульфати	Сума іонів	Натрій	Кальцій	БСК ₅	Феноли	Нафто-продукти	СПАР	Азот амонійний	Азот нітритний	Азот нітратний	Залізо загальне	Мідь	Цинк	Хром
маловодні роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	0	0	-	0	12	0	0	12	0	100	-	44	-	-	0	12	0	0
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	100	100	-	100	88	100	100	88	80	0	-	56	-	-	60	88	100	100
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	20	0	-	0	-	-	40	0	0	0
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	-	0	0	0	0
середні за водністю роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	0	0	-	12	12	0	0	0	0	100	-	100	-	-	0	88	-	76
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	100	100	-	88	88	100	100	100	88	0	-	0	-	-	72	12	76	24
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	12	0	-	0	-	-	28	0	24	0
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	0
багатоводні роки																		
$C_i \leq ГДК_i$	0	0	-	0	12	0	24	0	0	100	-	100	-	-	0	88	0	50
$C_i \approx 1-10 ГДК_i$	100	100	-	100	88	100	76	100	88	0	-	0	-	-	88	12	100	50
$C_i \approx 10-50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	12	0	-	0	-	-	12	0	0	0
$C_i > 50 ГДК_i$	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	0