

УДК 556.545
КП XXXXXX
№ держ. реєстр. 0115U000631
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)
65016 України, м. Одеса, вул. Львівська, 15

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор ОДЕКУ
д.фіз.-мат.н., проф. С.М. Степаненко

25.12.2015 р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману
та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і
кліматичних змін
(проміжний)

Науковий керівник НДР
д.геогр.наук, проф.

Н.С. Лобода

2015

Рукопис закінчено 15 грудня 2015 р.
Результати роботи розглянуті науково-технічною радою ОДЕКУ,
протокол № 8 від 24.12.2015 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник, провідний науковий співробітник, доктор географічних наук, професор	2015.12.12	Н.С. Лобода (реферат, вступ, розділи 1,6-9, висновки)
Відповідальний виконавець, старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2015.12.12	О.М. Гриб (вступ, розділи 3, 5, 10)
Провідний науковий співробітник, доктор географічних наук, професор	2015.12.12	Ю.С. Тучковенко (розділ 11)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2015.12.12	М.Г. Сербов (розділ 2)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2015.12.12	М.Є. Даус (розд 6.1)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2015.12.12	Н.Д. Отченаш (розділ 8.2)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2015.12.12	В.В. Бєлов (розділ 3.1)
Науковий співробітник	2015.12.12	Я.С. Яров (розділ 3.5, збір вихідних даних 3.4)
Науковий співробітник	2015.12.12	К.О. Гриб (додаток А, збір вихідних даних)

Молодший науковий співробітник, кандидат географічних наук,	2015.12.12	Ю.В. Божок (розділи 6.2, 7.5, 8.1, 9.2-9.5)
Молодший науковий співробітник	2015.12.12	В.В. Пилип'юк (розділ 7.1)
Молодший науковий співробітник	2015.12.12	Д.В. Кушнір (розділ 11)
Інженер II кат., кандидат біологічних наук	2015.12.12	О.М. Килимник (розділ 4)
Інженер II кат.	2015.12.12	Ю.В. Тернова
Інженер II кат.	2015.12.12	В.З. Гельман
Інженер II кат.	2015.12.12	Г.О. Велієва
Технік	2015.12.12	Є.О. Романова
Технік	2015.12.12	І.В. Клименко
Технік	2015.12.12	К.О. Поповиченко
Технік	2015.12.12	А.В.Плекан
Нормоконтролер		С.В. Малацковська

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 394 с., 141 рис., 57 табл., 325 джерел, 1 додаток.

Предмет дослідження – водні ресурси Куяльницького лиману.

Об'єкт дослідження – Куяльницький лиман північно-західної частини Чорного моря та його басейн, гідрологічний режим і гідроекологічний стан.

Мета дослідження полягає у обґрунтуванні заходів щодо стабілізації екологічного стану Куяльницького лиману на основі досліджень водних ресурсів його басейну, водного та сольового балансів лиману й моделюванні просторово-часової мінливості гідрологічних та гідродинамічних характеристик вод акваторії лиману.

Методи дослідження – стохастична модель «клімат-стік», яка дозволяє визначати водні ресурси річок в умовах глобального потепління на базі кліматичних сценаріїв змін клімату, числове математичне моделювання водно-сольового балансу, гідрологічних та гідроекологічних процесів в Куяльницькому лимані.

Надана характеристика природних ресурсів басейну Куяльницького лиману в умовах екологічної кризи й зміни метеорологічного і гідрологічного режиму. Установлені зміни кліматичних чинників, які відбуваються в басейні Куяльницького лиману та Північно-Західному Причорномор'ї. На базі ретроспективних даних оцінені водні ресурси річок, які живлять Куяльницький лиман, вплив на них водогосподарської діяльності й наслідки глобального потепління, з використанням стохастичної моделі «клімат-стік». Обґрунтований вибір сценарію кліматичних змін у XXI сторіччі на основі метеорологічних характеристик, притаманних району досліджень, в якому знаходиться лиман та його водозбірний басейн. Визначені можливі зміни кліматичних чинників у межах водозбору Куяльницького лиману за обраним сценарієм. Визначені характеристики природного і побутового стоку річок в сценарних кліматичних умовах (сценарій A1B, модель REMO). Розроблена модель водно-сольового балансу лиману та виконана її верифікація. Виконана адаптація гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW до умов Куяльницького лиману. Оцінені водні ресурси річок, які живлять лиман, та установлений ступінь впливу водогосподарської діяльності в залежності від кліматичних умов на основі моделі «клімат-стік».

КУЯЛЬНИЦЬКИЙ ЛИМАН, ВОДНІ РЕСУРСИ, КЛІМАТИЧНІ
ЗМІНИ, ГІДРОЛОГІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	8
1 Природні ресурси басейну Куяльницького лиману в умовах екологічної кризи.....	16
1.1 Кліматичні ресурси	16
1.2 Мінеральні ресурси.....	20
1.3 Земельні ресурси.....	21
1.4 Водні ресурси.....	23
1.5 Біологічні ресурси.....	25
1.6 Рекреаційні ресурси.....	27
2 Економіко-екологічні підходи до розробки інтегрованого управління водними ресурсами в басейні Куяльницького лиману	33
3 Фізико-географічна характеристика басейну Куяльницького лиману	42
3.1 Загальні відомості про формування лиману та його рельєфу.....	42
3.2 Загальна характеристика основних річок і балок басейну.....	44
3.3 Кліматичні особливості території лиману.....	46
3.4 Геологічна будова та гідрогеологічні умови.....	49
3.5 Ґрунти.....	57
4 Оцінка гідроекологічного стану за біологічними показниками.....	59
4.1 Історичні формації біому Куяльницького лиману.....	65
4.2 Вихідні дані до оцінки наземної складової екосистеми Куяльницького лиману.....	69
4.2.1 Вихідні дані до визначення фітоценотичної структури рослинності в наземних суходільних біотопах басейну Куяльницького лиману.....	69
4.2.2 Вихідні дані про стан суходільної складової і екосистеми Куяльницького лиману за показниками індикаторних таксоценів бджолиних та їх паразитоїдів.....	79
4.3 Вихідні дані до визначення гідроекологічного стану малих річок басейну Куяльницького лиману.....	107
4.3.1 Вихідні дані оцінки стану колобережної зволоженої смуги малих річок Довбока та Кубанка.....	107
4.3.2 Вихідні дані до визначення стану водного середовища річок Довбока, Кубанка і Корсунцівських ставків за індикаторними таксоценами водних імаго Coleoptera та личинок Diptera.....	115
4.3.3 Вихідні дані до визначення стану водного середовища річок Довбока, Кубанка і Корсунцівських ставків	123
4.3.4 Вихідні дані до визначення екологічного стану гирлової частини р. В.Куяльник	131
4.4 Вихідні дані до визначення гідробіологічного складу біоти Куяльницького лиману.....	138

4.4.1 Очікувані сценарії формування біоти Куяльницького лиману при альтернативному наповненні водами з Чорного моря та інших водних об'єктів.....	143
5 Оцінка водогосподарських перетворень в акваторії та басейні Куяльницького лиману	154
5.1 Поповнення лиману водами Чорного моря та з інших водойм.....	154
5.1.1 Господарські перетворення Куяльницького лиману для промислової добичі солі та штучне поповнення водойми морськими водами у XIX столітті.....	154
5.1.2 Характеристика солепромислів та штучне поповнення південної частини лиману морськими водами через з'єднувальний канал у XX столітті.....	156
5.1.3 Наповнення Куяльницького лиману водами Хаджибейського лиману.....	156
5.1.4 Поповнення лиману з водойм пересипу та фільтрація морських вод	158
5.1.5 Поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської...	161
5.2 Водогосподарські споруди на водозбірному басейні р. В. Куяльник...	163
5.3 Оцінка впливу ставків і водосховищ та шлюзів-регуляторів на русловий стік в гирлі р. В. Куяльник за даними гідрологічних вимірювань.....	163
5.4 Водогосподарські споруди на східному та західному берегах лиману	171
5.5 Оцінка замулювання річок Довбока та Кубанка після паводку 24.05.2012 р. та рекомендації щодо розчистки їх русел і відновлення стоку.....	179
5.6 Рекомендації щодо заходів з оптимізації водогосподарської діяльності для підвищення водності річок і балок басейну Куяльницького лиману.....	186
6 Характеристика кліматичних чинників та оцінка їх змін	191
6.1 Оцінка змін кліматичних чинників формування стоку на початку XXI сторіччя.....	191
6.2 Посушливість клімату та посухи.....	200
7 Оцінка водних ресурсів річок у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах.....	206
7.1 Оцінка водних ресурсів за даними спостережень.....	207
7.2 Теоретичні основи визначення природних водних ресурсів за моделлю «клімат-стік».....	212
7.3 Оцінка природних водних ресурсів за моделлю «клімат-стік».....	219
7.4 Теоретичні основи визначення водних ресурсів в умовах водогосподарської діяльності за моделлю «клімат-стік».....	221
7.5 Оцінка водних ресурсів минулого сторіччя в умовах водогосподарських перетворень на основі моделі «клімат-стік».....	226
8 Вибір розрахункового сценарію кліматичних змін.....	230
8.1. Оцінка відповідність сценарної групи A1B даним спостережень.....	232

8.2 Оцінка відповідності сценарію RCA3 (сценарна гілка A2) даним спостережень.....	237
9 Оцінка водних ресурсів річок лиману в залежності від кліматичних умов (за сценарієм M10)	244
9.1 Оцінка природних водних ресурсів за моделлю «клімат-стік» на основі сценаріїв змін клімату.....	244
9.2 Оцінка змін кліматичних чинників за сценаріями глобального потепління	245
9.3 Оцінка змін характеристик посух за сценаріями глобального потепління	250
9.4 Оцінка змін характеристик посушливості клімату за сценаріями глобального потепління.....	251
9.5 Оцінка можливих змін водних ресурсів за моделлю «клімат-стік» на основі кліматичних сценаріїв	253
10 Розробка моделі водного та сольового балансу Куяльницького лиману та її верифікація з використанням архівних даних	263
10.1 Математична структура моделі водно-сольового балансу лиману....	263
10.2 Визначення об'єму та мінералізації атмосферних опадів.....	265
10.3 Визначення об'єму та мінералізації припливних вод до лиману.....	267
10.4 Визначення випаровування з водної поверхні лиману.....	268
10.5 Визначення об'ємів припливу морських вод через трубопровід «море-лиман» та їх мінералізації.....	270
10.6 Результати калібрування та верифікації моделі водно-сольового балансу лиману з використанням архівних даних.....	274
11 Чисельне моделювання мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману	282
11.1 Опис гідротермодинамічної моделі.....	282
11.2 Адаптація гідротермодинамічної моделі до умов Куяльницького лиману.....	287
11.3 Обговорення результатів адаптації моделі.....	290
11.4 Валідація моделі.....	294
ВИСНОВКИ.....	301
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	312
ДОДАТОК А.....	336

ВСТУП

Куяльницький лиман є унікальним водним об'єктом загальнодержавного значення, віднесений до категорії лікувальних, що має рідкісні у своєму роді лікувальні природні ресурси, які в сукупності з його рекреаційними, туристичними, бальнеологічними ресурсами складають потужний потенціал соціально-економічного розвитку прилеглих до нього територій Одеської області і всієї України [1].

Сформовані за час існування Куяльницького лиману його лікувальні грязі (пелоїди) та ропа за своїми властивостями не поступаються ропі та грязям Мертвого моря і, більше того, були визнані світовим еталоном лікувальних грязей [2].

Експлуатаційні (балансові) запаси лікувальних грязей – чорних і темно-сірих мулистих відкладень на дні лиману (за даними від 1975 р.) складають 15,3 млн. м³ або 22,2 млн. тон (при щільності мулів 1,43 кг/дм³). Середній багаторічний об'єм наповнення Куяльницького лиману ропою становить 75,0 млн. м³. Отже, при мінералізації, яка складає 120 г/дм³, кількість лікувальних солей дорівнює близько 8 млн. тонн. Якщо прийняти, що лікувальна грязь та ропа лиману коштують стільки ж, як і у Мертвому морі, то орієнтовна вартість усіх запасів лікувальних грязей Куяльницького лиману в сукупності з вмістом солей в його ропі складає сотні мільярдів доларів США.

У зв'язку із цим збереження природної екосистеми Куяльницького лиману для нинішнього і майбутнього поколінь є не тільки державною, але й загальносвітовою задачею.

Стан Куяльницького лиману, як і будь-якого іншого водного об'єкта, визначається його водним балансом, тобто різницею між кількістю води, що надходить до лиману, та її кількістю, що йде з лиману. Від'ємна частина водного балансу Куяльницького лиману як закритої водойми складається, головним чином, з випаровування.

З 1859 р. і по сьогоднішній природний водно-сольовий режим Куяльницького лиману знаходиться під впливом господарської діяльності. У акваторії водойми з давніх часів діяв солепромисел. На водозбірному басейні будувалися дамби і створювалися ставки. На топографічній карті 1894 року на водозборі лиману вже налічувалося більше 70 штучних водойм, тому формування рівневого та сольового режимів лиману протягом останніх 150 років не можна називати природним.

У минулі два десятиріччя екологічний стан Куяльницького лиману значно погіршився, що стало проявлятися у зменшенні рівнів води та зростанні солоності. Періоди всихання лиману практично всіма вченими пов'язуються з маловодними (посушливими) кліматичними періодами. Причиною нинішнього всихання лиману є вплив глобальних змін клімату, які відбуваються з середини 80-х років минулого сторіччя [3-5]. Учасниками конвенції ООН із захисту та використання транскордонних вод ото*ків та

озер, зв'язаних з Чорним морем, в 2011 році був зроблений прогноз, що в найближчі 30 років на півдні і південному сході України середньорічний стік води зменшиться на 30-50%, на половину знизяться витрати води в зимовий період, збільшиться ризик посух [6]. Аналіз стану приморських водойм показав, що даний прогноз не тільки виправдовується, а й вимагає термінових компенсаційних рішень [7].

У межах України роком, коли зміни температур повітря стали статистично значущими, визнаний 1989 р. як переламний [8]. На території Північно-Західного Причорномор'я зміни клімату проявляються у зростанні випаровування з поверхні суші та водної поверхні за рахунок підвищення середньої температури повітря. Оскільки зростання випаровування відбувається на фоні незначного зменшення опадів, а приплив прісних вод з водотоками зменшується, то внесок витратної складової водного балансу закритих лиманів зростає, що призводить до їх обміління [9].

Встановлені кліматичні зміни на фоні антропогенних перетворень на водозбірних басейнах багатьох лиманів сприяли різкому зростанню обсягів випаровування, скороченню обсягу водної маси і, відповідно, збільшенню солоності води та ізоляції лиманів від морської акваторії. Як наслідок, багато прибережних водойм Північно-Західного Причорномор'я в сучасних умовах втратили свої рекреаційні, соціальні та економічні властивості [10]. За даними Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова та ін. [11] площа опустелювання Куяльницького лиману за 2003-2014 рр. склала 26,0 км² (або 44% від початкової площі), об'єм води зменшився з 100 до 10 млн. м³), солоність з 108 до 317 ‰.

Останнім часом гідрогеологи Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова звертають увагу на недооцінку складової підземного припливу і стоку вод на водозборі Куяльницького лиману. Однак, кількісний аналіз водного балансу лиману, виконаний за науково обґрунтованими та прийнятими вченими-гідрологами методиками, свідчить, що частка підземного стоку або притоку не може перевищувати 10% від інших, вже відомих і вивчених складових водного балансу лиману, тобто знаходиться в межах точності розрахунків водного балансу. Тому, в умовах, коли спостерігається зменшення стоку річок Великий Куяльник, Довбока, Кубанка, які є основними джерелами надходження прісних вод до Куяльницького лиману, і установлені перспективи подальшого зростання посушливості клімату Одеської області [12], навряд чи слід очікувати, що лиман наповниться за рахунок підземного стоку.

Проте в даний час зменшення стоку малих та середніх річок Північно-Західного Причорномор'я та зростання тривалості їх пересихання в умовах кліматичних змін підсилюється господарською діяльністю людини.

До чинників антропогенного впливу, які діють на водозборі Куяльницького лиману відносяться:

- перегороджування шлюзами та дамбами русел річок і створення штучних водойм, які практично повністю “перехоплюють” річковий стік і діють як штучні випарники;
- випрямлення русел та наступне їх замулення (шар донних відкладень у деяких місцях складає більше 1 м);
- інтенсивний відбір підземних вод для питного і господарського використання, який сприяє виснаженню їх запасів, про що свідчать пересохлі джерела, і надходженню до водозаборів осолонених вод з нижче розташованих водоносних горизонтів;
- несанкціоновані кар’єри по видобутку будівельних матеріалів, інтенсивний випас худоби в прибережних захисних смугах, вирубка лісових насаджень погіршують умови формування стоку, оскільки обумовлюють зменшення його підземної складової;
- пожежі руйнують рослинність та насіннєвий запас, а без рослинності поверхня ґрунту втрачає свої бар’єрні функції і перестає бути перепорою для проникнення у лиман забруднюючих речовин;
- високий ступінь розораності (75%) вододільних та прилеглих до них територій також сприяє розвитку ерозії берегів [13, 14].

За даними А.А.Эннана, Г.Н. Шихалєєвої та ін. [15,16,17] протягом останніх 15 років катастрофічно змінюються середньорічні морфометричні показники Куяльницького лиману: у період 2003-2014 рр. відбулося зменшення протяжності з 26 до 15,3 км, площі дзеркала з 52 до 26,7 км², обсягу водної маси - з 68 до 11 млн. м³, руслового стоку з 15,6 до 1,5 млн. м³ (причому, 80-85% останнього надходить від Корсунцівської балки і Лузановських ставків в південну частину лиману); солоність ропи збільшилася з 108 до 300 ‰. Причому, в літні місяці 2012-2014 рр. абсолютні значення солоності ропи досягали 360 ‰ в південній частині акваторії лиману і 390 ‰ - у північній його частині; протяжність лиману дорівнювала близько 16 км, так що її північний край фіксувався на траверзі с. Іллінка, де за даними аерофотозйомки 29 вересня 2012 р. засолено і опустелено близько 30 км² території, суміжної з Біляївським, Івановським і Комінтернівським районами Одеської області. Розраховане за результатами експедиційно-польових зйомок загальне винесення самосадкової солі з оголеного дна лиману склало близько 0,5 млн. м³. В екстремальних умовах, це загрожує засоленням сільгоспугідь, присадибних ділянок жителів 13 прибережних населених пунктів і території м. Одеса. Про тяжкий екологічний стан Куяльницького лиману свідчить також високий рівень забруднення ропи, пелоїдів, ґрунтового і рослинного покриву прибережної зони азотом амонійним, органічними сполуками і важкими металами.

Вивченість стану водної екосистеми Куяльницького лиману недостатня. Мало освітлена у дослідженнях вчених роль гідрогеологічних та геохімічних процесів у формуванні його водно-сольового балансу, процеси накопичення солей у донних відкладах та змінах іонного складу лиманних і підземних мінеральних вод. Зміни геобіоценозу Куяльницького лиману та їх

зв'язок із природними і антропогенними чинниками потребують більш детального вивчення. На сьогодні Державна система моніторингу екосистеми Куяльницького лиману головним чином складається лише з пунктів контролю абіотичних показників її стану на метеорологічних і гідрологічних станціях і постах у басейні лиману та навколо нього (наприклад, «лим.Куяльницький-Одеса», «Одеса-Обсерваторія», «порт-Одеса», «аеропорт-Одеса», «Усатове», «порт-Южний», «Сербка»; гідрологічний пост в акваторії лиману – м. Одеса (санаторій ім. Пирогова) та в гирловій частині р. В. Куяльник – с. Северинівка; пункти контролю якості поверхневих вод в гирловій частині р. В. Куяльник – с. Северинівка та с. Руська Слобідка). Цей моніторинг здійснюється підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій (Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів, Первомайська гідрометеорологічна станція) та Державного агентства водних ресурсів України (Лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції Одеського обласного управління водних ресурсів) [18-27]. На місцевому рівні, моніторинг хімічного складу ропи і пелоїдів лиману та мінеральних підземних вод здійснює гідрогеологічна служба (раніше – гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція) Дочірнього підприємства «Клінічний санаторій ім. Пирогова» ЗАТ «Укрпрофоздоровниця» [28-30]. На регіональному рівні моніторинг стану екосистеми Куяльницького лиману мав би реалізовуватися за трьома регіональними програмами [31-33], що були затверджені рішеннями Одеської обласної ради у 2011-2014 рр. Крім того, 12.02.2015 р. фахівцями провідних наукових, проектно-вишукувальних та вищих навчальних закладів м. Одеси (включно з ОДЕКУ) було підготовлено програму моніторингу стану Куяльницького лиману у 2015 році, яку 25 лютого 2015 р. було затверджено Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації (наказ № 17) [34]. Цією програмою передбачено проведення постійного моніторингу стану Куяльницького лиману та Одеської затоки Чорного моря під час подачі морської води в лиман. Були заплановані такі види спостережень: гідрологічний (спостереження за рівнями і температурами води, витратами води, завислими речовинами, прозорістю, кольором води тощо); гідрохімічний (спостереження за мінералізацією води, хімічним складом води та пелоїдів, забруднювальними речовинами тощо); гідробіологічний (токсикологічне біотестування води, визначення видового складу, чисельності та біомаси фітопланктону, зоопланктону, мікрофітобентосу, макрофітобентосу, макрозообентосу, у тому числі потенційно токсичних видів); медико-біологічний (медико-бальнеологічний, мікробіологічний, санітарно-бактеріологічний, у тому числі, фізіологічні, біохімічні, імунологічні, морфологічні дослідження ропи та пелоїдів лиману, виявлення їх бактерицидної дії). Однак, через відсутність фінансування, моніторинг стану Куяльницького лиману у 2015 р. не в повному обсязі виконувався окремими науковцями та установами за власні кошти [35].

Негативно на соціально-економічний стан Куяльницького лиману впливає невизначеність його правового положення як курорту державного значення. Справа в тім, що Законом України «Про курорти» від 5 жовтня 2000 року визначені правові, організаційні, економічні та соціальні засади розвитку курортів в Україні. Його положення спрямовані на забезпечення використання й охорону природних територій курортів та їх природних лікувальних ресурсів з метою створення сприятливих умов для лікування, медичної реабілітації, профілактики захворювань для оздоровлення і відпочинку. Законом визначена лікувально-оздоровча місцевість, до якої відноситься природна територія, що має мінеральні і термальні води, лікувальні грязі, озокерит, ропу лиманів і озер, кліматичні та інші природні умови, сприятливі для лікування, медичної реабілітації та профілактики захворювань. Безумовно, Куяльницький лиман відповідає усім наведеним законодавчим вимогам. Згідно ст. 4 зазначеного Закону, за характером природних лікувальних ресурсів курорти України поділяються на курорти державного та місцевого значення. До курортів державного значення належать природні території, що мають особливо цінні та унікальні природні лікувальні ресурси і використовуються з метою лікування, медичної реабілітації та профілактики захворювань. До курортів місцевого значення належать природні території, що мають загальнопоширені природні лікувальні ресурси і використовуються з метою лікування, медичної реабілітації та профілактики захворювань.

Наведені ознаки курортів державного і місцевого значення, все ж надають підстави для віднесення Куяльницького лиману до курортів державного значення. Однак правове положення курортів державного значення визначається спеціальними законодавчими актами. Існує чимало рішень щодо використання, охорони та відтворення ресурсів Куяльницького лиману, прийнятих Одеською обласною радою. Так, регіональною програмою збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 роки, затвердженою рішенням Одеської облради від 28 жовтня 2011 року № 270-VI, передбачено збереження унікального водного об'єкта та раціонального використання курортних лікувальних ресурсів. При цьому, фінансування заходів програми в основному мають здійснюватись за рахунок обласного бюджету, що надає підстави вважати його курортним закладом місцевого значення, але це не відповідає високому рекреаційному й природо-ресурсному потенціалу лиману, який потребує захисту та збереження.

В умовах різкого зменшення припливу прісних вод до лиманів та деградації водотоків був порушений водно-сольовий баланс лиману. Реальним інструментом для його відновлення і підтримки є установлення регулярного водообміну з морем [36]. Проте можливі наслідки подачі морської води до лиману викликають дискусію. Згідно із даними Є.А. Черкеза [37] зростання солоності лиману внаслідок надходження до неї солоної морської води призводить до кристалізації сульфатних мінералів і,

насамперед, гіпсу, що буде впливати на якість лікувальних грязей. Однак, у звітах гідрогеологічної контрольно-спостережної станції (нині – гідрогеологічна служба ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова») за 1961 р. по проектуванню каналу «море-лиман» для попусків морської води в Куяльницький лиман [28], вказано, що розчинність сульфату кальцію (гіпсу) у ропі зростає при збільшенні вмісту хлористого натрію, який буде надходити у лиман з морською водою. Тобто кристалізації гіпсу відбуватися не буде. Треба відзначити, що за даними вимірювань у 1960 р. [28], концентрація сульфату кальцію (гіпсу) у ропі лиману становила $8,5 \text{ г/дм}^3$, хоча при мінералізації ропи 164 г/дм^3 , розчинність гіпсу приймає значення до 7 г/дм^3 . Отже, очевидним є те, що вже у 1960 р. у ропі лиману відбувалась кристалізація гіпсу та його садка в осад. Цей висновок узгоджується з даними про те, що кристалічний скелет лікувальних грязей (пелоїдів) лиману вже у 1960 р. містив гіпс, але при цьому утворення гіпсової корки не відбувалося [28].

Важливу частину у розвитку Куяльницького лиману займає проект розчищення русел річок та відновлення рослинності на схилах [1, 7, 31, 38]. Проте проект відновлення природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) водного режиму річок, які мають постачати до лиману прісну воду, також потребує детального вивчення, оскільки через зміни клімату у поєднанні із водогосподарською діяльністю вони ресурси Північно-Західного Причорномор'я невпинно зменшуються [38].

Мета даного проекту за перший етап (2015 р.) полягає у обґрунтуванні заходів щодо стабілізації екологічного стану Куяльницького лиману на основі досліджень водних ресурсів його басейну, водного та сольового балансів лиману й моделюванні просторово-часової мінливості гідрологічних та гідродинамічних характеристик вод акваторії лиману.

У зв'язку із вище зазначеним актуальною стає задача прогнозування просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману та річок, що його живлять. Основними напрямками досліджень є визначення можливих змін водних ресурсів річок водозбору Куяльницького лиману у майбутньому та перспективи додаткового епізодичного живлення лиману морською водою.

Науково-дослідна робота (НДР), результати якої наведені в цьому звіті, спрямована на виявленні ролі водотоків, які впадають до Куяльницького лиману, у формуванні його водно-сольового балансу у XXI сторіччі. Розрахунки базуються на використанні метеорологічних даних сценаріїв змін глобального клімату. Робота є продовженням досліджень з комплексного управління водними ресурсами Європейських лагун в умовах змін клімату (Міжнародний дослідницький проект 7-ої Рамкової Програми ЄС «Комплексне управління водними ресурсами і прибережною зоною в Європейських лагунах в умовах зміни клімату» (FP7-ENV-2011 № 283157 “Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change – LAGOONS) [39], а також досліджень лиманів

Північно-Західного Причорномор'я [38,40]. У роботі використані як європейський, так і власний досвід. Оцінки припливу прісних вод з водозбірною басейну до лиману в умовах минулого сторіччя та за сценаріями глобального потепління виконані на основі стохастичної моделі «клімат-стік», розробленої в ОДЕКУ [41,43]; оцінки змін складових водного та сольового балансів у різних варіантах поєднання кліматичних умов, водогосподарського впливу та подачі морської води до лиману виконувались на базі балансових методів (водного та сольового балансів) [38]; просторово-часові узагальнення гідрологічних та гідродинамічних властивостей Куяльницького лиману були отримані на основі трьохвимірної моделі Delft3D-FLOW версії 6.01.12.4498, розробленої науково-дослідним інститутом «Дельтарес» (Нідерланди) та модифікованої для умов Куяльницького лиману [43,44] (модель знаходиться у відкритому доступі).

При виконанні етапу НДР за 2015р. були вирішені наступні *завдання*, які складають її *наукову новизну*.

- Надані: (1) характеристики природних ресурсів Куяльницького лиману в умовах екологічної кризи та їх зв'язок із змінами гідрометеорологічного режиму; (2) характеристики кліматичних чинників формування стоку та оцінка їх змін у межах водозбору лиману і прилеглих територій, які відбулися у минулі два десятиріччя; модель “клімат-стік”, яка дозволяє виконувати оцінки природного та побутового стоку з використанням на вході метеорологічної інформації; обґрунтування вибору сценарію кліматичних змін, який найбільше відповідає метеорологічним показникам досліджуваної території (3); модель водного та сольового балансу Куяльницького лиману верифікована на основі архівних даних (6); гідродинамічна модель Delft3D-FLOW версії 6.01.12.4498 модифікована для розрахунків гідрологічних та гідродинамічних характеристик Куяльницького лиману (7).

- Визначені: кількісні зміни кліматичних чинників формування стоку в межах водозбору лиману за обраним сценарієм (4), водні ресурси річок, які живлять лиман у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах для різних кліматичних (5).

Наукова значимість отриманих результатів полягає в

- отриманні нової інформації щодо гідрологічного, гідробіологічного, гідрохімічного режимів Куяльницького лиману на основі поєднання досліджень ОДЕКУ, ДУ «Інституту морської біології НАН України» та інших учбових, наукових і проектних закладів (Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, ДУ «Український НДІ медичної реабілітації та курортології» МОЗ України, Фізико хімічного інституту ім.О.В. Богатського НАН України, НДУ «Український науковий центр екології моря» МЕПР України, Державний регіональний проектно-вишукувальний інститут «Укрпівдендипроводгосп» ДАВР України), а також санаторію (ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» ЗАТ «Укрпрофоздоровниця»);

- установленні кліматичних, гідрометеорологічних, гідрогеологічних особливостей території лиману;
- виявленні змін екологічного стану водозбору Куяльницького лиману за біологічними показниками та виявленні причин, що викликали ці зміни (зміни клімату чи антропогенна діяльність);
- обґрунтуванні вибору оптимального сценарію змін глобального клімату для розрахунків гідроекологічного стану водозбору Куяльницького лиману у XXI сторіччі на основі порівняння фактичних та сценарних даних за ретроспективний період із застосуванням спеціальних критеріїв, які який оцінюють відповідність розрахований метеорологічних характеристик даним спостережень;
- оцінках ресурсів тепла, зволоження та водних ресурсів на майбутнє за сценарієм M10 (гілка сценаріїв A1B, модель REMO) за різні кліматичні періоди на основі моделі “клімат-стік”;
- виявленні наслідків впливу водогосподарської діяльності у сучасності та за різні кліматичні періоди XXI сторіччя на основі імітаційного стохастичного моделювання за моделлю “клімат-стік”;
- розробленні моделі водного та сольового балансів для умов Куяльницького лиману;
- адаптації моделі Delft3D-FLOW для умов Куяльницького лиману.

Практична цінність отриманих результатів полягає

- в кількісній оцінці стану водних ресурсів річок басейну Куяльницького лиману на XXI сторіччя та визначенні їх придатності до забезпечення лиману прісними водами у майбутньому в залежності від кліматичних умов та масштабів водогосподарської діяльності;
- оцінці чинників погіршення екологічного стану Куяльницького лиману на основі біологічних показників;
- кількісній оцінці режиму рівнів і мінералізації води у лимані при різних варіантах поєднання гідрометеорологічних умов, водогосподарської діяльності у сучасності та XXI сторіччі з метою обґрунтування управлінських рішень спрямованих на стабілізацію водно-сольового балансу лиману;
- створення підґрунтя до розроблення рекомендацій водного менеджменту в басейні цього лиману з метою забезпечення оптимального гідроекологічного режиму водойми, сприятливого для збереження природних, курортно-рекреаційних та лікувальних ресурсів Куяльницького лиману у майбутньому.

Результати науково-дослідної роботи використано в роботі ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» ЗАТ «Укрпрофоздоровниця», Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації, Депутатської групи «Куяльник» та відділу з питань природокористування апарату Одеської обласної ради. Є відповідні акти використання, впровадження та листи від цих організацій.

1 ПРИРОДНІ РЕСУРСИ БАСЕЙНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ

Природні ресурси є компонентами природи, які використовуються у процесі суспільного виробництва для задоволення матеріальних та культурних потреб людства [45]. Серед основних видів природних ресурсів виділяються енергетичні, мінеральні, земельні, водні, біологічні (ресурси тваринного та рослинного світу). За призначенням серед природних ресурсів розрізняють витратні ресурси (енергетичні, сировинні та ін.) і ресурси середовища (кліматичні, рекреаційні тощо).

Одещина відносно бідна природними ресурсами, її частка у природно-ресурсному потенціалі України становить лише 3,7% [46]. Разом із тим вона має значні земельні ресурси та виділяється своїм рекреаційним потенціалом (клімат, море, лікувальні грязі, мінеральні джерела, ропа лиманів). У Ширяєвському районі, де розташована північна частина водозбору найбільш значущими є земельні природні ресурси (більше 80%). У Іванівському та Комінтернівському районах Одеської області, які розміщуються у середній та нижній частинах водозбору, їх внесок у природно-ресурсний потенціал зменшується до 65% і зростає доля рекреаційних ресурсів.

Зміни клімату обумовили зростання посушливості, зменшення водних ресурсів річок та перерозподіл статей водного балансу Куяльницького лиману, в результаті чого лиман пересихає, а його солоність збільшується. Сільськогосподарське використання земель на прибережно-схилкових територіях відбувається найчастіше з порушенням 100-метрової водоохоронної зони. Виділення тисяч садово-городніх ділянок на берегах лиманів призвело до додаткового руйнування земель по берегах лиманів і посиленню ерозійних процесів, появи численних звалищ сміття, виникненню в посушливий період пожеж, що випалюють рослинність на схилах.

Інтенсивна експлуатація земельних ресурсів водозбору, антропогенне перевантаження, невиконання вимог по охороні водних ресурсів та збереженню курортних зон обумовило кризову екологічну ситуацію на водозборі лиману [47].

Кліматичні ресурси

За кліматичним районуванням (рис. 1.1) водозбір Куяльницького лиману відноситься до південної кліматичної області [1]. Водозбір розташований у степовій зоні України. Верхня частина водозбору належить до Північного, а нижня – до Південного степу. На півночі розглядуваної території клімат теплий, помірно вологий із невеликою тривалістю залягання стійкого снігового покриву взимку. Середня частина характеризується дуже теплим, посушливим кліматом із відсутністю стійкого снігового покриву. У нижній частині водозбору клімат спекотний, посушливий із теплою зимою [48].

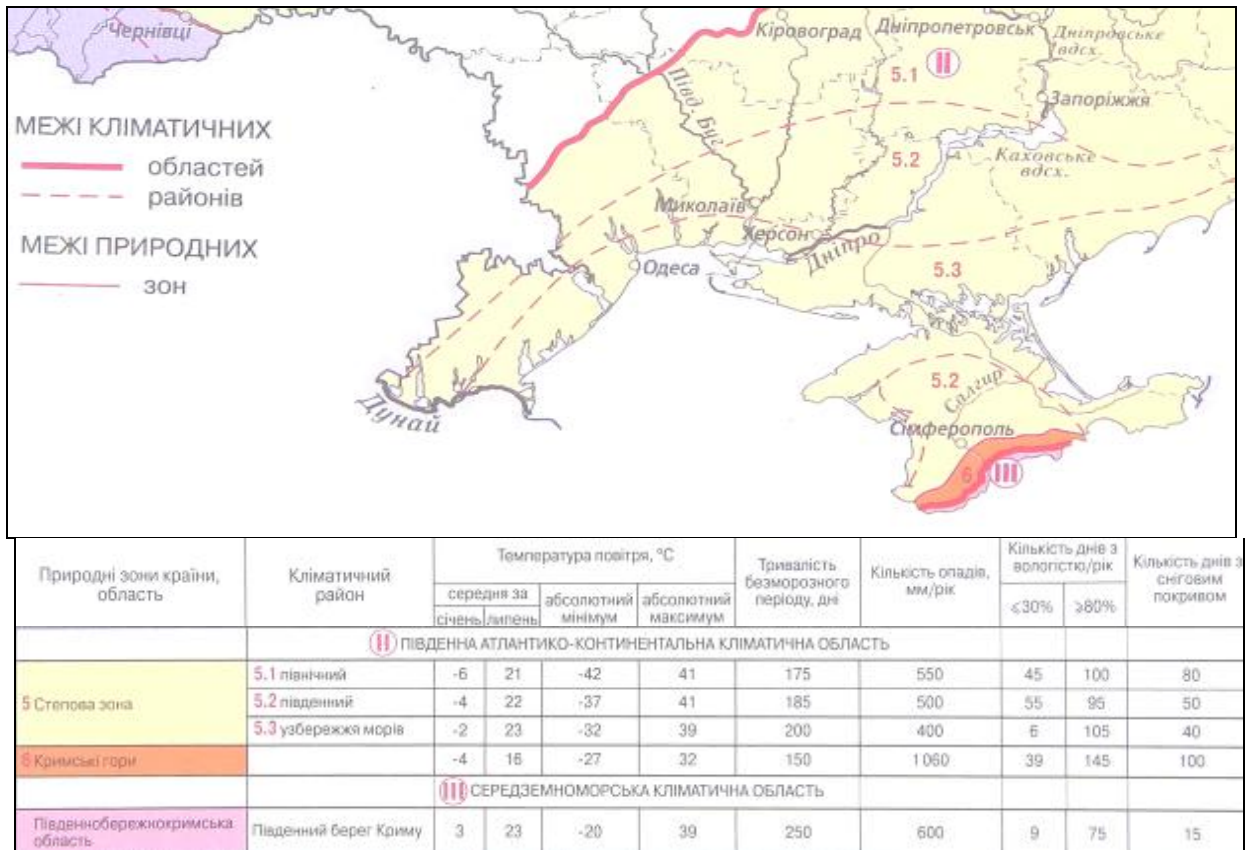


Рисунок 1.1 – Кліматичне районування [49]

Сумарна сонячна радіація (рис. 1.2) змінюється по території водозбору з 4300 МДж/м² на північному сході до 4600 МДж/м² на південному заході. Особливістю клімату є значна кількість сонячних днів – до 290 на рік. Тривалість комфортного відпочинку на одеському узбережжі Чорного моря становить 120 днів. Число днів із середніми добовими температурами понад 15 °C змінюється від 110 до 140 у напрямку до морського узбережжя.

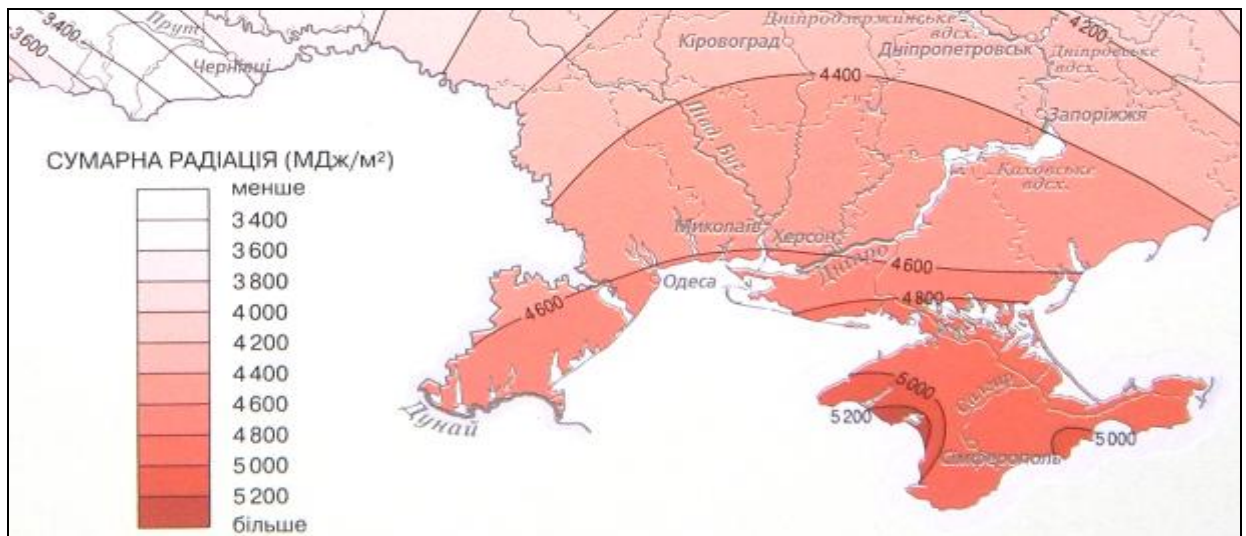


Рисунок 1.2 – Сумарна сонячна радіація за рік [26]

Взимку на погодні умови впливає Сибірський антициклон, значно меншим є вплив арктичних антициклонів. У теплий період переважає дія Азорського антициклону. Активна циклонічна діяльність пов'язана із південними циклонами, які надходять до Північно-Західного Причорномор'я від Середземного моря з жовтня до березня [50]. Влітку значна тривалість сонячного саява забезпечує високі температури повітря й поверхні суші. Найбільш теплі місяці – липень та серпень. Взимку переважає нестійка похмура погода з частими відлигами та короткочасними похолоданнями. Відлиги виникають завдяки надходженню теплого середземноморського повітря, похолодання – арктичного. Початок весни пов'язується із переходом температури через 0 °C й відбувається у березні місяці. Кінець весни та початок сезону літо відповідає переходу температури через 15 °C, яке відбувається у травні. Кінець літнього сезону також установлюється по даті переходу температури повітря через 15 °C. Близько 95 % опадів має адвективне походження. Опади холодного періоду (рис. 1.3а) випадають рівномірно і пов'язані із виходом на територію середземноморських циклонів або вторгненням холодних арктичних повітряних мас. Влітку (рис. 1.3б) опади обумовлені проходженням холодних фронтів з потужною конвективною хмарністю.

Середня багаторічна місячна температура січня знаходиться у межах від мінус 3 до мінус 4 °C, квітня – 9,0 °C, липня – більше 22 °C, жовтня – 10-11 °C [51]. Зареєстровані максимальна і мінімальна температури повітря відповідно становлять 37°C і мінус 29 °C. Число днів за рік з середньою добовою температурою повітря понад 5 °C дорівнює 220-230 дням, понад 10 °C – 175-180 дням, понад 15 °C – 130-140. Тривалість періоду без заморозків становить 180-190 днів. Середні з абсолютних мінімумів температур дорівнюють мінус 18 – мінус 19 °C. Число посушливих днів (з вологістю повітря менше 30 %) становить в середньому 27 на рік. Імовірність настання бездошових періодів тривалістю більше 40 днів дорівнює 75 %, більше 50 днів – 35 % . Кількість днів з температурою повітря понад 30 °C та вище дорівнює 20 – 30 у середній частині водозбору. За рахунок пом'якшення клімату морем таких днів буває менше 20 на узбережжі. Стійкий сніговий покрив спостерігається менше ніж у 50 % випадків. Найбільша глибина промерзання ґрунту досягає 0,70 м. Переважаючими є вітри північного і північно-західного напрямків. Середньорічна швидкість вітру складає 3,3 м/с.

Клімат Одещини посушливий і це є негативною характеристикою з точки зору сільського господарства. Вегетаційний період (з середньодобовими температурами понад 5 °C) триває 200-210 днів, а період активної вегетації (з середньодобовими температурами понад 10 °C) становить 165-170 днів.

Температурний режим у минулі два десятиріччя почав змінюватись. Перехід температури через 0 °C навесні настає раніше, подовжилася тривалість періоду із температурами більше 0°C. В зоні Північного степу

вона зростає на 20 днів, у зоні Південного – на 12 днів. Дати переходу через 5 °С у Південному степу настають на 8-9 днів раніше середніх багаторічних.

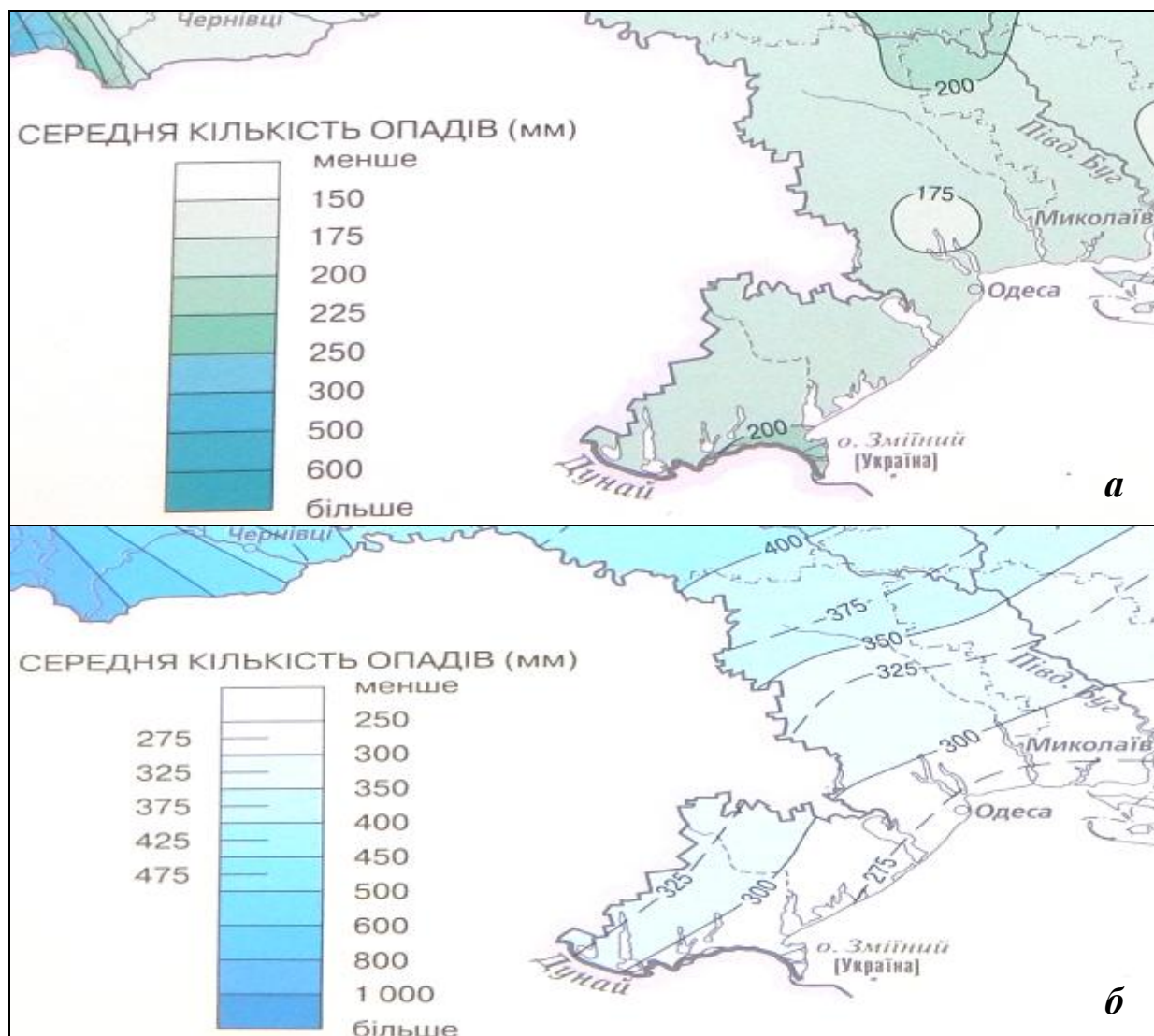


Рисунок 1.3 – Атмосферні опади холодного (листопад-березень) (*а*) та теплого (квітень-жовтень) (*б*) періодів року [49]

Вегетаційний період (з середньодобовими температурами повітря понад 5 °С) вже становить 224-228 днів, а період активної вегетації розширився на 4-5 днів. Дати переходу температури через 15 °С змінилися незначуще. Кількість річних опадів змінилася незначуще. Було відмічено зменшення опадів за сезон зима, та їх зростання восени. Сумарне випаровування з поверхні суші зросло на 40-70 мм [3].

Щодо оцінки біокліматичного потенціалу безпосередньо території Куяльницького лиману, то інтенсивність сумарної сонячної радіації тут становить 4600 мДж/м², тривалість сонячного саява за рік - 2220 год. , число днів без сонця за рік - 65-70, швидкість вітру - 3-4 м/с , число днів з $t \geq 15^{\circ}\text{C}$ -

130, тривалість періоду можливої геліотерапії – 5 місяців, тривалість купального сезону - 114 діб, вологість повітря – 67% [52]. Таким чином, природні кліматичні ресурси залишаються сприятливими для розвитку зеленого туризму та рекреації [53].

1.2 Мінеральні ресурси

Одним з найважливіших видів природних ресурсів є мінеральні [45]. Мінеральні ресурси, утворені в надрах і на поверхні землі, з давнього часу широко використовуються людством і тому отримали назву корисних копалин. Корисні копалини діляться на декілька груп. Горючі корисні копалини включають до себе газоподібні, рідкі (нафта, конденсат) та тверді речовини (вугілля, торф, горючі сланці). До другої групи відносяться металеві корисні копалини. Третю групу утворюють неметалеві корисні копалини, які мають виробниче призначення (глини, пісок, вапняк та ін.). Четверта група базується на гідрологічній і гідрогеологічній інформації й поєднує у собі підземні води (мінеральні, прісні, промислові, термальні) та поверхневі води (ропа). П'яту групу складають деякі компоненти повітряної оболонки, що являють окрему господарську цінність (аргон, гелій, криптон, неон).

Територія водозбору Куяльницького лиману знаходиться у Південному нафтогазоносному районі, але ніяких робіт, пов'язаних із видобутком цих корисних копалин тут не проводилось. Основним джерелом нафтового забруднення водойм, є промивально-пропарювальна станція Одеської залізниці (ППС), що діяла протягом 60 років і закрита в січні 2000 р. У ставках-накопичувачах знаходяться змивні нафтовідходи, більша частина яких представлена донними відкладеннями з вмістом нафтопродуктів (НП) 43,0 - 83,3%. У воді ставків, розташованих на території ППС, зміст НП становить 8,48 - 11,76 мг/л, а в «віддалених» озерах - 0,90 мг/л. У зв'язку з високим вмістом НП в ґрунті санітарно-захисної зони лиману і у воді ставків, район досліджень класифікується як «зона екологічного лиха». В даний час ведуться роботи з виїмки нафтозабруднених донних осадів зі ставків, видаленню забруднених ґрунтів і рекультивації території ППС [54].

З різноманітних нерудних корисних копалин на водозборі Куяльницького лиману найбільше поширення мають пісковики. Видобуток піску ніколи не був поставлений у межах водозбору на індустріальну основу, однак у останні роки відбувається незаконний налив піску як з берегів р.Великий Куяльник, так і Куяльницького лиману. Так, поблизу села Северинівка Іванівського району Одеської області, протягом останніх років здійснюється незаконне видобування піску з кар'єрів, що призводить до перекриття русла річки Великий Куяльник, яка живить Куяльницький лиман,

і є порушенням екологічного законодавства, зокрема, Кодексу України «Про надра».

Основну цінність мінеральних ресурсів досліджуваної території складають родовища мінеральних вод. Переважають хлоридні води різного катіонного складу. До цього типу належить гідрокарбонатно-хлоридна вода «Куяльник» з мінералізацією 3,1 г/дм³. Родовище лужних лікувальних грязей (мулуватих відкладів лиману) є одним з найбільших в Україні.

У верхів'ї лиману, поблизу села Стара Еметівка, тривалий час невідомі особи видобувають лікувальні грязі у великих обсягах за допомогою екскаваторів, через що пошкоджується рельєф лиману, при цьому у шарі піску, що знаходиться нижче шару грязі, зникає ропа, порушуються природні процеси грязеутворення. Мул та сульфідомулові поклади Куяльницького лиману експортується до Південної Кореї і в деякі інші країни світу. В даний час видобутком природних ресурсів на території Куяльницького лиману займається більше 80 суб'єктів господарювання. Враховуючи руйнівний вплив, який зазнає екологічно уразлива природна екосистема лиману від будь-якої господарської діяльності, доцільним є встановлення лімітів видобутку лікувальних природних ресурсів та введення мораторію на видобуток корисних копалин [55].

1.3 Земельні ресурси

Аналіз структури земельного фонду показує, що більше 80% загальної площі на території водозбору Куяльницького лиману становлять сільськогосподарські угіддя, 81-85% з яких припадає на орні землі. Багаторічні насадження займають 4-5%, пасовища 11-15%. Одним із основних критеріїв якісної оцінки сільськогосподарських угідь виступає родючість ґрунтів, яка визначається за таким показником як гумус (рис. 1.4). Від кількості гумусу залежить не лише врожайність рослин, але й спрямованість ґрунтових процесів, екологічний стан ґрунтів і ландшафтів, ефективність заходів по підвищенню родючості ґрунтів та охорони навколишнього середовища. Середній вміст гумусу на водозборі Куяльницького лиману дорівнює 4-5%.

Високий ступінь розораності вододільних і привододільно-схиливих територій (порядку 75%) є однією з причин різкого зменшення надходження річкового стоку в лиман і його подальшого висихання. Стала очевидною тенденція до полегшення гранулометричного складу, зменшення вмісту гумусу і знеструктурування верхніх горизонтів чорноземів в порівнянні з 50-60-ми роками минулого століття. Однією з ймовірних причин цього є вітрова ерозія розораних ґрунтів в останні 30-50 років і видування найбільш дисперсних частинок (розміром менше 0,01 мм), у тому числі і гумусових. Основною ж причиною дегумусифікації ґрунтів регіону є зменшення

надходження до них рослинних залишків і практично відсутність внесення органічних добрив в останні десятиліття [56]. Інтенсивне землеробське освоєння територій рівнинних вододілів і привододільних пологих схилів призводить до інтенсифікації процесів виникнення зсувів і погіршення екологічного стану екосистеми Куяльницького лиману.

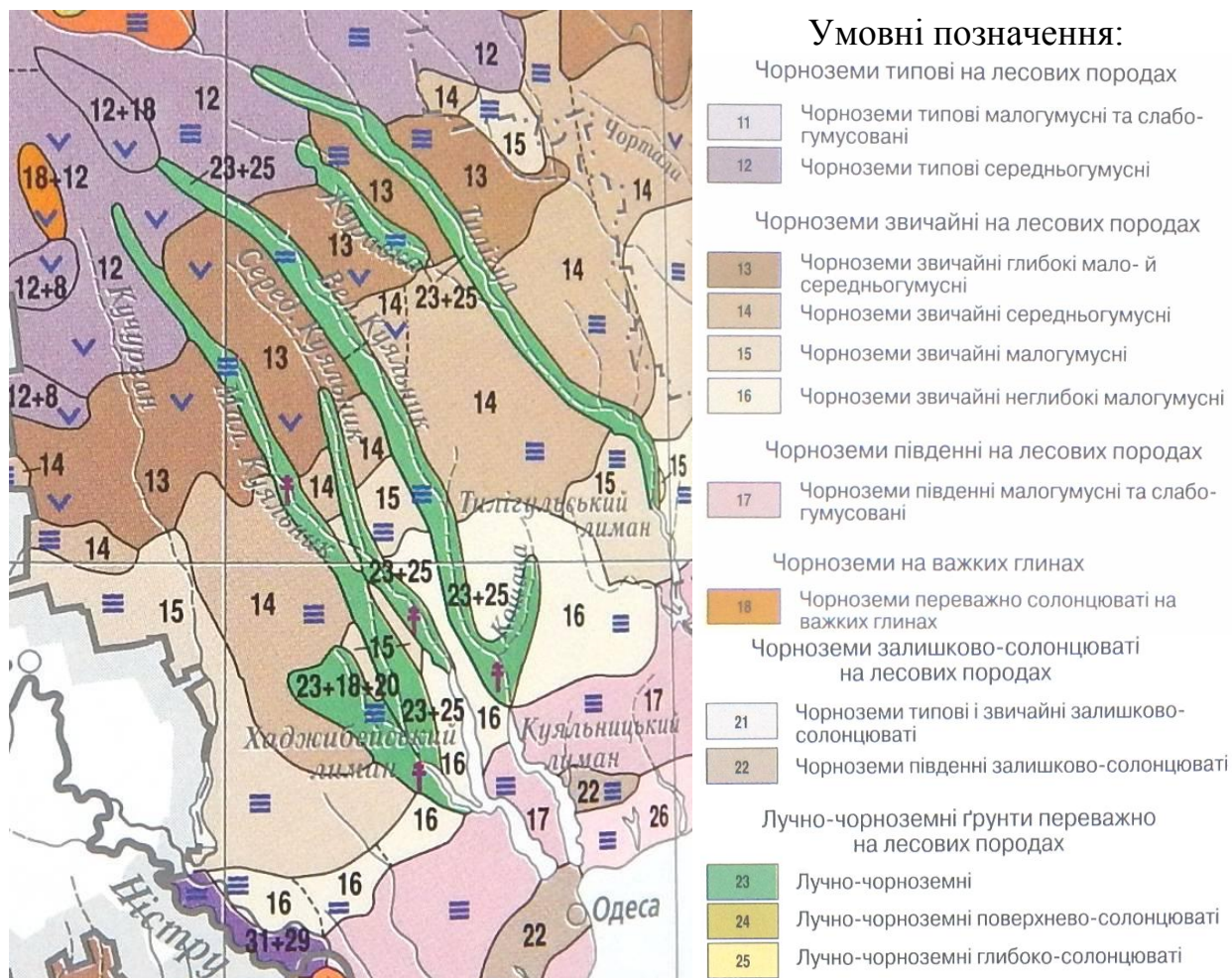


Рисунок 1.4 – Ґрунти басейну Куяльницького лиману [49]

Колективами Одеського Національного університету імені І.І. Мечникова та Фізико-хімічним інститутом захисту навколишнього середовища і людини для оптимізації природоохоронно-екологічного стану ґрунтів і земель басейну Куяльницького лиману було запропоновано зменшити розораність схилів і збільшити частку трав в структурі сівозмін. Орання в заплаві річки В.Куяльник повинне бути заборонене, а місцеві землі рекомендується відвести під сінокоси та ділянки з обмеженим випасом худоби. Стрімкі ділянки прибережно-берегових схилів, ускладнені ярами,

балками і зсувами, оголеннями вапняків, які традиційно використовуються під пасовища, потребують проведення заходів щодо поліпшення травостою шляхом підсіву цінних в кормовому відношенні трав, ліквідації бур'янів. Найбільш же стрімкі й обривисті ділянки узбережжя лиману, які глибоко розчленовані ярами, балками й осипами, необхідно повністю відвести під ґрунтозахисні, берего- та водоохоронні лісонасадження [56].

Ще одним напрямком збереження ґрунтового покриву та відновлення родючості земель стане відновлення природних угідь у місцях існування еродованих, засолених і заболочених земель та перетворення їх на степ, луки, чагарники, ліси.

1.4 Водні ресурси

Під терміном «водні ресурси» розуміють всі води території (поверхневі і підземні) придатні до використання. Теоретично водні ресурси на відміну від мінеральних відносяться до відновлюваних природних ресурсів. Проте з огляду на зростаючий вплив господарської діяльності людини саме поняття відновлюваності стає умовним. Основну частину водних ресурсів становлять поверхневі води, які існують безпосередньо на денній поверхні (води річок, струмків, каналів) та водойм природних і штучних водойм. Інтегральною характеристикою водних ресурсів є середні багаторічні величини річного стоку річок. Основними водотоками, які живлять лиман, є малі та середні річки, серед яких основне місце посідає річка Великий Куяльник із довжиною 150 км, похилом 0,7‰ та площею водозбору 1860 км². Середній багаторічний об'єм припливу прісних вод у непорушених водогосподарською діяльністю умовах до 80-х років минулого сторіччя, визначений за моделлю «клімат-стік» [41] становив би 22,2 млн.м³, але через вплив господарської діяльності зменшився на 38% до 13,2 млн.м³ [57]. За В.М. Тімченко [58] надходження до Куяльницького лиману прісних вод із опадами становило 28 млн.м³, а випаровування – 45,2 млн.м³.

За запасами підземних вод Одеська область займає передостаннє місце в Україні. Через маловодність річок водозбору Куяльницького лиману та антропогенний вплив для господарсько-питного водопостачання використовуються підземні води, але добра третина свердловин водозбору знаходиться у незадовільному технічному і санітарно-екологічному стані. Ґрунтові та артезіанські води мають високий вміст шкідливих речовин, які надходять до води з поверхні через недбалу господарську діяльність. Законодавчо в Україні виділена категорія земель, яка має назву земель водного фонду, до неї належать водоохоронні зони, прибережні захисні смуги, берегові смуги, смуги відведення, зони санітарної охорони, але законодавчі постанови не виконуються.

Обчислення середнього багаторічного значення підземної складової річного стоку, виконані на основі генетичного підходу А.М. Бефані [59], з використанням просторових узагальнень розрахункових параметрів, наведених у роботі В.Г.Сорокіна [60], показали, що підземна складова стоку (у природних умовах) з водозбору р. Великий Куяльник становить 1,44 млн.м³, а з водозбору р. Кубанка – 0,43 млн. м³. Площа водозбору, при якій можливе підземне живлення річок (перша критична площа), становить тут 100 км². Отже, на водотоках із площею меншою 100 км² (р.Довбока та балки) середня багаторічна величина підземної складової стоку дорівнює нулю. Надходження значущих об'ємів стоку з балки Корсунцівської, про яке говорять деякі автори [61], скоріш за все пов'язано із стічними водами або процесом підтоплення.

Басейн Куяльницького лиману належить до Причорноморського артезіанського басейну [62]. Тут найбільше поширення мають водоносні горизонти, пов'язані з відкладами неогену. Один з ярусів неогенової системи (нижній ярус верхнього міоцена) має назву сарматського. Сарматський ярус представлений морськими та континентальними відкладами вапняків, глинами, пісками та пісчаниками. Водоносний горизонт містить у собі хлоридно-гідрокарбонатні натрієві та гідрокарбонатно-хлоридні натрієві води. Саме ці води використовуються для споживання води населенням. Грунтові води четвертинних відкладень переважно сульфатно-хлоридні та хлоридно-сульфатні натрієво-кальцієві, кальцієво-натрієві й натрієво-магнієві води з мінералізацією до 3 г/дм³. Ці водоносні горизонти маловодні, знаходяться в алювіальних та в еолово-делювіальних відкладах, залягають на невеликій глибині, як правило, безнапірні або слабо напірні.

Зміни клімату, які відбуваються у останні десятиріччя, починаючи з 1989 р. [8], і характеризуються зростанням температур повітря на фоні мало змінних опадів, здатні зменшити стік річок і посилити випаровування, через що відбувається обміління лиману. Так, протягом останніх п'яти років спостерігається інтенсивне пересихання річок Суха Журівка, балки Кошківка, та інших річок водозбору річки Великий Куяльник [55]. Нещодавно було зафіксовано повне пересихання річки Великий Куяльник на території Ширяївського району довжиною 61,5 км, що складає 80% від загальної довжини річки на території цього району. Крім того, на території Ширяївського району в басейні цієї ж річки зафіксовано повне пересихання 18 ставків. На території Іванівського району повністю пересохло 16 ставків, на території Котовського району - 11 ставків.

Поверхневі води не задовольняють потреби господарства та населення як за кількістю, так і якістю. Великою проблемою є скидання стічних вод у водотоки водозбору Куяльницького лиману. Очисні споруди знаходяться у незадовільному технічному стані. Через фінансові труднощі не здійснюється реконструкція каналізаційних мереж та очисних споруд. Вже протягом декількох десятиріч не будуються очисні споруди навколо Куяльницького лиману. Скид стічних вод у річку Великий Куяльник здійснюється житлово-

комунальним господарством смт Іванівка, у Куяльницький лиман – ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» м. Одеси. Стічні води ЖКГ смт Іванівка відносяться до категорії недостатньо-очищених, стічні води ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» – до нормативно-чистих без очистки. Зокрема, не виконуються вимоги чинного законодавства, ст. 28 Закону України «Про курорти», що передбачає створення округу санітарної зони, в межах якого забороняються будь-які роботи, що призводять до забруднення ґрунту, повітря, води, завдають шкоди лісу, іншим зеленим насадженням, сприяють розвитку ерозійних процесів і негативно впливають на природні лікувальні ресурси, санітарний та екологічний стан природних територій курортів [63].

З метою запобігання забрудненню поверхневих та підземних вод необхідно здійснювати будівництво нових та реконструкцію існуючих очисних споруд, впроваджувати нові технології очищення стічних вод, оптимізувати господарську діяльність на землях водного фонду [48].

1.5 Біологічні ресурси

Під біологічними ресурсами розуміють запаси організмів, які забезпечують існування біосфери – загальнопланетарної оболонки, склад, будова та енергетика якої зумовлені минулою і сучасною діяльністю всієї сукупності живих і рослинних організмів на Землі [64]. З нею тісно пов'язане існування інших природних ресурсів: сировинних, кліматичних, водних, земельних, рекреаційних. У широкому розумінні біологічні ресурси об'єднують три основні групи організмів: продуценти (організми, які створюють органічну речовину з неорганічних сполук), консументи (живляться органічною речовиною) та редуценти (живі істоти – бактерії та інші організми, які перетворюють органічні залишки в неорганічні). У більш вузькому розумінні біологічні ресурси розглядаються як сукупність рослинних ресурсів та ресурсів тваринного світу [45].

Особливістю водозбору Куяльницького лиману в порівнянні з водозборами інших причорноморських лиманів є те, що тут сформувалися дещо кращі умови для збереження природної флори та фауни. Пояснюється це тим, що вода лиману непридатна для господарського і побутового використання, тому на його берегах мало населених пунктів і курортів, у зв'язку з чим як рекреаційне, так і промислове навантаження менше позначаються на стані екосистеми Куяльницького лиману [65].

За геоботанічним районуванням Одеської області водозбір лиману знаходиться у межах Євроазіатської степової області, Східно-Європейській провінції, Чорноморсько-Азовській підпровінції, Дністровсько-Бузького округу. Основну частину площі водозбору лиману займали колись різнотравно-типчаково-ковильні степи та байрачні переліски. Нижня третина водозбору характеризувалася як типчаково-ковильний степ з рослинністю

вапняків [51]. Нині на місці степів існують переважно сільськогосподарські угіддя (рис.1).

В природному рослинному покриві досліджуваної території до оранки переважали ксерофітні щільнодернинні злаки. В незначній кількості зустрічалося і ксерофітне різнотрав'я. Поміж дерновими росли різноманітні зонтичні, цибулинні та астрагали, а у більш вологі роки з'являлися види, характерні для різнотравно-типчаково-ковилових степів. В теперішній час територія басейну Куяльницького лиману повністю розорана і використовується для вирощування зернових і технічних культур [66]. Більш ніж 80% басейну займають сільськогосподарські угіддя (рис. 1.5). З них: 11-15% від загальної площі займають пасовища, 4-5% – багаторічні насадження, менше 2,5% – сіножаті [45]. На посівних площах вирощують зернові та зернобобові, серед яких найбільше розповсюдження має озима пшениця, а з технічних культур – соняшник.



Рисунок 1.5 – Рослинність у басейні Куяльницького лиману [49]

(— — — — — русла річок і балок та межі водозбірного басейну)

Серед видів флори багато рідкісних, ендемічних рослин, які занесені до Червоної книги України та Червоного списку Європи. Тут також багато

лікарських рослин. Рослинний світ лиману досить багатий, він включає значну кількість ендемічних, реліктових рослин, які підлягають охороні.

В фітоценозах, що досить добре збереглися, спостерігається домінування червонокнижних та інших цінних рослин.

Територія Куяльницького лиману відноситься до Азово-чорноморського зоогеографічного округу, який характеризується строкатістю прибережних біотопів (типово степові ділянки узбережжя чергуються з пісчаними косами, луками і болотами, лиманами і приморськими солончаками) та охоплює прилеглі до берега акваторії моря. Тут поряд з типовими видами ссавців, птахів і плазунів широкого розвитку набули численні представники болотних, водно-плавних і водяних видів фауни. Особливо багата фауна птахів: чайки, сріблястий мартин, чаплі й ін. Ссавці також є невід'ємними елементами біорізноманітності екосистеми лиману як її наземних ділянок, так і прісноводної частини озер пересипу та гирлової ділянки р. В. Куяльник. Мозаїчність і багатство цих водно-болотних біотопів, що межують зі степовими ділянками надзаплавних терас, зумовили проживання тут багатьох навколоводних і сухопутних видів ссавців [50].

1.6 Рекреаційні ресурси

Під рекреаційними ресурсами розуміють компоненти природного середовища та об'єкти господарської діяльності, які характеризуються унікальністю, оригінальністю, естетичною привабливістю, лікувально-оздоровчим значенням і можуть бути використані для організації різних видів і форм рекреаційної діяльності [45].

Рекреаційний потенціал – це система природних, історико-культурних об'єктів та їхніх властивостей, які використовують (або які можна використовувати) у рекреаційній діяльності. Він є функціональною основою рекреації і, в певному розумінні, її складовою частиною. Оцінка рекреаційного потенціалу території показує, що його якісні і кількісні параметри в поєднанні з суспільно-географічними чинниками є важливими об'єктивними передумовами розвитку рекреаційного комплексу регіону.

Основними складовими частинами рекреаційних ресурсів є природні та соціально-економічні комплекси. Природні комплекси розглядаються з позицій якості природних умов та технічного оснащення. Соціально-економічні рекреаційні ресурси включають різноманітні культурні об'єкти, пам'ятки архітектури, етнографічні особливості. Традиційною формою рекреаційної діяльності завжди було санаторно-курортне лікування та оздоровлення. Традиційними формами лікування є використання різноманітних мінеральних вод та лікувальних грязей. Саме розвиток лікувально-оздоровчого напрямку визначили і майбутню спеціалізацію рекреаційного комплексу Одеси [67]. Перший лікувальний заклад для

надання «теплых ванн», де під керівництвом дивізійного лікаря Е.С. Андріївського були використані медичні технології грязелікування та водолікування, був відкритий у 1833 р. на березі Куяльницького лиману. У 1876 р. за ініціативою відомих вчених і лікарів О.О. Мочутковського та О.А. Веріго було створено Одеське бальнеологічне товариство, яке сприяло розвитку курортів на лиманах і зростанню їх популярності. У 1892 р. за ініціативою бальнеологічного товариства на Куяльницькому лимані був побудований новий грязелікувальний заклад, який функціонує і зараз (рис. 1.6). Курорт спеціалізується на лікуванні хворих із захворюваннями суглобів, опорно-рухового апарату, хворих дитячим церебральним паралічем, нервової системи, шкірних захворювань та інших.

Куяльницький лиман відноситься до Куяльницької медичної підзони, медична спрямованість якого визначається наявністю пелоїдів та ропи Куяльницького лиману, мінеральних вод Куяльницького родовища та клімату, які об'єднують властивості морського та степового типу [34,45,46,68].

До природних лікувальних ресурсів курорту належать:

- мінеральні води Куяльницького родовища (св. № 9, 15, 16, 8, 10);
- лікувальні грязі (пелоїди) південної частини лиману;
- ропа лиману;
- кліматичні умови.

Мінеральні води Куяльницького родовища використовуються для лікування в санаторії ім. Пирогова (св. № 9, 15, 16, 8, 10) захворювань серцево-судинної системи, опорно-рухового апарату, патології гастродуоденальної системи тощо. Середньомінералізовані хлоридні натрієві води (св. № 9, 15, 16) використовуються для розведення ропи лиману і у подальшому – для зовнішніх процедур у водогрязелікарні курорту при серцево-судинних, нервових, гінекологічних, кожних захворюваннях та хворобах опорно-рухового апарату.

Пелоїди Куяльницького лиману представлено двома різновидами – мулом чорним та підстилаючим його мулом темно-сірим. Пелоїди належить до слабкосульфідних високомінералізованих хлоридних магнієво-натрієвих мулів. У 1975 р. Одеський інститут курортології виконав геологорозвідувальні роботи щодо вивчення пелоїдів Куяльницького родовища. Результати цих робіт дозволили всебічно охарактеризувати лиман, виявити стан його пелоїдів, здійснити підрахунок геологічних і балансових запасів лікувальної грязі, а також надати рекомендації щодо подальшої експлуатації родовища та регулювання водного балансу лиману. На той час встановлено, що геологічні запаси чорного мулу складали 15029 тис. м³, чорного і темно-сірого — 23848 тис. м³; балансові: чорного мула – 11042 тис. м³, чорного і темно-сірого – 15327 тис. м³ [68].

Постановою Ради міністрів Української РСР «О границах округа и зон санитарной охраны курорта Куяльник в Одесской области» № 102 від

07.03.1985 р. Куяльницький лиман офіційно був визнаний курортом Куяльник загальнодержавного значення, а також були затверджені границі

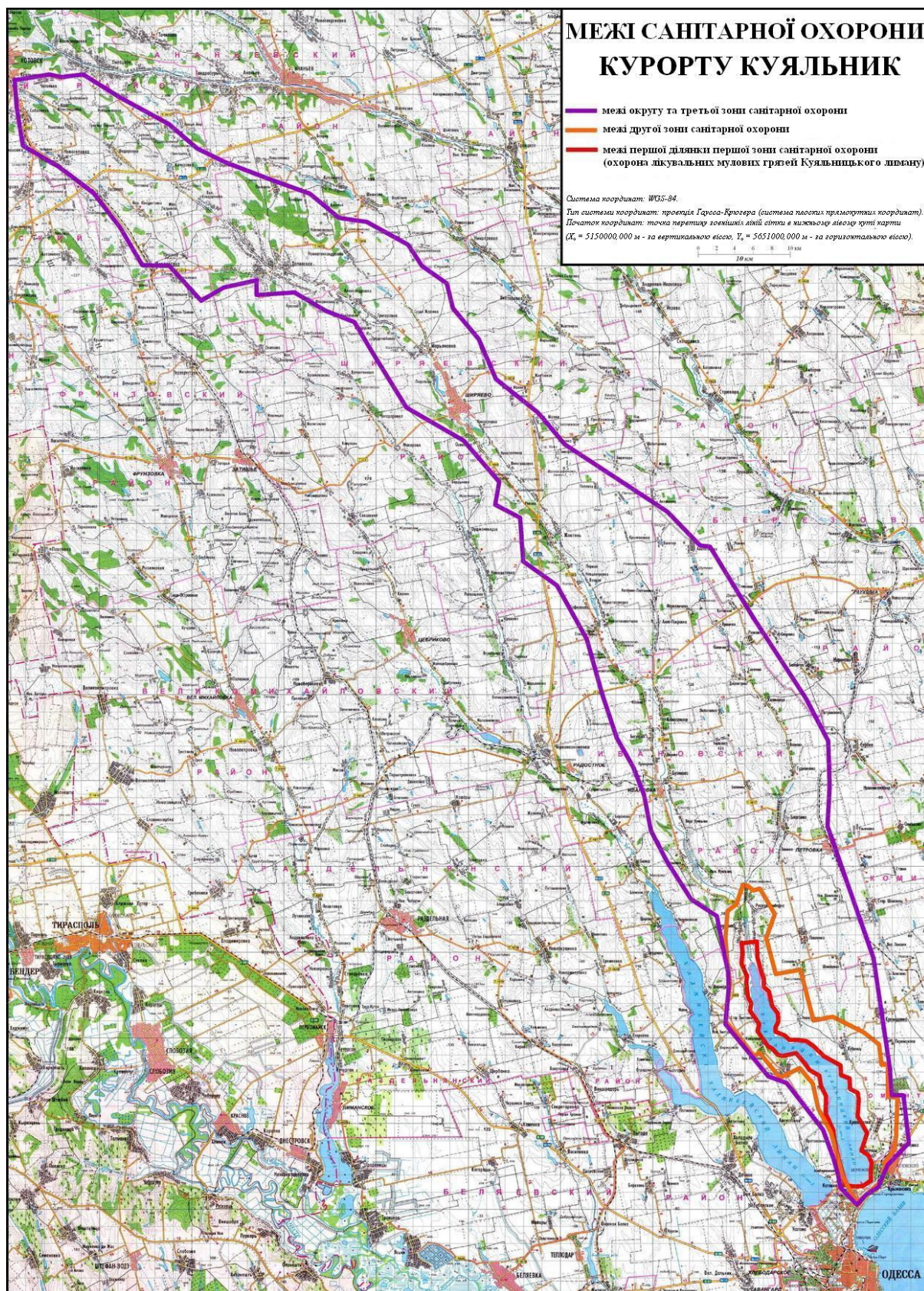


Рисунок 1.6 – Місцезнаходження басейну р. В. Куяльник та границі санітарної охорони курорту Куяльник [47]

округа за зон санітарної охорони курорту у відповідності з діючою на той час нормативною базою. Постановою Кабінету міністрів України «Про затвердження переліку водних об'єктів, що відносяться до категорії лікувальних» № 1499 від 11.12.1996 р. Куяльницький лиман включено до Переліку водних об'єктів, що відносяться до категорії лікувальних [34].

У 2009 р. запаси лікувальних грязей (пелоїдів) було розвідано і підраховано в південній частині лиману та затверджено ДКЗ України (протокол від 22.01.2009 р. № 1695) в обсязі 191 тис. м³ за категорією В на двох ділянках першочергових робіт станом на 01.01.2009 р. Медичними показаннями для використання пелоїдів є захворювання опорно-рухового апарату, периферичної нервової системи, гінекологічні захворювання, захворювання органів травного тракту [68].

Відповідно до Закону України «Про курорти» всі природні лікувальні ресурси повинні мати медичний (бальнеологічний) висновок, зроблений на підставі медико-біологічних та інших спеціальних досліджень складу та властивостей природних лікувальних ресурсів про можливість їх використання з метою лікування, медичної реабілітації та профілактики захворювань.

Пелоїди і ропа південної частини Куяльницького лиману мають медичні (бальнеологічні) висновки ДУ «Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України» на використання у лікувальній практиці (від 10.12.2008 р. № 224 та № 225).

Проведено також роботи щодо медико-біологічної оцінки мінеральних вод Куяльницького родовища (св. № 10 та № 16) при їх використанні курортним закладом ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» (медичні (бальнеологічні) висновки від 10.03.2009 р. № 242 та № 241).

Державною службою геології та надр України надано спеціальні дозволи на користування надрами для ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» ЗАТ «Укрпрофоздоровниця»:

- св. №№ 10, 15, 16 (від 27 березня 2009 р. № 4956 та № 4957) – на видобування мінеральних лікувальних вод;
- пелоїди Куяльницького родовища (ділянки №№ 1, 2) (від 27 березня 2009 р. № 4955) – на видобування лікувальних грязей;
- ропа Куяльницького родовища (від 23 вересня 2012 р. № 5637) – на видобування поверхневої ропи для лікувального застосування.

Кондиційність природних лікувальних ресурсів повністю залежить від суворого дотримання вимог, що пред'являються до зон санітарної охорони курортів [68].

В умовах глобального потепління, яке супроводжується пересиханням річок та обмілінням лиману, як один з найшвидших, найдешевих і екологічно безпечних методів «порятунку» Куяльницького лиману в умовах екологічної кризи в грудні 2014 р. був реалізований проект, який передбачає наповнення лиману водами Чорного моря. Противники такого способу, зокрема,

висловлювали побоювання, що в результаті надходження до лиману морської води відбудеться підвищення концентрацій неорганічних і органічних токсикантів у ропі та пелоїдах лиману, а також реалізується можливість утворення слабкорозчинного сульфату кальцію (гіпсу). У 2013 р. співробітники УкрНДІ медичної реабілітації та курортології, Інституту морської біології НАН України та Фізико-хімічного інституту ім. А.В. Богатського НАН України виконали дослідження з бальнеологічного, гідробіологічного і хімічного обґрунтування безпеки наповнення обмілілого Куяльницького лиману морською водою [69]. Було показано, що при змішуванні ропи лиману з морською водою ймовірність утворення гіпсу різко зменшується. Попередні висновки гідробіологів і бальнеологів констатували відсутність негативного впливу морської води на гідробіонти лиману і лікувальні властивості його грязей. Проби об'єктів моніторингу з моменту початку наповнення лиману були відібрані 22.12.2014 р., 28.01.2015 р., 27.02.2015 р., 23.03.2015 р. та 26.05.2015 р. співробітниками Інституту біології моря НАН України (А1 - біля труби, по якій надходила морська вода в лиман, А2 - далі від труби, А3 - в точці, найбільш віддаленій від труби). Встановлено, що в морській воді і ропі лиману вміст іонів токсичних елементів не перевищують значення їх ГДК (для морської води). Отримані результати вказують на більш високі концентрації практично всіх «важких» металів в ропі лиману в порівнянні з водою Одеської затоки, а також на зменшення їх концентрацій в ропі по мірі її розведення морською водою. На підставі результатів гідрохімічного моніторингу Куяльницького лиману в початковий період його заповнення морською водою був зроблений висновок, що її надходження в лиман не призводить до збільшення в ньому концентрацій основних екоотоксикантів. Встановлено, що з наповненням Куяльницького лиману морською водою ймовірність утворення в ропі слабкорозчинного гіпсу різко зменшується. Результати проведених досліджень підтверджують попередній висновок (на підставі модельних експериментів) про екологічну безпеку (в хімічному плані) наповнення лиману морською водою.

Якість лікувальних грязей залежить не тільки від природних умов, а й від оточуючого середовища. Куяльницький лиман є частиною Одеської міської агломерації і пов'язаний з її інфраструктурою. У роботі В.І. Золотова та Т.М. Поліщук [70] зазначається, що курорт Куяльник не має належної інфраструктури. «Поруч знаходиться ряд великих промислових об'єктів, таких як нафтопереробний, цементний заводи. На території Лузанівки, що безпосередньо примикає до Куяльнику, довгий час функціонувала промивально-пропарювальна станція залізничної дороги. Курорт не відокремлений від міста, не обладнані місця для купання, не визначені місця скидання побутових відходів. Через акваторію лиману прокладені деякі міські комунікації, проходить ділянка магістрального нафтопроводу Кременчук - Херсон - Снігурівка - Одеса. На території курорту діє малопотужна котельня, яка під час зупинок Одеської ТЕЦ і районних

котелень Суворовського району покликана забезпечувати потреби санаторного комплексу, одночасно створюючи додаткове навантаження на його територію у вигляді атмосферних викидів. ...У 2010 році на берегових схилах в районі сан. Куяльник було відмічено активізацію старого зсувного схилу...».

У такій ситуації виникає потреба в проведенні системного екологічного аудиту території з визначенням всіх джерел забруднення та розробки масштабного інвестиційного проекту – бізнес-плану розвитку території та санаторно-курортного комплексу «Куяльник» [71]. Має бути удосконалена система управління територіями обмеженого статусу використання на національному рівні через посилення законодавчо-нормативної та регуляторної бази; можливі залучення міжнародних інститутів до забезпечення процесу відновлення та екологічної санації територіальних комплексів природно-заповідного статусу [72].

2 ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В БАСЕЙНІ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

В даний час планування і управління водними ресурсами зазнає зміну парадигми. Традиційне представлення окремих водних об'єктів і водних ресурсів в цілому як об'єктів максимального споживчого господарського використання йде в минуле. Основною причиною зміни парадигми є той факт, що сучасний розвиток соціально-економічних і виробничих систем у напрямі нераціонального, споживчого використання водних ресурсів територій приводить у результаті до істотних еколого-економічних витрат, збільшення соціальної нерівності, і як наслідок всього до втрати стійкості даних систем.

В процесі розвитку сучасної цивілізації людство прийшло до розуміння – вода як один з найважливіших елементів навколишнього середовища вимагає всеосяжного інтеграційного управління з урахуванням всіх видів і категорій водних ресурсів Землі, всіх категорій водокористувачів і наслідків їх антропогенного впливу на стан природних вод. Особливе значення в концепції інтегрованого підходу до управління водними ресурсами територій (водних басейнів) набуває оцінка наслідків антропогенного впливу з погляду визначення подальшого існування, стійкого і ефективного розвитку водних ресурсів. По даним [73] сьогодні на кожного жителя Землі в рік припадає до 750 м³ доступної для використання прісної води. По прогнозах ЮНЕСКО до 2050 року, без урахування прогнозованих кліматичних змін, даний показник може зменшитися в середньому до 450 м³, що по класифікації ООН [74] означає перехід більше 80% країн світу за межі водного дефіциту.

Інтегроване управління водними ресурсами можна охарактеризувати як процес перманентної оцінки водогосподарського балансу території з визначенням постійних тенденцій його змін залежно від впливу багаторівневих і багатозв'язкових чинників: характеру і кількісних показників господарського навантаження, як на водний об'єкт, так і на водозбірний басейн в цілому, прогнозованих в майбутньому кліматичних змін і їх впливу на характеристики водних ресурсів досліджуваної території та ін. Визначення чинників впливу і тенденцій змін водогосподарського балансу обумовлює необхідність подальшої розробки скоординованих планів інтегрованого управління і розвитку водогосподарської діяльності, першочерговим завданням яких повинна бути ув'язка існуючого водно-ресурсного потенціалу з вимогами господарського комплексу території або водного басейну.

Інтегроване управління водними ресурсами регіону повинне розглядатися не як окремі процеси прийняття організаційних, управлінських, технічних, економічних та ін. рішень, а як багатофакторна і багатозв'язкова система управління, в основу якої покладений облік взаємодії з водними

(поверхневими, підземними, поворотними і ін.) ресурсами всіх інших природних ресурсів (земляних, рекреаційних, кліматичних), що пов'язує економіко-виробничі і соціальні інтереси різних галузей, рівнів ієрархії водокористування і природокористування із залученням всіх зацікавлених сторін в ухваленні рішень, фінансуванні, плануванні, охороні і розвитку водних ресурсів.

Основи сучасної концепції інтегрованого управління водними ресурсами були сформульовані ще в 1992 році на Всесвітній конференції в Дубліні (UNCED), які в подальші роки стали базисом для глобальних реформ водного господарства багатьох країн світу [73]. У період між UNCED в 1992 році і Всесвітнім саммітом по стійкому розвитку в 2002 році в Йоганнесбурзі (WSSD) концепція інтегрованого управління водними ресурсами дістала загальне схвалення Комісії із стійкого розвитку, Генеральною Асамблеєю ООН і Міністерською Декларацією Міжнародної конференції з прісної води [75-77].

Необхідно підкреслити, що якість води є невід'ємною складовою частиною водно-ресурсного потенціалу якої-небудь території або басейну, тому під час розробки планів інтегрованого управління особлива увага повинна приділятися екологічним аспектам оцінки якості вод, визначенню окремих водокористувачів як забруднювачів водного басейну.

Першоосновою розробки схем інтегрованого управління водними ресурсами басейну є загальний облік всіх складових природного і штучного відновлення об'ємів водних ресурсів у межах певних територій, що дає можливість складання поточного водогосподарського балансу, розробки схем раціонального просторового і часового розподілу ресурсу, в т.ч. між окремими водокористувачами з урахуванням їх ієрархії, проведення оцінки якості, управління комплексом водогосподарських заходів, а також контролю допустимих норм антропогенного навантаження на водно-ресурсний потенціал басейну. Крім того, розробка інтегрованого управління водними ресурсами басейну одночасно з вище вказаними завданнями в обов'язковому порядку повинна розглядати питання фінансово-економічного блоку, пов'язаними з платним водокористуванням.

При цьому необхідно чітко відрізнити два економічні поняття – вартість і оплату. Вартість води має дуже важливе значення для раціонального використання ресурсу у разі відсутності можливостей повного забезпечення загальних (сумарних) потреб водокористувачів при галузевому або територіальному розподілі. В першу чергу, даний факт важливий під час розробки схем альтернативного використання ресурсу як регулюючого інструменту економічного блоку інтегрованого управління водними ресурсами. Плата за воду використовується як економічний інструмент для підтримки уразливих груп водокористувачів, впливаючи на їх поведінку в розрізі економії і ефективного використання природного ресурсу, забезпечуючи стимулювання в управлінні попитом, окупності послуг, що

надаються, і готовності окремих споживачів сплачувати за додаткові водогосподарські послуги [78].

Визнання водного ресурсу як економічного товару є достатньо ефективним засобом в ухваленні рішень по розподілу ресурсу між окремими секторами господарського комплексу або галузями економіки, а також між різними водокористувачами у межах одного сектора або галузі. Вказане має особливе значення у випадках, коли подальше збільшення об'ємів споживання ресурсу фактично неможливе.

Виникнення лиманів Українського Причорномор'я обумовлене просторово-часовими процесами становлення всієї берегової лінії побережжя Чорного моря. Процеси утворення лиманів тісно пов'язані з тектонічними явищами і трансгресіями Чорноморського басейну [79]. Виникнення причорноморських лиманів як затоплених пригирлових ділянок річкових долин або балок зв'язано, в першу чергу, із затопленням морськими водами річкових долин під впливом підйому рівня моря і опусканням поверхні суші [80].

Лимани північно-західного Причорномор'я представляють унікальні природні системи, які є важливою складовою частиною водного фонду країни і мають найважливіше природне, рекреаційне і соціально-економічне значення для України.

Всього на ділянці побережжя північно-західної частини Чорного моря в межиріччі Дунаю і Дніпра розташовані 21 лиман, які за типом водного живлення підрозділяються на дві великі групи [79]:

1 група – відкриті лимани, які мають достатньо вільний водообмін з морем. У свою чергу до даної групи лиманів можуть бути віднесені:

- відкриті лимани з відносно великим припливом річкових вод (Дністровський, Дніпро-Бузький і ін.);
- відкриті лимани з незначними показниками річкової припливу (Березанський);
- штучно відкриті лимани з незначними показниками поверхневого притоку (Малий Аджаликський, Сухий і ін.).

2 група – закритий тип лиманів, який найбільш поширений на території Причорномор'я. Дані водні об'єкти утворилися в процесі затоплення гирлових ділянок річок унаслідок загальних геологічних процесів трансгресії побережжя Північного Причорномор'я, а також за рахунок підйому рівня Чорного моря [81]. Водний режим даного типу водоймищ формується за рахунок річкового припливу і надходження підземних вод, а також за рахунок атмосферних опадів (Великий Аджаликський, Будакський, група Тузловських лиманів та ін.). В останні 15-20 років відбулися значні зміни в гідролого-гідрографічному режимі закритих лиманів. Глобальні кліматичні зміни привели до посилення процесів випаровування з поверхні водойм, яке перевищує кількість опадів. Господарська діяльність на прибережно-схилових територіях водозбірних басейнів та берегах лиманів привела до практично повної деградації малих річок.

В цілому регіон північно-західного Причорномор'я і його водні об'єкти відіграють особливу роль в розвитку господарського комплексу України. В першу чергу, необхідно відзначити той факт, що на даній території розташовані найбільші морські і річкові порти України, які щорічно забезпечують перевалку практично 90% вантажопотоків країни; через північно-західну частину Українського Причорномор'я проходять маршрути міжнародних транспортних коридорів №7 і №8 (залізничні, річкові, морські), що також значно підвищує роль регіону в стійкому розвитку економіки країни. Отже, такі обставини обумовлюють величезні антропогенні навантаження на природні комплекси регіону.

Реалізація європейських програм міжнародних транспортних коридорів і постійне збільшення потоків міжнародного транзиту природних ресурсів дозволяють розглядати Азово-Чорноморський басейн як особливу транспортну зону, яка пов'язує прилеглі країни з Європою. Необхідно також відзначити істотне посилення гео економічної зацікавленості багатьох держав до Азово-Чорноморського регіону у зв'язку із стратегічним курсом Європейського Союзу на формування єдиної європейської транспортної системи.

Куяльницький лиман у ряді лиманів північно-західного Причорномор'я займає особливе місце. Куяльницький лиман є водоймищем, розташованим в 8,5 км на північний захід від м. Одеси, який за всіма показниками може бути віднесений до 2-ої групи лиманів закритого типу з суттєвим впливом на його гідрологічний режим таких чинників як річковий приплив і атмосферні опади [82].

Загальна площа водозбору Куяльницького лиману складає 2250 км², основним джерелом надходження річкової притоки є річка Великої Куяльник, площа водозбору якої при довжині річки в 170 км складає 1860 км² (82,7% загальній водозбірній площі лиману). Характерною особливістю Куяльницького лиману є значна залежність його морфометричних характеристик від ступеня наповнення водоймища. Так по даним [83] довжина лиману в серпні 2011 р. складала всього 20,7 км при збільшенні даного показника для багатоводних періодів до 28-29 км. Площа водного дзеркала поверхні лиману залежно від ступеня наповнення водойми може змінюватися від 19 до 74 км², ширина лиману поступово збільшується з півночі на південь і досягає максимального значення на ділянці с. Красносілка порядку 3,6 км., середня глибина складає 0,4 м, при максимальних її значеннях в гирлі річки Кубанка до 1,8-2,0 м [83]. Об'єми наповнення Куяльницького лиману можуть досягати 370 млн.м³, проте останніми роками (2009-2012 рр.) вони складали не більше 18,8-20,0 млн.м³. Характерною особливістю Куяльницького лиману також є інтенсивне замулювання чаші водоймища. Так, за період з 1975 по 2009 рр. об'єм лиману за рахунок замулювання в області мінімальних рівнів води зменшився на 13,0 млн.м³, тобто середня інтенсивність зменшення об'єму лиману за останні три десятиліття склала 0,38 млн.м³ в рік.

Куяльницький лиман широко відомий як значущий рекреаційний і бальнеологічний об'єкт державного і світового значення. Високі лікувальні властивості мають грязі і ропа лиману.

Побудова схеми інтегрованого управління водними ресурсами якої-небудь території ґрунтується на ряді ключових принципів, які визначають їх суть [84].

В першу чергу, необхідний аналіз нормативно-правової бази, що діє, яка може з'явитися основою подальшого розвитку досліджуваної території. Необхідно відзначити, що окрім базисних законів держави, таких як Земельний і Водний кодекси України, Закони України «Про курорти», «Про охорону навколишнього природного середовища» і ін., в різні періоди були прийняті і діють в даний час спеціальні нормативні акти, які приурочені до використання і охорони курортно-оздоровчих і рекреаційних територій Одеської області. До таких нормативно-правових документів можна віднести: ухвала Ради Міністрів Української РСР «Про межі округу і зон санітарної охорони курорту Куяльник в Одеській області № 102 від 7 березня 1985 року, ухвала Кабінету Міністрів України «Про заходи щодо поліпшення роботи по використанню і охороні територій курортно-оздоровчого і рекреаційного призначення в Одеській області» № 1900 від 10 грудня 2003 року, Регіональна програма збереження і відновлення водних ресурсів в басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 роки, затверджена вирішенням Одеської обласної ради від 28 жовтня 2011 року № 270-VI і ін. [31].

З урахуванням особливостей території, яка досліджується, специфіки розвитку його соціально-господарського комплексу, рекреаційного значення водного об'єкту, одним з основних сценаріїв комплексного розвитку водного басейну Куяльницького лиману повинна бути:

- розробка регіональної стратегії забезпечення збереження і сталого розвитку екосистеми території;
- вдосконалення системи управління територією басейну Куяльницького лиману, яка повинна бути віднесена до територій обмеженого статусу використання на національному рівні;
- удосконалення і посилення законодавчо-нормативної і регуляторної бази, реалізація всього комплексу заходів, передбачених чинними нормативно-правовими актами;
- максимальне залучення національних і міжнародних інвестиційних проектів в забезпечення процесу збереження і відновлення територіальних комплексів природно-рекреаційного і заповідного фонду в басейні Куяльницького лиману.

В цілому система інтегрованого управління водними ресурсами Куяльницького лиману, на наш погляд, має спиратися на такі вимоги.

1. Інтегроване управління повинне здійснюватися за «басейновим принципом», в межах гідрографічних границь відповідно до морфології басейну, тобто оцінка водно-ресурсного потенціалу проводиться для всієї водозбірної площі в 2250 км² без виділення в окремі зони (райони, водойми)

яких-небудь складових території незалежно від їх географічного розташування в межах басейну, ландшафту, особливостей сучасного господарського освоєння, наявності гідротехнічних споруд і ін. [78,84,85].

Басейновий принцип управління водним об'єктом і пов'язаними з ним водогосподарськими системами дозволяє забезпечити єдиний і збалансований підхід в обліку особливостей водних ресурсів території з погляду технічної, економічної, соціальної і природоохоронної складових.

Схема інтегрованого управління повинна враховувати повний комплекс чинників складових рівняння водного балансу території (можливий водообмін з морською акваторією, припливу річкових і поверхневих вод, атмосферних опадів, ґрунтового припливу, показниками випаровування, скидних і стічних вод).

Басейн Куяльницького лиману бажано розділити на морфологічно однорідні ділянки, які мають приблизно однакові кількісні показники впливу окремих складових водного балансу. Для кожної з ділянок басейну з урахуванням особливостей формування їх водного балансу розробляється оцінка водно-ресурсного потенціалу, які в остаточному виді ув'язуються в єдину для всього басейну схему.

Наприклад, загальний водозбірний басейн Куяльницького лиману може бути розділений мінімум на три ділянки: басейн річки Великий Куяльник, безпосередньо Куяльницький лиман з прилеглими до нього прибережними смугами шириною 200-250 м і нижня (південна) частина басейну – озера пересипу і Корсунцовські ставки. Для кожної із цих ділянок необхідно виконати весь комплекс вказаних вище робіт, а в остаточному варіанті вони будуть пов'язані в єдиний водогосподарський баланс.

2. Ув'язка всіх видів водокористування у межах басейну Куяльницького лиману і всіх об'єктів господарської діяльності (водокористувачів) по горизонталі між окремими галузями господарського комплексу (аграрний комплекс, комунальне господарство, об'єкти промисловості, рекреаційно-курортною діяльності і таке ін..) і по вертикалі між різними рівнями водогосподарської ієрархії (вища ієрархія – басейн в цілому, з подальшим розбиттям на системи нижчої ієрархії використання природного ресурсу аж до окремих невеликих приватних водокористувачів).

Водний басейн Куяльницького лиману характеризується у край високою сільськогосподарською освоєністю території, яка складає порядку 48-50%. Сільськогосподарські угіддя становлять 81% (184,9 тис.га) від загальної площі басейну, з яких 74,8% припадає на орні землі. В межах прибережних смуг водних об'єктів склад угідь наступний: рілля – 14%, сінокіс – 16%, пасовища – 29%, присадибні ділянки – 20%, ліси, лісосмуги і чагарникові зарості – 9%, інші угіддя – 12% [83,86].

Об'єкти промислової інфраструктури басейну Куяльницького лиману представлені в основному підприємствами переробної промисловості аграрного комплексу і невеликою кількістю кар'єрів, які експлуатують родовища будівельних матеріалів [83].

Ув'язка основних водокористувачів в схемі інтегрованого управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману повинна будуватися з урахуванням активного використання водних ресурсів території, яке досягає 60-100% річного стоку річок басейну. Проведені в [83,86] дослідження показують, що щорічні сумарні потреби ресурсу в басейні Куяльницького лиману дорівнюють 12,5 млн.м³, безповоротне споживання становить 9,32 млн.м³. При цьому щорічний забір води різними споживачами складає: безпосередньо з річки Великий Куяльник – 5,84 млн.м³, з водосховищ і ставків – 0,46 млн.м³; з підземних джерел – 6,19 млн.м³. Об'єм скидання зворотних вод оцінений в 3,16 млн.м³. Періодично через б. Корозея відбуваються залпові, ненормовані скидання комунально-побутових стоків м. Котовська.

3. Розрахункові показники складових водного балансу басейну Куяльницького лиману в схемі інтегрованого управління водними ресурсами території з урахуванням значної їх трансформації водогосподарською діяльністю, а також з урахуванням достатньо коротких рядів спостережень за гідрометеорологічними характеристиками, визначаються на основі розрахункових характеристик моделі «клімат-стік» [87, 88].

Оцінка надходження прісних вод водотоків в Куяльницький лиман, виконана на основі моделі «клімат-стік», показала, що основна їх частина поступає за рахунок припливу річкових вод Великого Куяльника. Загальний об'єм річкової притоки в природних умовах (непорушених водогосподарською діяльністю) дорівнює 24,0 млн.м³, з цієї величини на р. Великої Куяльник припадає близько 22,3 млн.м³ або 92,9% [88]. Середня багаторічна величина надходження води за рахунок випадання атмосферних опадів становить 26,6 млн.м³, проте з урахуванням втрат на випаровування з водної поверхні об'єм лиману щорічно поповнюється тільки на 2,24 млн.м³. Причому розглянуті різні сценарії глобального потеплення показують, що найближчими роками випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману значно перевищуватиме надходження атмосферних опадів до його поверхні.

Основним чинником водогосподарської діяльності в басейні Куяльницького лиману є штучні водойми, які в умовах зони недостатнього зволоження грають фактично роль штучних випарників. Відносна площа водної поверхні штучних водоймищ за даними різних джерел змінюється від 0,20% до 0,40%. При цьому зменшення річкового стоку в маловодні роки, може досягати 40%, зменшуючись до 10% в багатоводні роки. Більшість штучних водоймищ в межах досліджуваної території в даний час знаходяться в пересохлому стані і їх негативний вплив на формування річкового стоку проявляється максимально у весняний період при сніготаненні або при зливах, коли в середні за водністю та багатоводні роки на заповнення даних водоймищ витрачається до 35-40% норми річкового стоку, а в маловодні роки безповоротні втрати стоку можуть досягати 90%.

4. Суспільна участь не тільки в управлінні, але і у фінансуванні, плануванні і розвитку водогосподарської інфраструктури.

Під «суспільною участю», безумовно, розуміється участь не тільки виключно громадських організацій і об'єднань, але і обов'язкова участь місцевих органів влади, самоврядування, муніципальних водокористувачів в здійсненні басейнової водної політики на всіх етапах її реалізації, а також інформування громадськості про стан і якість водних ресурсів. Участь громадськості повинна забезпечити, в першу чергу, атмосферу прозорості і відвертості, при якій вірогідність ухвалення рішення, що не відповідає інтересам місцевих общин, значно знижується.

5. Пріоритет природоохоронних вимог в діяльності органів управління під час практичного застосування схеми інтегрованого управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману.

Екосистемний підхід витікає з одного найважливішого постулату – «природа – рівноправний партнер». Така вимога означає необхідність визначення максимально можливого рівня антропогенного впливу на водні ресурси з метою забезпечення рівня їх стійкого відновлення, мінімізації в кількісному відношенні негативних наслідків взаємодії джерел води і економічно використовуваних територій [89, 90].

По даним [82,84] в Україні на сьогодні відсутні регіони, в межах яких фактичне використання водно-ресурсного потенціалу менше екологічно допустимого рівня. Тільки для восьми областей даний показник знаходиться на рівні його критичних значень (0,30), а для Житомирської, Харківської, Луганської і Донецької областей зазначені показники складають, відповідно, 1,0; 1,60; 1,40 і 1,20. Це означає, що вказані адміністративно-територіальні одиниці України здійснюють свою водогосподарську діяльність за рахунок водних ресурсів, які формуються на інших територіях. Для Одеської області, в межах якої знаходиться басейн Куяльницького лиману, показник використання водно-ресурсного потенціалу перевищує його критичне значення і складає 0,50.

Безумовне і першочергове застосування екосистемного підходу при розробці схеми інтегрованого управління водними ресурсами в басейні Куяльницького лиману обумовлене унікальністю природно-ландшафтних комплексів території, зосередженням різноманітних степових, петрофітних, чагарникових, прибережно-водних лугових біоценозів, доцільністю створення найближчими роками в межах водного басейну лиману національного природного парку.

Необхідно також відзначити, що використання Куяльницького лиману і прилеглої території повинне здійснюватися на основах збалансованого розвитку, тобто з урахуванням екологічної, економічної і соціальної складових. Після підписання Угоди про асоціацію з ЄС Україна узяла на себе зобов'язання імплементувати в природоохоронне законодавство ряд директив, шість з яких стосуються якості води і управління водними ресурсами. Саме тому раціональне використання водних ресурсів лиману і

збереження його екосистем повинні лягти в основу схему управління цим об'єктом.

6. Вода повинна бути визначена як товар, який з урахуванням його важливості має відповідну економічну і соціальну вартість.

Управління водними ресурсами Куяльницького лиману як соціально-економічним товаром – спосіб досягнення не тільки виключно фінансово-економічних цілей сталого розвитку окремих регіонів і країни в цілому, але і найважливіший спосіб досягнення соціальних цілей, пов'язаних із забезпеченням ефективного і рівноправного водокористування, заохочення економіки і охорони водних ресурсів.

Підхід «забруднювач платить» є основним принципом всієї європейської екологічної політики. Забезпечення адекватного відшкодування витрат на послуги водоспоживання і водокористування, в т.ч. екологічних і ресурсних витрат, знаходиться на рівні загальнодержавного правового забезпечення. Проте, допускається зниження вартості на відновлення водних ресурсів виходячи з економічних, екологічних і соціальних міркувань, а також з урахуванням географічних або кліматичних умов.

7. Інформаційне забезпечення системи управління, економічна і фінансова стабільність забезпечення схеми інтегрованого управління водними ресурсами басейну.

Екологічна складова моделі інтегрованого управління водними ресурсами Куяльницького лиману повинна знаходитися на рівні першочергових завдань як невід'ємна частина водно-ресурсного потенціалу території. Необхідно враховувати той факт, що погіршення показників якості води у свою чергу зменшує економічну і соціальну вартість водно-ресурсного потенціалу басейну і як наслідок зменшує економічну привабливість території, істотно звужуючи можливості застосування механізмів сталого розвитку регіону.

3 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

Куяльницький лиман, водойми та водотоки його басейну належать до межиріччя річок Дністер та Південний Буг (рис. 3.1). За природним районуванням басейн Куяльницького лиману відноситься до Південного степу (Причорноморсько-Азовська південно-степова провінція). Основним елементом рельєфу басейну є Причорноморська низовина, що поступово знижується у бік Чорного моря. Поверхня низовини плоска, рівнинна. Береги Куяльницького лиману та річок його басейну порізані балками та ярами, вододіли плоскі [8,45,49,51,91].

3.1 Загальні відомості про формування лиману та його рельєфу

Сучасний вигляд берегової зони та рельєфу Куяльницького лиману формувався протягом останніх 5,0-5,5 тис. рр., коли рівень води в Чорному морі вперше досяг сучасних відміток. Наступні коливання рівня моря, у тому числі фанаторійська регресія (від 4,5-4,4 тис. рр. до н.е. до II-III ст. н.е.) і німореїська трансгресія (триває понині), вплинули на сучасні розміри та конфігурацію лиману [38,91,92].

У розвитку улоговини Куяльницького лиману виділяють дві стадії: річкова долина та лиман. Остання стадія, у свою чергу, може бути поділена на 2 етапи: 1) етап існування відкритого естуарію, 2) лиманний етап, коли водойма втратила зв'язок з морем [38,92]. Відділення лиману від моря відбулося, відповідно до історичних даних і археологічних розкопок, не пізніше XV-XVI ст. [91,93,94]. А.Р. Осмоловський-Ярошенко, який вивчав історію освоєння Куяльницького лиманів [94,95], зробив у 1929 р. наступний висновок щодо періоду існування Куяльницького лиману як відкритої водойми, часу його відокремлення від моря та причин формування пересипу: *«Досить численні сліди грецької культури, і пізніших часів, які зустрічаються по берегах Куяльницького лиману й по Гільдендорфській балці, а також Генуезька котва, що її знайдено в цьому лимані, – усе це свідчить, що лиман цей ще в XV віці був сполучений з морем, що до нього з моря могли приходити і грецькі і генуезькі кораблі: тому греки охоче й засіляли береги цього лиману, що він не був відокремлений від моря, як Хаджибейський, і був тоді гаванню. Пересип цього лиману є молодий утвір і в формуванні його головну участь бере течія зі сходу, що встановилася тут разом зі зниженням морського рівня, коли Дніпро почав осолоджувати Одеську затоку»*. Однак, вже на початку XIX ст. – в атласі Будищева від 1807 р., пересип Куяльницького лиману показано суцільною вузькою смугою, шириною приблизно 100 м [91].



Рисунок 3.1 – Місцезнаходження басейну Куяльницького лиману [96]

3.2 Загальна характеристика основних річок і балок басейну

Основною притокою лиману є річка Великий Куяльник. Верхня частина басейну р. В. Куяльник знаходиться в межах Подільської височини, з відмітками до 250 м над рівнем моря. Середня частина відноситься до перехідної зони від височини до низовини. Пониззя річки знаходиться в межах Причорноморської низовини з висотами 150-50 м над рівнем моря. Падіння річки складає 204 м, середній ухил – 1,13 м/км, середньозважений ухил – 0,63 м/км, середній ухил водозбору – 21,9 м/км, лісистість – 4,87%, заболоченість – 0,08%, озерність – 0,06%, розораність – 61,3%, еродованість – 45,9%, урбанізованість – 6,97%, осушених земель з постійно діючою водопровідною мережею – 3026 тис. га. [91,97]

Глибина врізання русла річки складає: у верхів'ях – 10-20 м, в середній течії вона збільшується до 80 м, в нижній течії – 85 м. Для рельєфу басейну характерна значна розчленованість балочною та яружною мережею, а саме: у верхній течії – 0,6-1,0 км/км², в нижній – 0,3-0,5 км/км². Річка має декілька приток незначної довжини. Найбільшими з них є малі рр. Кошкова та Суха Журовка, в долинах яких тераси відсутні, за винятком заплавних ділянок. Інші притоки річки знаходяться в балочній стадії розвитку та належать до тимчасових водотоків.

Значний вплив на формування схилів долини р. В. Куяльник мають обвали та яружна ерозія. Форма схилів різна. Круті схили досягають висоти 50-70 м, а пологі (рівномірно нахилені та слабо увігнуті) – 20-50 м. Заплавні річки характерні: невелика висота над головним руслом, меандрування русла в межах заплави, де русло не каналізоване, розвиток заплави одного або двох рівнів. За рахунок надходження дрібнозернистого матеріалу зі схилів долини поверхня заплави нарощується. Він накопичується в присхиловій частині заплави у вигляді конусів виношення. По схилах долини збереглася перша надзаплавна тераса, заввишки 2-5 м і фрагментами друга тераса, заввишки 7-10 м. Тераси та заплава розорані.

За геоморфологічними умовами долини, р. В. Куяльник поділяється на ділянки: верхів'я, верхня та середня, середня, пониззя річки, заплава.

Верхів'я – вузька глибоковрізана симетрична долина. Інтенсивна ерозійна діяльність. Ухил русла 0,95%. Щільність балочної та яружної мережі правого схилу складає 0,30-1,10 шт./км², лівого – 0,20-0,80 шт./км².

Верхня та середня ділянки – широка долина з першою надзапальною акумулятивною терасою з слабкопокатим правим і пологим лівим схилами. Інтенсивна ерозійна розчленованість. Щільність балочної та яружної мережі правого схилу – 1,20-1,50 шт./км², лівого – 1,0-2,2 шт./км².

Середня ділянка – частина долини річки на чорноземах звичайних середньосуглинних, сильно змитих, з деградованими ділянками, внаслідок інтенсивної ерозії. Щільність балочно-яружної мережі правого схилу дорівнює 5,6-14,7 шт./км², лівого – 10,1-14,4 шт./км². Русло каналізоване.

Пониззя річки – широка асиметрична долина з терасами, похилим і сильнопокатим правим схилом та пологим і слабкопокатим лівим схилом. Долина прорізає відкладення понтичного, меотичного та сарматського ярусів під лесами. Значна ерозійна розчленованість. Щільність балочної мережі на схилах складає 1,4-4,7 шт./км². Русло каналізоване.

Заплава річки – ерозійно-аккумулятивна, з потужністю алювію 1-5 м; ширина заплави – 200-1000 м, відносна висота над середнім меженним рівнем води – від 0,2 до 0,8 м; лісистість – 3,5%, залуженість – 76,6%, розораність – 6,8%, заболоченість – 0,79%, меліорованість – 16,0%, урбанізованість – 8,3%. Русло річки в природних умовах було меандруючим, його ширина на ділянці 170-136 км була 3-10 м, на ділянці 136-0 км – 10-20 м; глибина на плесах – 0,8 м, на перекатах – 0,05 м; замулення – 0,3-0,6 м; заростання – 15-43%.

Схема місцезположення основних водотоків східного берегу лиману (рр. Довбока, Кубанка, бб. Гільдендорфська, Корсунцівська) показані на рис. 3.2, а їх основні морфометричні характеристики – у табл. 3.1 [98,99].

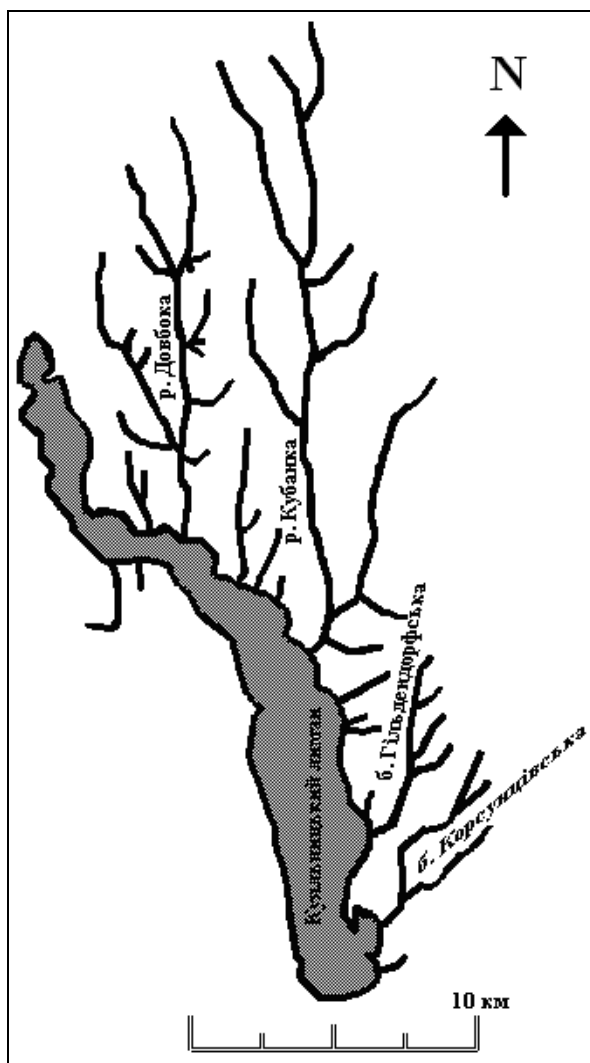


Рисунок 3.2 – Схема русло-балкової мережі східного та західного берегів Куяльницького лиману [98]

Таблиця 3.1 – Морфометричні характеристики основних водотоків (річок та балок) східного берегу Куяльницького лиману та їх водозбірних басейнів (за даними топографічних карт, супутникових знімків і довідникової літератури) [98]

Назва водотоку (в дужках – стара назва)	Куди впадає (лиман, річка балка)	L_p , км	I_p , ‰	$F_{\text{в}}$, км ²	$H_{\text{с}}$, м БС	$L_{\text{с}}$, км	$B_{\text{с-ср}}$, км	$B_{\text{с-мах}}$, км
р. Довбока	лиман Куяльницький	17,0 (15)	4,9 (5,5)	69,5 (68,3)	35	17,0	4,10	5,33
б. Яровка	р. Довбока	8,2	9,4	–	44	8,2	–	–
б. Созонівська	р. Довбока	4,6	10,8	–	58	4,6	–	–
б. Без назви (II)	р. Довбока	0,6	39,6	–	48	0,6	–	–
б. Баштанна	лиман Куяльницький	5,8	12,7	8,70	30	6,87	1,27	1,53
б. Мельничка (Млинна)	лиман Куяльницький	2,4	26,2	2,20	25	3,33	0,66	1,00
р. Кубанка (б. Сільська)	лиман Куяльницький	23,2 (17)	3,8 (2,6)	136,5 (129)	37	25,0	5,46	7,60
б. Без назви (I)	р. Кубанка	6,0	11,0	–	46	6,0	–	–
б. Тамара	р. Кубанка	8,2	7,0	–	58	8,2	–	–
б. Дикарська (б. Келіміцька)	р. Кубанка	11,0	6,8	–	34	11,0	–	–
б. Без назви (IV)	р. Кубанка	4,3	10,9	–	44	4,3	–	–
б. Букачі	р. Кубанка	7,7	6,8	–	55	7,7	–	–
б. Гільдендорфська (б. Димова)	лиман Куяльницький	7,5	8,9	15,0	21	7,9	1,90	3,15
б. Корсунцівська	лиман Куяльницький	5,7	10,4	17,0	20	7,6	2,24	3,41
б. Ільмацька (Нзмацька)	б. Корсунцівська	6,7	7,5	–	31	6,7	–	–

Примітки: **(15)**, **(5,5)** і т. п. – значення з довідникової літератури [99]; L_p – довжина русла, км; I_p – похил русла, ‰; $F_{\text{в}}$ – площа водозбірного басейну, км²; $H_{\text{с}}$ – середня висота водозбору, м БС; $L_{\text{с}}$ – довжина водозбірного басейну, км; $B_{\text{с-ср}}$ – середня ширина водозбірного басейну, км; $B_{\text{с-мах}}$ – максимальна ширина водозбірного басейну, км.

3.3 Кліматичні особливості території лиману

Деякі кліматичні особливості, що властиві тільки Куяльницькому лиману, відмічені ще в першій половині XX ст. В.О. Пальчинським [83,91],

які справедливі і для сучасних кліматичних умов, оскільки відображають загальні закономірності природних процесів, що відбуваються на лимані. Він характеризував клімат лиману, як клімат *«типової лиманної балки»*. Для Куяльницької балки характерні п'ять мікрокліматичних зон: 1) вузька смуга уздовж схилу так званої Жевахової гори, яка зайнята санаторіями; 2) пляж лиману; 3) східний схил Жевахової гори; 4) вододільне плато; 5) парк на ділянці санаторію.

Характерною особливістю кліматичних умов на лимані є перевищення в денний період доби температур повітря в районі лиману над їхнім значенням в районі метеостанції «Одеса-Обсерваторія» (до 4°C). Це пояснюється різним ступенем вентиляції в денний період доби Куяльницької балки та Приморського плато, а в темну частину доби – надходженням холодного повітря зі схилів так званої Жевахової гори. Крім того, значення абсолютної вологості повітря на узбережжі лиману є дещо вищими ніж на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» [83,91]. Ці кліматичні особливості збереглися до цього часу (рис. 3.3).

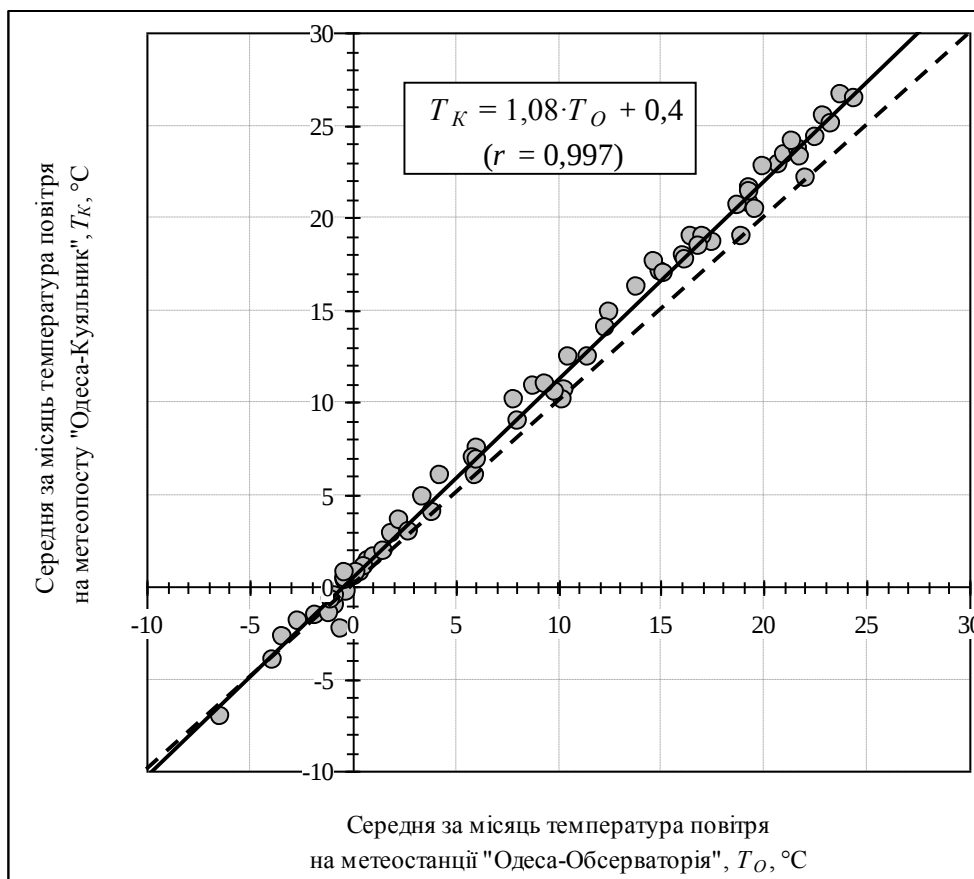


Рисунок 3.3 – Зв'язок між середньомісячними температурами повітря (°C) на Куяльницькому лимані T_K (метеопост «Одеса-Куяльник») та метеостанції «Одеса-Обсерваторія» T_O (за даними ГРЕС [28]):

● – виміряні значення; — — — лінія зв'язку; - - - лінія рівних значень

Істотних відмінностей в річних сумах опадів, виміряних на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» та в районі лиману не має (табл. 3.2). Однак, в окремі роки, місяці та дні відмінності в кількості опадів в районі лиману та на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» можуть бути істотними, особливо для зливових опадів з невеликою площею розповсюдження, що випадають в теплий період року (рис. 3.4).

Таблиця 3.2 – Перехідні коефіцієнти k_p від місячних і річних шарів атмосферних опадів на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» до місячних і річних шарів атмосферних опадів на Куяльницькому лимані [83,91]

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
k_p	0,85	0,83	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,87	0,94

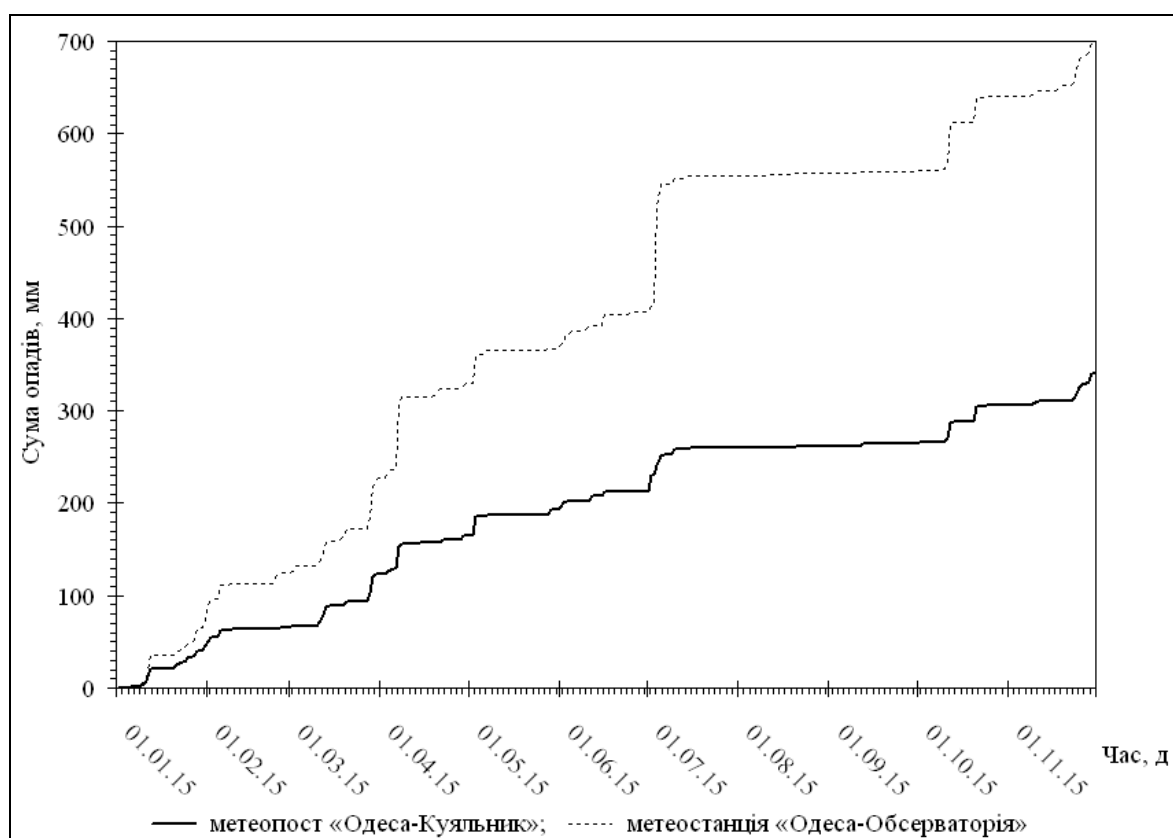


Рисунок 2.4 – Суми атмосферних опадів (мм) на Куяльницькому лимані P_K (метеопост «Одеса-Куяльник») та метеостанції «Одеса-Обсерваторія» P_O за період з 1 січня по 30 листопада 2015 р. (за даними ГМЦ ЧАМ [18])

Випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману менш інтенсивне ніж випаровування з водної поверхні прісних водойм, що пов'язано з високою мінералізацією води (ропи) лиману. Для порівняння величин випаровування розсолів різної концентрації використовується

коефіцієнт випаровуваності k_s , який визначається як відношення величин випаровування розсолу тієї чи іншої концентрації до величини випаровування прісної води. Він завжди менше одиниці та зменшується з підвищенням мінералізації води (S , г/дм³) [38,100-102]. При мінералізації води 90-330 г/дм³ коефіцієнт випаровуваності дорівнює: $k_s = 1 - 0,002 S$.

3.4 Геологічна будова та гідрогеологічні умови

Згідно геоморфологічної картосхеми (рис. 3.5) Куяльницький лиман є границею між областями Західного та Центрального Причорномор'я [103].

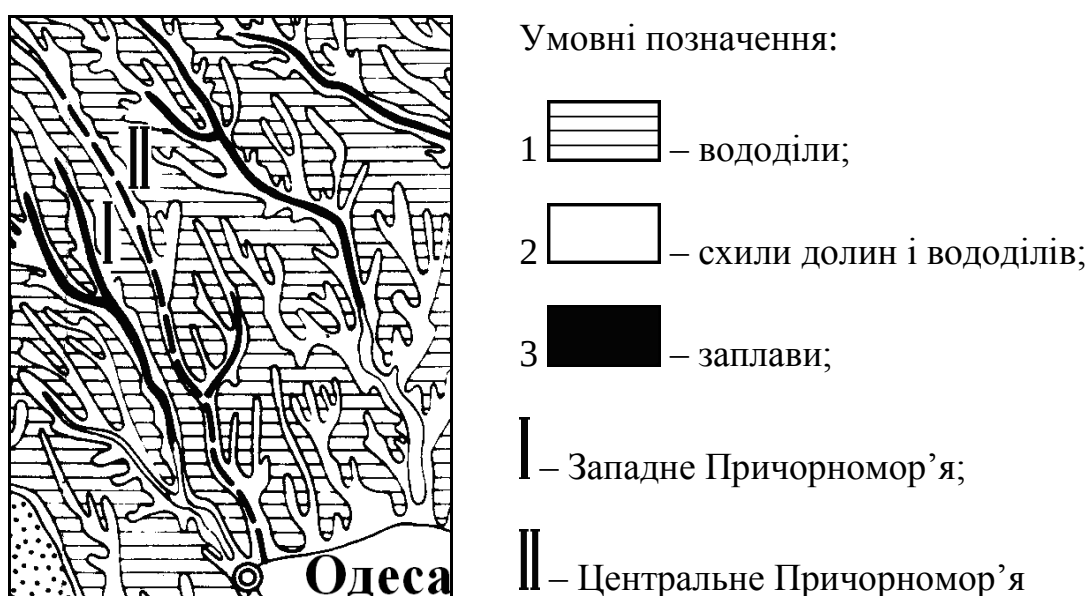


Рис. 3.5 – Геоморфологія басейну Куяльницького лиману [103]

В геологічній будові басейну Куяльницького лиману приймають участь четвертинні та неогенові осадові відклади.

Четвертинні відклади складені делювіальними та лесовидними суглинками, на червоно-бурих пліоценових глинах. Комплекс неогену у верхній своїй частині складений відкладами понтичного шару, які представлені вапняками та глинами, котрі підстиляються піщано-глинистими утвореннями меотичного шару, що лежать на піщано-глинистих, з малопотужними прошарками вапняку та ракушки з піском, у відкладах верхньосарматського підшару. Останні розташовуються на середньо сарматських утвореннях.

Басейн Куяльницького лиману (включно з р. В. Куяльник) розташовується в межах геологічної структури південно-західного схилу Українського щита і північно-західного крила Причорноморської впадини. В геологічній будові басейну беруть участь архейські, протерозойські

утворення та осадова товща крейдової, палеогенової, неогенової та четвертинних систем [103].

Архей-протерозойські утворення залягають на глибинах 300-500 м, їх складають граніти, мігматити, полімігмати, кварцові жили, гнейси.

Відклади протерозойської групи поширюються в крайній північно-західній частині басейну, на глибинах 250-350 м, потужністю до 100 м, це піщаники, конгломерати, алевроліти, аргіліти.

Відклади палеозой-кайнозойської групи займають середню частину басейну річки на глибинах 400 м, потужністю до 40 м, представлені рихлою кварцнотронітовою породою брудно-зеленого кольору.

Крейдові відклади мезозойської групи розташовані будь де, глибина їх залягання 110-260 м, потужність складає 110-250 м, мають вигляд пісків, піщаників, мергелів, глин, піщаників і крейди.

Палеогенові відклади кайнозойської групи знаходяться в середній і південній частині, глибина 40-200 м, потужність 20-220 м – мергелі с прошарками пісків і піщаників, піски.

Неогенові відклади середньосарматського ярусу розміщені повсюди: на вододілах на глибинах 130-150 м, а в долинах річок і балок – 5-70 м, потужність 30-80 м. Представлені вапняками, рідше мергелями, пісками, глинами. Неогенові відклади верхньосарматського ярусу розміщені в середній і південній частині басейну: на вододілах на глибині 80-120 м, а в долинах річок і балок на глибинах 1-35 м, мають потужність 10-60 м. Це піски, вапняки інколи перестоюються з глинами. Неогенові відклади мостичного шару розташовані в середній і південній частині басейну, на вододільному плато та на схилах, з глибиною від 1 м – на схилах, до 90 м – на вододілі, потужністю від 5 до 40 м, переважно глини с прошарками піску і алевритів. Неогенові відклади балтської свити, яка знаходиться в північно-західній частині басейну, на вододільному плато та на його схилах з глибиною залягання від 0,5 м – на схилах, до 46 м – на вододілі, потужність 3-120 м – піски, інколи глинисті, з прошарками глини, глини піщані. Неогенові відклади понтичного шару розташованого в середній і південній частині басейну, на вододільному плато та на його схилах з глибиною від 0,5 м – на схилах, до 40 м – на вододілі, потужністю 2-50 м, переважно піски, вапняки, глини з прошарками піску. Неогенові відклади верхнього пліоцену (вододільне плато і схили), з глибинами від 1,5 м – на схилах, до 20 м – на вододілі, з потужністю від 2 м – на схилах, до 26 м – на вододілах. Представлені червоно-бурими глинами.

Нижньо- та верхньочетвертинні еолово-делювіальні лесовидні відклади – вододільне плато і його схили з глибинами 0,5-2 м, потужністю від 1,5 м – на схилах, до 20 м – на вододілі. Представлені суглинками лесовидними, рідше глинами.

Середньо-верхньочетвертинні алювіальні відклади надзаплавних терас – перша, друга та третя надзаплавні тераси річки з глибинами 0,5-4 м і потужністю 6-13 м. Це суглинки і супіски з різним ступенем піщаності, піски

з прошарками глин, супісків, гравію та гальки. Верхньочетвертичні сучасні делювіальні відклади, займають схили балок та річкових долин, з глибинами 0-0,5 м і потужністю 1-6 м (перевідкладені суглинки).

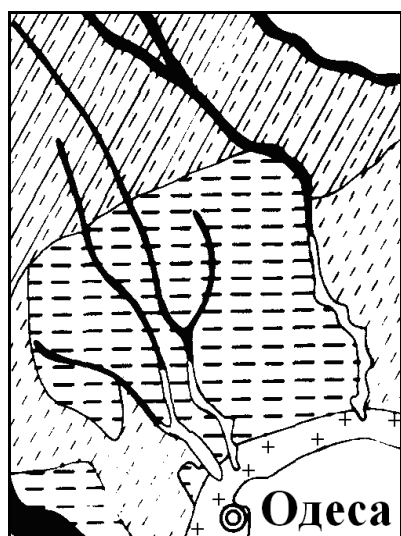
Сучасні алювіально-делювіальні відклади в днищах балок залягають на глибинах 0-0,5 м та мають потужність 1-10 м. В цих відкладах переважають суглинки, супіски.

Сучасні алювіальні відклади в заплавах річок залягають на глибинах 0-0,5 м та мають потужність 5-14 м. Це піски, суглинки, супіски, мули.

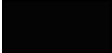
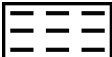
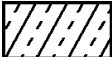
Підземне живлення забезпечується підземними водами Причорноморського артезіанського басейну. Водонесні горизонти розташовані у крейдових, палеогенових і антропогенних відкладах. Дебіт свердловин коливається від 0,3 до 0,5 $\text{дм}^3/\text{с}$, іноді – 10-12 $\text{дм}^3/\text{с}$. Водопостачання відбувається головним чином за рахунок підземних вод.

В середньому по басейну Куяльницького лиману (рис. 3.6) глибини залягання першого від поверхні водонесного горизонту дорівнюють :

- від м. Одеса (Суворовський район) до с. Красносілка підземні води залягають в неогенових відкладах на глибинах 15-25 м (у пісках пліоцену);
- від с. Красносілка до с. Конопляне підземні води залягають в четвертинних відкладах на глибинах 1-10 м (спорадично розташовані);
- від с. Конопляне до верхів'я басейну підземні води залягають на глибинах 6-10 м (спорадично розташовані).



Спорадичне розповсюдження підземних вод:

- 1  – до 3 м;
- 3  – 3-10 м;
- 6  – 10-15 м;
- 11  – 1-10 м

Підземні води в пісках пліоцену:

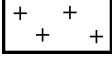
- 14  – 15-25 м

Рисунок 3.6 – Глибини залягання першого від поверхні водонесного горизонту в басейні Куяльницького лиману в четвертинних (1, 3, 6), четвертинних і неогенових (понт, метис, сармат) (11) та неогенових (14) відкладах [103]

Підземні води знаходяться в нижньочетвертичних еолово-делювіальних відкладеннях, до яких входять суглинки лесові, леси, супіски (рис. 3.7). Глибина залягання ґрунтових вод складає 3-5м. Основні водонесні горизонти розташовані у сарматських відкладеннях (вапняки, піски). Літологічний склад порід, які містять воду – піщаники та піски (рис. 3.8).

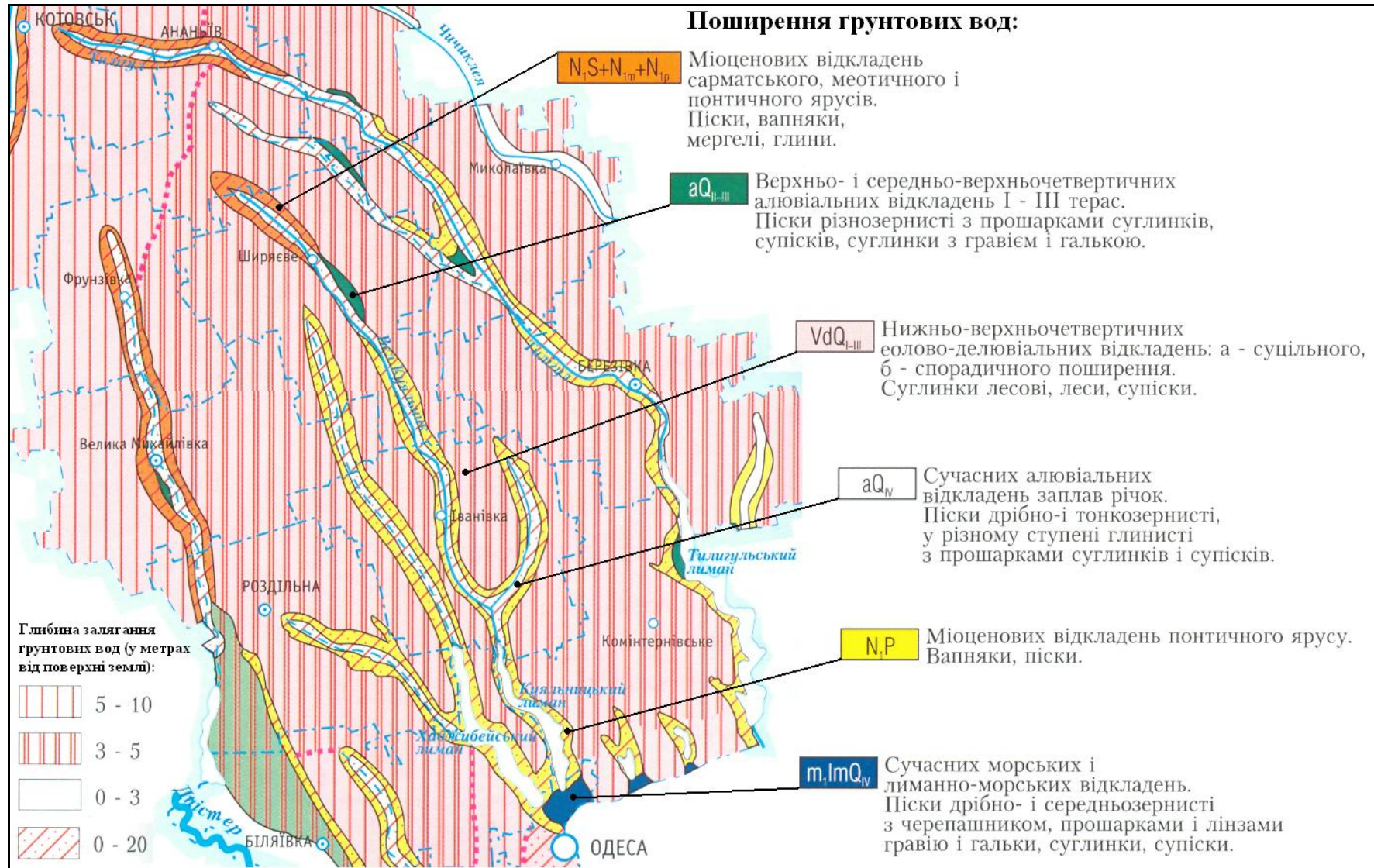


Рисунок 3.7 – Поширення та глибина залягання ґрунтових вод у басейні Куяльницького лиману [51]

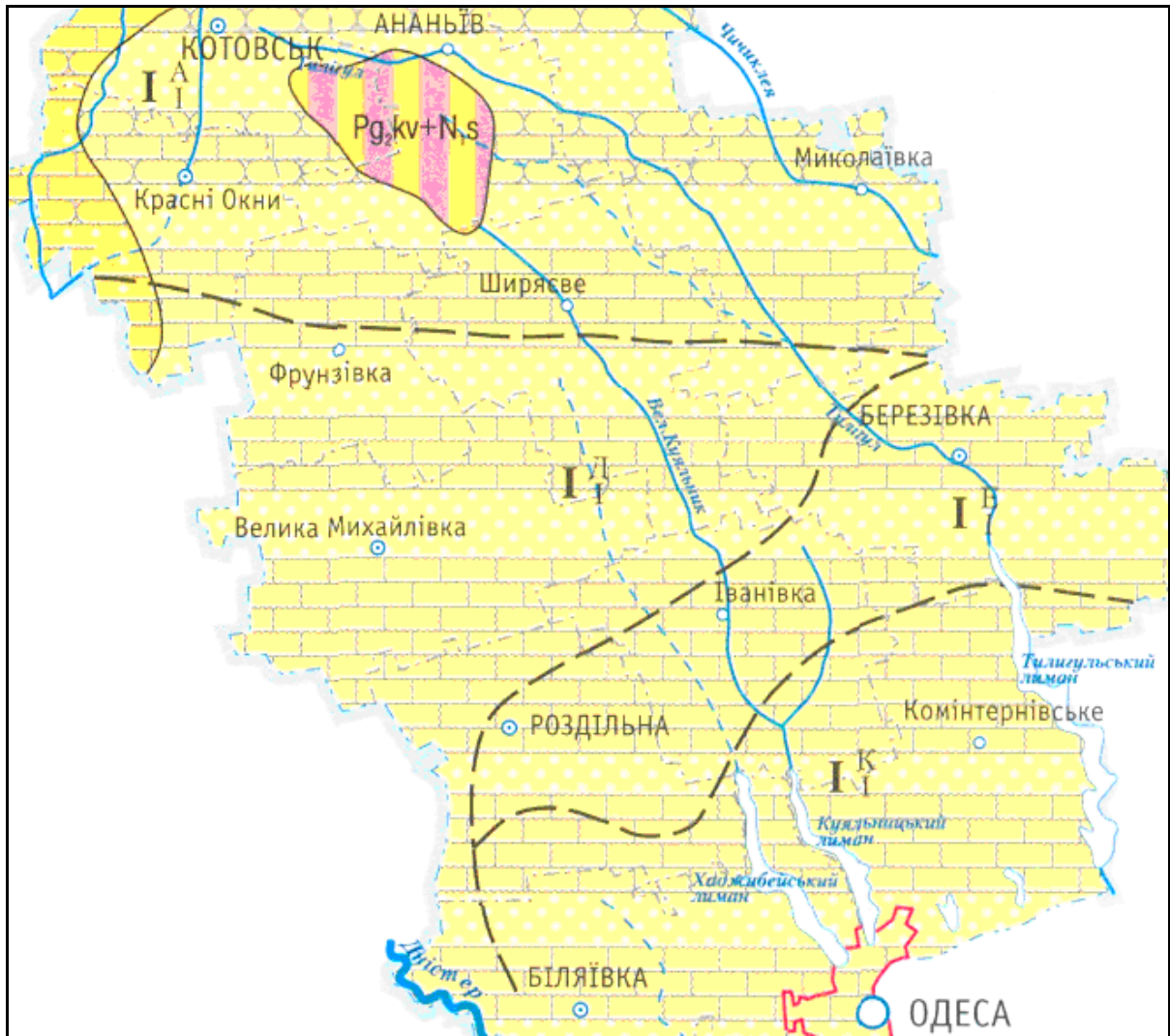


Рисунок 3.8 – Основні водоносні горизонти та гідрогеологічне районування басейну Куяльницького лиману [51]:

Поширення водоносних горизонтів

P_g.kv.N.s Водоносні горизонти кийського ярусу палеогену /P_g.kv/ і сарматського ярусу неогену /N.s/. Вапняки, піски, піщаники

N.s Водоносний горизонт сарматських відкладень. Вапняки, піски

Гідрогеологічні райони

I - Північне крило Причорноморського артезіанського басейну

I^A - переважного поширення і використання підземних вод середньосарматських відкладень, місцями - балтських, тортонських, а також відкладень кийського ярусу палеогену

I^D - переважного використання підземних вод середньосарматських відкладень

I^E - переважного поширення і використання підземних вод середньо- і верхньосарматських відкладень

I^K - переважного поширення підземних вод верхньосарматських, меотичних і понтичних відкладень

--- межі між гідрогеологічними районами

— межі між гідрогеологічними ділянками

Литоологічний склад порід, що містять воду



піски



вапняки



піщаники

За гідрогеологічним районування розглядувана територія входить до Північного крила Причорноморського артезіанського басейну з поширенням верхньосарматських, мотичних і понтичних відкладень.

Водоносні горизонти розкриваються свердловинами на глибині від декількох метрів до 450-500м. Глибина залягання найчастіше розподіляється від 30-170 м – на вододілах, до 5-50 м – у долинах річок. За хімічним складом води натрієво-сульфатно-хлоридні та натрієво-хлоридні.

Згідно з геологічною будовою басейну р. В. Куяльник підземні води приурочені до неогенових і четвертинних відкладів. В межах басейну річки розташовується 5 основних водоносних горизонтів [83,86,97].

Водоносний горизонт в сучасних алювіальних (a_{IV}) і алювіально-делювіальних (ad_{IV}) відкладах поширений у заплаві річки і тальвегах балок (рис. 3.9). Водовміщуючими породами є піски, супіски, суглинки інколи з включенням гравію та гальки. Живиться горизонт інфільтрацією атмосферних опадів, фільтрацією з поверхневих водотоків, підтоком вод з інших водоносних горизонтів. Розвантаження водоносного горизонту відбувається в меженний час в русло річки, а також за рахунок дренажу колодязями. Глибина залягання становить 0-5 м, потужність горизонту 0,5-12 м. Природні коливання рівня води 1-2 м, питомий дебіт 0,05-0,45 $\text{дм}^3/\text{с}$, продуктивність водозаборів 0,02-0,5 $\text{дм}^3/\text{с}$. Використовується для господарсько-побутових цілей.

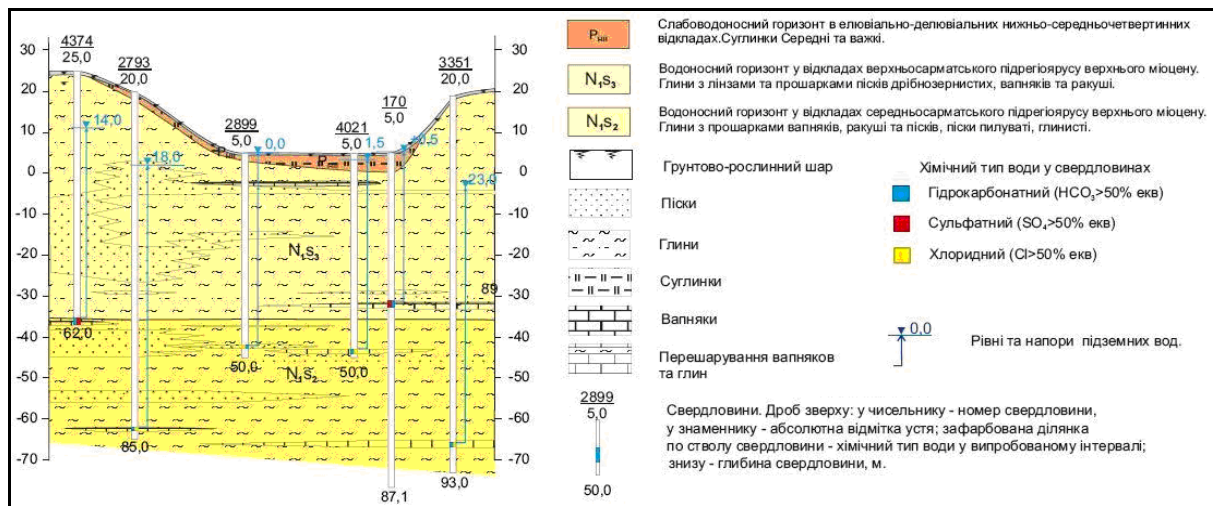


Рисунок 3.9 – Гідрогеологічний розріз балки в гирловій ділянці р. В.Куяльник (с. Руська Слобідка)

Водоносний горизонт в еолово-делювіальних відкладах (vd_{I-III}) розповсюджений на вододільному плато та його схилах. Водовміщуючими породами є лесовидні суглинки. Живлення – інфільтрація атмосферних опадів. Розвантаження водоносного горизонту – випаровуванням, а також шляхом природного і штучного дренажу. Глибина залягання на

вододільному плато 1-15 м, на схилах плато – 0-5 м, потужність горизонту 1-5 м, питомий дебіт 0,2-0,3 дм³/с, продуктивність водозабірних споруд 0,02-0,4 дм³/с. Використовується для господарських і питних цілей.

Водоносний горизонт в понтичних відкладах (N₂pn) розповсюджений в середній і південній частині басейну в межах вододільних плато та їх схилів, за виключенням самої долини р. В. Куяльник і його приток, води спорадичного розповсюдження. Водовміщуючи породи – вапняки. Живлення – інфільтрація атмосферних опадів, перетік з вище лежачих водоносних горизонтів. Розвантаження – випаровуванням і шляхом природного та штучного дренажу у нижче лежачі водоносні горизонти, в ерозійні врізи. Глибина залягання на вододілах 20-25 м, на схилах річкової долини 0-20 м, потужність горизонту 1,5-14 м. Питомий дебіт 0,1-0,5 дм³/с. Водоносний горизонт використовується для господарських і питних потреб.

Водоносний горизонт в верхньосарматських відкладах (N₁S₃) розповсюджений в середній і південній частині басейну. Водовміщуючи породи – прошарки пісків і вапняків, ракушці. Живлення – інфільтрація атмосферних опадів, перетік з вище лежачих водоносних горизонтів і підпитка з нижче лежачих. Розгрузка – в південно-східному напрямі і частково в долинах річок і балок. Глибина залягання на вододілах 80-120 м, в долинах річок і балок 1-10 м. Потужність горизонту 0,2-10 м. Питомий дебіт 0,04-0,83 дм³/с, продуктивність водозабірних споруд 0,3-6,7 дм³/с. Водоносний горизонт використовується для централізованого водозабезпечення.

Водоносний горизонт в середньосарматських відкладах (N₁S₂) розповсюджений на території всього басейну р. В. Куяльник. Водовміщуючі породи – прошарки вапняків і пісків, рідше мергелів. Живлення за межами басейну річки В. Куяльник за рахунок інфільтрації атмосферних опадів в областях виходу порід на поверхню, підпитка нижньолежачими водоносними горизонтами і перелив з вище лежачих. Розвантаження в південно-східному напрямку. Глибина залягання на вододілах 130-150 м, в долинах річок і балок 40-70 м. Потужність горизонту 1-30 м. Статистичний рівень на вододілах складає 85-100 м – в долинах річок, 3-40 м – в долинах балок. Питомий дебіт 0,1-1,3 дм³/с, продуктивність водозабірних споруд 0,55 – 16,6 дм³/с. Горизонт є основним джерелом водозабезпечення.

У заплаві р. В. Куяльник, яка в її прирусловій частині складена сучасними алювіальними відкладами четвертинного віку, що залягають на пісках верхньосарматського, підземні (грунтові) води з'являються на глибинах 0,7-2,0 м. Алювіальні відклади у заплаві піщаві та дрібнозернисті мулові піски, мулові суглинки і супіски, піщані та слабо піщані мули і глини. Потужність алювіальних відкладів до 10-12 м. За хімічним складом підземні води хлоридно-сульфатні, натрієво-магнієві з мінералізацією 5,8 г/дм³.

Поряд з цим мають місце виходи ґрунтових вод на поверхню у вигляді джерел (часто з понтичних відкладів).

В гирловій частині р. В. Куяльник та у верхів'ях Куяльницького лиману нижче мулів (потужністю до 4 м) залягають алювіальні піски

пилуваті та дрібнозернисті, супіски, суглинки. Їхня загальна потужність (або потужність єдино представленої в розрізі породи) склала 4-7 м. Лиманно-алювіальні породи підстиляються глинами верхньосарматських відкладів неогену. Оскільки ці відклади мають вельми мінливий літологічний склад, укладаючи в товщі глин прошарки і лінзи пісків, вапняків, ракушки з піском, спорадичний алювій заплави може залягати на цих водопроникних породах, але пробурені в чаші лиману свердловини не зустріли ці породи.

Літологічний склад відкладень пересипу між Одеською затокою Чорного моря та Куяльницьким лиманом в сучасних лиманних і лиманно-морських відкладах представлений насипним шаром, зеленувато-сірим мулом, мулистим піском, обломками вапняку з перетертим детритом, піском кварцевим грубозернистим (рис. 3.10) [91,104].

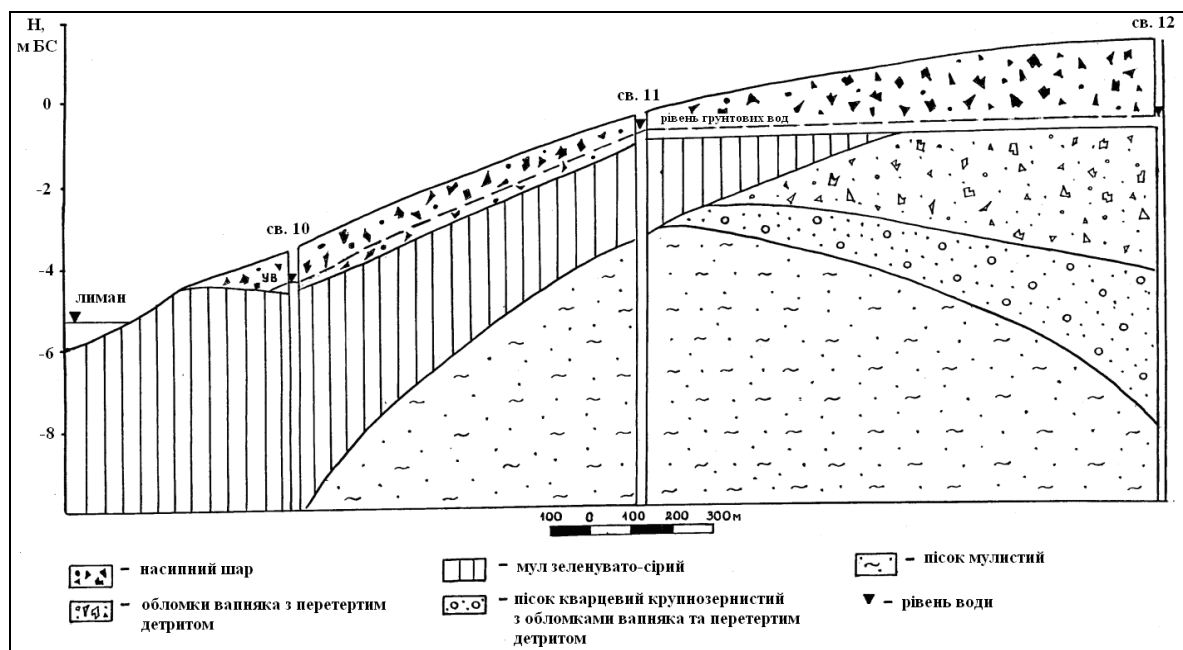


Рисунок 3.10 – Гідрогеологічний розріз пересипу між лиманом і морем [91,104]

На гідрогеологічному (геолого-технічному) розрізі артезіанської свердловини № 10 (рис. 3.11) видно, що у верхньосарматському горизонті вода з'являється на глибині 70,4 м (мінус 72,6 м БС). З рис. 3.11 та за даними паспорту свердловини № 10 визначено, що рівень води в цій свердловині на початку її експлуатації (у 1974 р.) складав мінус 14,3 м БС, тобто був на 5-7 м нижче дна лиману. У палеогеновому водоносному горизонті в південно-західній частині Куяльницького лиману підземні води з'являються на глибинах 210-225 м [105].

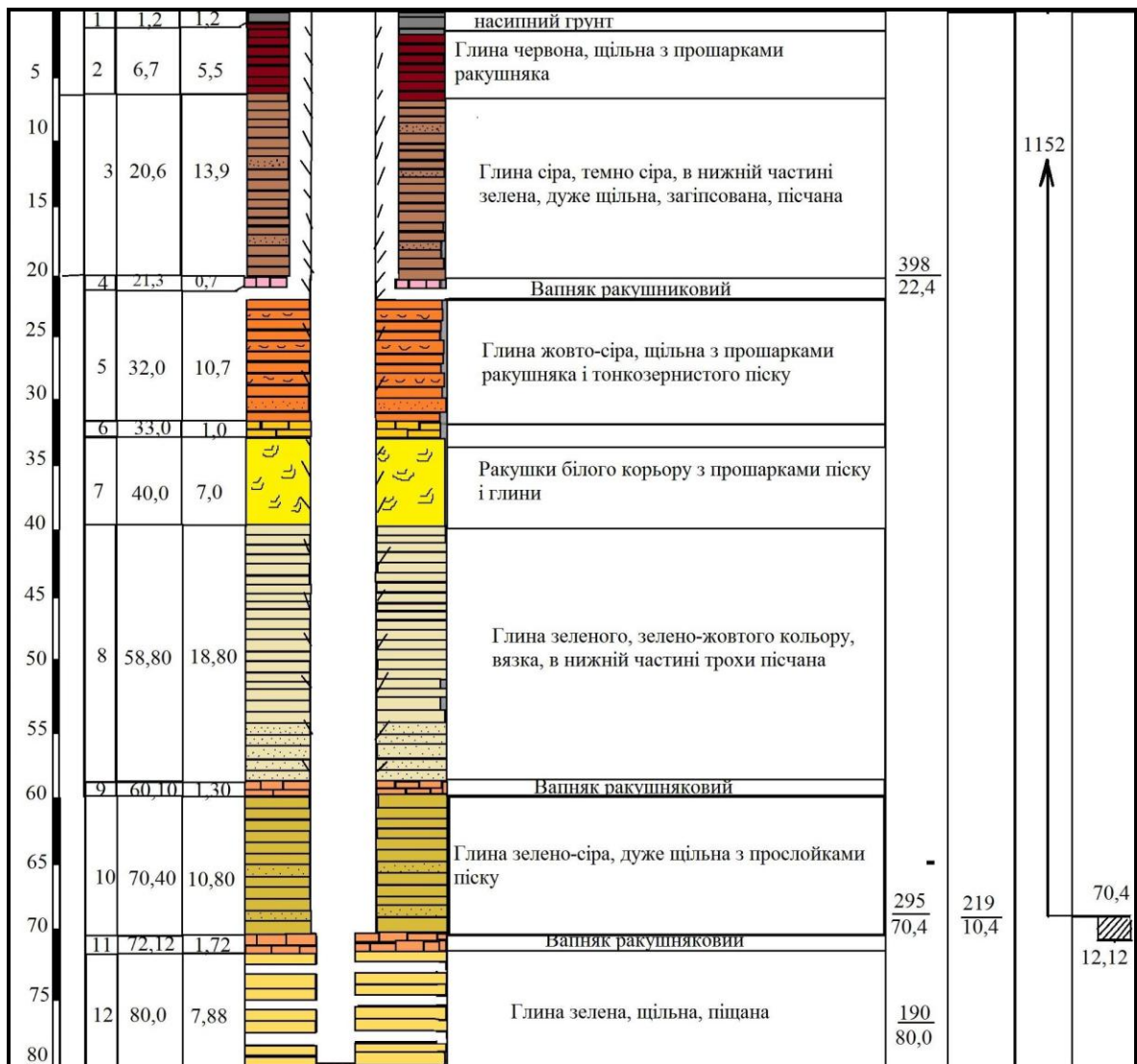


Рисунок 3.11 – Геолого-технічний розріз артезіанської свердловини № 10 в південно-західній частині узбережжя Куяльницького лиману [105]

3.5 Ґрунти

За ґрунтово-географічним районуванням водозбірний басейн Куяльницького лиману розташований у сухостеповій зоні із чорноземами малогумусними та слабогумусними з важкосуглинковим механічним складом (рис. 3.12), що утворилися під ковило-типчakovими степами в умовах посушливого клімату.

На території басейну переважають такі ґрунти: чорноземи південні важкосуглинисті та легкосуглинисті, чорноземи звичайні малопотужні малогумусні важкосуглинисті і легкоглинисті, чорноземи звичайні середньогумусні важко- і легкосуглинкові, чорноземи звичайні середньогумусні потужні важко- і легкосуглинисті [86,97].



Рисунок 3.12 – Ґрунтовий покрив у басейні Куяльницького лиману [49]
 (- - - - - русла річок і балок та межі водозбірних басейнів водотоків)

Басейн Куяльницького лиману розташований у ерозійному районі Чорноморсько-Приазовської провінції сильно розвиненою вітровою ерозією ґрунтів (згідно районування території України з потенційної небезпеки ерозійних процесів) [45], тому структура ґрунтового покриву обумовлена процесами ерозії. Ступінь прояву ерозії в басейні: сильна водна (52,31% змитих ґрунтів), середня вітрова (ветроерозійний індекс 1,0-1,7). Вплив ерозійних процесів проявляється:

а) у зменшенні потужності гумусових горизонтів, запасів гумусу, валових та рухомих форм азоту, фосфору, калію та інших елементів живлення рослин;

б) у розпилюванні структури, зменшенні кількості водопрочних агрегатів, підвищенні щільності коренезаселених горизонтів, зменшенні водовбираючої і фільтраційної здатності, посилення ґрунтової посухи.

У зв'язку з цим всі прийоми поліпшення земель (організаційно-господарські, агротехнічні, луговомеліоративні і гідротехнічні) повинні носити ґрунтозахисний характер.

Екологічна стійкість ґрунтів знижена, показник екологічної стійкості ґрунтів (ПЕСГ) становить 0,5 [45].

4 ОЦІНКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗА БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

В оцінках гідроекологічного стану за біологічними показниками та характеристики природних біоресурсів виходимо з загальновідомих уявлень про системні узагальнення даних відносно історичного та поточного біорізноманіття у його різних проявах. У свою чергу, системне узагальнення передбачає оцінку стану водних і наземних екосистем за особливостями їх абіотичних і біотичних параметрів. Особливо це стосується внутрішніх водойм, до яких відноситься Куяльницький лиман: наземний осередок є суттєвою часткою водозбору і тим природним фоном, на тлі якого формується гідроекосистема басейну.

Абіотичні параметри безпосередньо можуть характеризувати абіотичну складову середовища в строгому кількісному вираженні. Однак отримати за ними наочну екосистемну характеристику неможливо через те, що реакція екосистем істотно залежить не тільки від складу окремих абіотичних чинників, а й від їхньої взаємодії, що в цілому відбивається на складі біоти як головного критерію стану екосистем.

У свою чергу вважається, що пріоритетне використання біотичних параметрів хоч і веде до більшої надійності та об'єктивності екосистемних оцінок на підставі чіткого реагування на дії будь-якого походження [106-108], але не пояснює, саме які фактори складають дію. Тобто, найбільш ефективним виявляється поєднання обох підходів [109].

Біологічна оцінка стану екосистем і ступеня їх трансформації можуть виконувалась за двома підходами. Так, для індикації короткострокових дій, що викликають нетривалі оборотні зміни середовища, використовувались параметри спільнот організмів, що мають короткі цикли розвитку (їх характеристики відображають поточний стан екосистеми без розкриття довготривалої тенденції). Для отримання більш повної інформації про якість середовища та стан екосистеми у часовому континуумі використовувався більш широкий спектр спільнот. Так, досить чутливими виявляються кількісні показники, що враховують абсолютну або відносну кількість членів спільноти з однотипною життєвою стратегією. В цьому сенсі про динаміку якості середовища свідчить коливання співвідношень «толерантних» в порівнянні з «резистентними», видів - «опортуністів», «г-стратегів» порівняно з «К-стратегіями», «патієнтами» або всіх стенобіонтних і всіх еврибіонтних видів і т.п. [110-113].

Так само до найважливіших характеристик будь-якої спільноти і будь-якої екосистеми відноситься параметр їх видового різноманіття або «біорізноманіття» [114-117].

Цей показник через свою важливість та неоднозначність у трактуванні заслуговує більш детального огляду з точки зору методичного обґрунтування.

У даний час розуміння прямої залежності стабільності екосистем від загального біорізноманіття сумнівів не викликає [118-121]. Однак, видове різноманіття як показник стійкості екосистем не коректний в достатній мірі за причиною того, що екосистема являє собою функціонально організовану біотичну систему з абіотичним осередком [122,123]. Відповідно до цього доречні саме системні оцінки, які поєднують причинно-наслідкові зв'язки показових фрагментів екосистемної структури [124-129]. Тобто, однобічний принцип дослідження на основі кількісного критерію видової різноманітності буде не презентативним згідно з поняттям вікаріату, коли, наприклад, однотипні ценози не мають спільних видів, а різнотипні - часто дають високі значення індексів видової подібності (наприклад, за Шенноном) [130]. Доречно, також, відмітити, що буде не коректним і такий постулат про те, що види в екосистемі так тісно пов'язані між собою, що зникнення одних неминуче відіб'ється на всіх інших [131]. Тобто, зникнення «червонокнижних» видів ще не свідчить про екосистемну катастрофу. Таким чином, коректною обліковою одиницею у екологічних оцінках буде не вид, що є одиницею систематики, а структуровані групи організмів (екобіоморфи), що виступають у екосистемі як цілісне структурно-функціональне природне утворення і характеризуються специфічними екологічними нішами і саме які являють собою одиниці біогеоценозу [132].

Крім того, методологія роботи з видовим різноманіттям на рівні екосистеми має труднощі, які полягають, перш за все, у необхідності таксономічної ідентифікації об'єктів з багатьох систематичних груп, а це потребує залучення широкого кола систематиків. Крім того, виконати більш-менш повний облік видів просто неможливо. У зв'язку з цією обставиною визначили доцільним залучити досвід використання екосистемних оцінок на базі так званих ключових таксоценів, які складають спільноту в межах консортивної системи або консорції. Додатковим аргументом є те, що кількісна оцінка видового різноманіття відомими індексами, які враховують число видів у спільнотах і значеннями популяційної щільності кожного з них часто підлягають критиці. До таких належить, наприклад, загальновідомий «інформаційний індекс Шеннона», рекомендований для оцінки різноманітності спільнот. При цьому вважається, що негативний вплив на ценози призводить до зменшення кількості видів спільнот (за рахунок зникнення стенобіонтів) і порушує значення їх популяційної щільності. Але ці індекси орієнтовані на антропогенні впливи, тому інтегральна кількісна оцінка видового різноманіття з використанням таких індексів не завжди виявляється надійною: видова різноманітність в значній мірі визначається також природними умовами біотопу [133-135]. Крім того, в ряді випадків навіть істотні негативні антропогенні зміни якості середовища не знижують показники видового різноманіття спільнот [136-139], а іноді навіть трохи збільшують їх [140]. Таким чином, при використанні показників видового різноманіття в цілях біоіндикації визначили доцільним застосовувати також і інші методи оцінки якості середовища.

Одним з таких є оцінка за видовим складом спільнот. Видовий склад спільнот найбільш надійно характеризує якість середовища і є, мабуть, найважливішою характеристикою стану екосистеми в цілому [141-143]. Це обумовлено тим, що видовий склад найбільшою мірою детермінується умовами середовища [144] і він є ключовою характеристикою спільнот. Так, для різних екосистем показано, що екзогенні порушення видового складу найчастіше незворотні [145,146]. Таким чином, якщо видовий склад спільноти змінений, то, по-перше, вже відбулися зміни решти ценотичних характеристик (також незворотні), по-друге, наростає великий ризик подальших непередбачуваних, іноді дуже істотних трансформацій. Незмінність видового складу спільнот, навпаки, забезпечує зворотність змін, відновлення вихідних властивостей спільнот після зняття впливу і є оптимальним критерієм збереження основних властивостей цих спільнот. У цьому зв'язку, при оцінці впливу на екосистему, насамперед, звертаємо увагу саме на зміну видового складу певних видових угруповань. Зрозуміло, кількісні характеристики також вельми істотні для біоіндикації, тому вони розглядаються, але як додаткові показники видової своєрідності спільнот.

Критеріями достовірної зміни видового складу у спільнотах є зміна частоти зустрічаємості видів з при змінах щільності популяції.

Збереження видового складу є найбільш надійною ознакою збереження вихідної якості середовища та стану екосистеми. Достовірна зміна видового складу зазвичай свідчить про зміну якості середовища і про необоротні зміни стану екосистеми. Саме за цією обставиною особливо важливо правильно оцінювати видовий склад спільнот і визначати, зберігся він чи змінився в умовах антропогенного впливу. Для цього необхідно знати, які з видів зустрічаються закономірно, а які зустрінуті випадково. Тоді зникнення будь-якого з перших свідчитиме про зміні видового складу, а зникнення других не може бути змістовно інтерпретовано.

До основних видів, що визначають властивості спільноти і потребують особливої уваги при біоіндикації, донедавна традиційно відносили лише домінантів, а роль видів з порівняно малою щільністю популяції вважалася незначною. Проте останнім часом переконливо доведено, що властивості спільноти визначаються всією складною мережею міжвидових зв'язків (трофічних, аллелохімічних, топічних та ін.). При цьому важливу роль часто відіграють види, особини яких зустрічаються нехай у невеликій кількості, але регулярно. Втрата таких видів може приводити до істотних, часто непередбачуваних і катастрофічних змін властивостей спільнот і навіть екосистем и у цілому [147-149]. Отже, найбільш доцільно виділяти в досліджуваній спільноті групу видів, що закономірно зустрічаються і які підлягають обліку при біоіндикації, виходячи з імовірності їх присутності в початковому стані спільноти (поза впливу). Мірою закономірності присутності виду обрано достовірність його середньої (за період дослідження) популяційної щільності при частоті від 50%.

До сказаного доцільно додати наступне: детальний опис всього видового складу спільнот з екологічними стандартами видових популяцій неможливий через високу кількість видів (навіть на малих ландшафтних підрозділах їх нараховується десятки тисяч). Саме за цією причиною вихідними даними для екологічних узагальнень визначена потреба виявлення ключових екологічних блоків, які здатні об'єктивно відображати екологічний стан екосистеми Куяльницького лиману. До таких, безумовно, відносяться консортивні торфоутворення, які віддзеркалюють стан біологічної складової екосистеми.

Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що найбільш репрезентативними для наземних спільнот є *Hymenoptera*, навколоводних – імаго *Diptera*, водних – личинки *Diptera* та водні *Coleoptera*. Ці матеріали є базовими, за якими представляється можливим розглядати широкий спектр таких фундаментальних питань.

1. Ландшафтоутворюючі особливості екосистеми Куяльницького лиману згідно концепції екологічної мережі міжріччя Дністер-Південний Буг.
2. Ландшафтно-екологічні особливості крайових систем Куяльницького лиману та головні напрямки поточних сукцесій.
3. Геоботанічні формації долини Куяльницького лиману та консортивні трофоутворення як запорука біорізноманіття екосистеми.
4. Структура і динаміка водної біоти літоралі та супраліторалі в хорогалінних межах її існування.
5. Методологія екосистемної індикації та результати оцінки стану екосистеми Куяльницького лиману за інтегральними параметрами парціальної присутності ключових індикаторних таксоценів.
6. Аналіз існуючих методів та обґрунтування авторської методології екосистемних оцінок як нового етапу в біоіндикації водних та навколоводних екосистемних утворень.
7. Інтегральна оцінка фонових екоструктур водозбору Куяльницького лиману для практичного вирішення поставленої задачі.

Розкриття наведених питань співвідносно з міжнародними програмами такими як «Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change (LAGOONS)» и повинно сприяти рішенняю задач реабілітації Куяльницького лиману як складової екологічної мережі півдня України та як діючої бальнеологічної водойми.

Попередні дослідження дають основу до ствердження про те, що сучасний стан екосистеми басейну Куяльницького лиману має ознаки нищівної трансформації, яка є наслідком впливу природних зональних кліматичних змін посиленіх антропогенним тиском. Ця обставина не є притаманною виключно для Куяльницького лиману: природні сукцесії в купі з недбалім природокористуванням породжують аналогічні проблеми в інших регіонах з подібними водоймами. Відповідно, в усьому світі задачі виправлення екологічної ситуації починаються з аналізу стану екосистеми та

визначення перспектив її відновлення в тому числі за умов очікуваних кліматичних змін.

Щодо екосистеми басейну Куяльницького лиману, то на поточний час візуально помітні зміни, пов'язані з його пересиханням, надмірним засоленням та пасовищною дегресією луків і берегових схилів. Між тим, ще до 2008 р. наземна біота екосистеми Куяльницького лиману відрізнялась високим видовим різноманіттям з численними рідкісними видами флори і фауни. Берегові схили являли собою місцеіснування лісостепової інтразональної, типово степової флори і фауни з певною часткою напівпустельного елемента. На осолонених ділянках формувалась унікальна наземна солончакова біота, а на гіперсолоних підтопленнях берегової смуги - ультрагалінна болотяна. В долинах малих річок розташовувались лукові біотопи, а в балках – інтразональні лісостепові. А безпосередньо в лимані мешкав специфічний комплекс солоноводних організмів з височенною продуктивністю, завдяки якому формувались донні бальнеологічні відкладення та живилась навколоводна біота.

Для визначення напрямку та ступеню трансформації екосистеми басейну Куяльницького лиману вихідними матеріалами використовувались наші попередні напрацювання у наступних напрямках.

1. Ландшафтно-екологічна структура типового біому Куяльницького лиману.
2. Екологічна структура рослинності в наземних біотопах Куяльницького лиману.
3. Екологічна структура фауни в наземних біотопах Куяльницького лиману.
4. Ценотична оцінка наземної біоти за результатами польових досліджень.
5. Визначення провідних індикаторних таксоценів наземної та водної біоти.
6. Сучасна структура індикаторного таксоцену бджолиних як відображення впливу діючого комплексу факторів.
7. Сучасний стан водної та навколоводної біоти басейну Куяльницького лиману за структурою провідних індикаторних амфібіотичних та водних таксоценів.

На цій основі стає можливим здійснити заключення щодо оцінки можливих змін гідроекологічного режиму Куяльницького лиману та його басейну в умовах глобального потепління та зробити завчасний прогноз змін у гіпергалінній гідрофауни у зв'язку з глобальним потеплінням.

Для екологічних аналізів вкрай важливим є отримання презентативних даних з природного середовища згідно з обраними критеріями оцінок. Цьому аспектові досліджень приділялось особлива увага. В результаті викристалізувалося певне коло індикаторних таксоценів, здатних до всебічного відображення екологічних умов їх місцеіснування. Для наземної складової екосистеми басейну Куяльницького лиману провідним

індикаторним таксоценом визначено диких бджолиних (*Apoidea*). Підставою для цього слугує їх еволюційно витриманий біологічний статус та екологічне значення цієї групи як умови існування квіткової рослинності (специфічні запилювачі): є певні види бджолиних – є відповідні види рослинності. Тобто, за наявності певного складу апідофауни можна констатувати певний склад рослинності. Крім того, наприклад, домінуючий гігротермічний тип певного кола видів бджолиних відображає середнє значення гідротермічного коефіцієнту місцевості; різноманіття або специфічність трофічних зв'язків вказує на флористичні особливості ландшафту; домінуючий тип гніздування вказує на ступінь рекреаційного (пасовищного) навантаження, типи ґрунтів, питому вагу геоморфологічних

Для вирішення завдань до екологічної оцінки водного та навколоводного зволоженого середовища в якості індикаторної групи знаходимо особливо прийнятними таксоцени амфібіотичних бентобіонтів та геобіонтів зони заплеску із ряду двокрилих (*Diptera: Brachicera, Nematocera*) та субценотичну категорію - таксоценоз водних жорсткокрилих.

Водні жорсткокрилі (*Coleoptera*) характеризуються наступним: мають широке поширення, численні і мобільні (імаго миттєво перелітають в інші водойми при аномальних для виду змінах середовища); можливий пасивний облік (автоматизований моніторинг); можливе проведення моніторингу протягом усього року; трофічно різноманітні (фітофаги, копрофаги, сапрофаги, хижаки). Відомо, що за екологічними якостями той чи інший колеоптероологічний комплекс в достатній мірі відображає такі параметри як проточність, температурний режим, рівні мінералізації, тип донних відкладень, загальну гідротопічну структуру водойми. В цілому за якісними та кількісними показниками визначені технологічні параметри колеоптероологічних узагальнень, за якими виконується:

- оцінка динаміки водності об'єкту.
- відстеження динаміки трофності водойми;
- відстеження динаміки сапробності вод;
- непряме визначення та відстеження концентрації розчинених катіонів та аніонів (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^{2-}), II (Ba^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} и Br^- , I^- , PO_4^{3-}), III (NO_2^- , NO_3^- , S^{2-} , PO_4^{3-});
- відстеження динаміки біорізноманіття як показника екосистемної сталості.

Критерієм вибору двокрилих є еволюційновироблена найвища стійкість їх личинок до самих екстремальних життєвих умов: заселення вод від прісних до гіперсолоних; заселення вод до гіперсапробного ступіню органічного забруднення, перевершуючи в цьому відомих сапробіонтів - хробаків роду *Tubifex*. Аналіз літератури з цього питання показав, що при найвищому антропогенному впливі на водойми створюється особливе середовище існування для двокрилих, в якому відсутня конкуренція з боку інших таксоценів і виникають передумови для масового розвитку багатьох видів двокрилих з *Brachicera* [150-154]. Таким чином двокрилі за діапазоном

презентативності також цілком відповідають вимогам екологічних оцінок у всьому спектрі життєвих умов, що надає середовище.

4.1 Історичні формації біому Куяльницького лиману

Екосистемним осередком Куяльницького лиману розглядається безпосередньо лиман з береговою смугою, гирловими частинами річок, що впадають у водойму, та схили його долини.

В прилеглих ділянках долин річок, що впадають до лиману, типовим є луговий тип ґрунтів з різним ступенем засолення. Відповідно до умов цих угідь формується декілька типів біоти: степова ксеротермофільна флора і фауна з певною часткою напівпустельного ефемероїдного елементу, галофільна наземна солончакова біота, ультрагалінна болотяна біота гіперсолоних підтоплень берегової смуги.

Безпосередньо Куяльницький лиман як гіпергалінна водойма формує специфічну галобіонтну флору і фауну, притаманну водоймам такого типу.

Основою стійкості та своєрідності екосистем є відповідний стан та склад рослинності [155,156]. Зокрема, вказується, що збільшення різноманітності рослин безпосередньо веде до більш високої різноманітності пов'язаних з ними тварин у вигляді т.зв. «мультітрофічного ефекту», який проявляється у кореляції різноманітності кормових рослин з різноманітністю і щільністю популяцій фітофагів та запилювачів [157]. Тобто, саме рослинність навіть фізіономічно може віддзеркалювати екосистемні риси місцевості.

Дана місцевість за сучасним геоботанічним районуванням України, відноситься до Одеського округу злакових і полиново-злакових степів, засолених луків, солончаків і рослинності карбонатних відслонень.

Округ відноситься до Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтічної степової провінції Степової підобласті Євразійської степової області [158]. Тут відзначалась степова, петрофітна (петрофітно-степова), лісова, чагарникова, галофітна, прибережно-водна, лугова рослинність. Всього було зареєстровано близько 800 видів судинних рослин [65]. З них 17 видів занесені до Червоної книги України, по 4 види – в Європейський червоний список і червоний список МСОП, 15 видів – охороняється на території Одеської області.

За геоботанічною характеристикою [159] для регіону типовими є на плакорні степи з дернинними злаками, такими як: ковил Лессінга (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), ковил український (*Stipa ucrainica* P. Smirn.), на сході – ковил Залеського (*Stipa zalesskii* Wilensky-S. rubentiformis P. Smirn.), костриця (*Etuca sulcata* Hack.), стоколос прибережний (*Zerna riparia* Rehm) та ін. Із різнотрав'я – півонія (воронець) вузьколиста (*Paeonia tenuifolia* L.), кермек широколистий (*Limonium latifolium* (Sm.) Ktze.), катран татарський

(*Crambe tataria* Sebeok.), шавлія поникла (*Salvia nutans* L.), шавлія австрійська (*Salvia austriaca* Jacq.) та ін.

В смузі полиново-злакових степів поширені фітоценози з перевагою житняка гребінчастого (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult), полину Бошняка (*Artemisia boschniakiana* (Bess.) DC), полину кримського (*Artemisia taurica* Willd.) тощо.

За сучасними оцінками при типово степовій рослинності має місце суттєве розширення площ рудеральної, виникаючих під впливом пасовищної депресії. Вагому частину лугових площ починають займати спільноти галофітів.

У степовій рослинності залишаються спільноти з пануванням ковилів (ковил Лессінга – *Stipa lessingiana*, ковил волосистий – *Stipa capillata*, і ковил український – *Stipa ucraïnica*) і типчака валіського (*Festuca valesiaca*). На виходах вапняків поширена петрофітно-степова рослинність з домінуванням келери короткої (*Koeleria brevis*), чебрецю двоформного (*Thymus dimorphus*) та ін.

Лісова рослинність представлена штучними посадками з акації (*Robinia pseudoacacia*), гледічії (*Gleditsia triacanthos*), ясеню (*Fraxinus lanceolata*), в'язу (*Ulmus pumila*), клену татарського (*Acer tataricum*), жимолості татарської (*Lonicera tatarica*), бирючини звичайної (*Ligustrum vulgare*), бузини чорної (*Sambucus nigra*), терену (*Prunus spinosa*), шипшини собачої (*Rosa canina*) та ін.

Уздовж берега лиману на підтопленій смузі поширена галофітна рослинність з солеросу європейського (*Salicornia europaea*), покісниці розставленої (*Puccinellia distans*), покісниці гігантської (*Puccinellia gigantea*), зведени (*Suaeda prostrate*), галіміоне (*Galimione pedunculata*) та ін. солянок.

Прибережно-водна рослинність представлена, в основному, в місцях впадіння в лиман прісних вод, вона представлена заростями очерету (*Phragmites australis*), осок (*Carex acutiformis*) та ін.

На сьогодні, в зв'язку з пересиханням р. В. Куяльник, у верхів'ї Куяльницького лиману прибережно-водна рослинність заміщена солянками.

Рудеральні спільноти формуються дурнишниками (*Xanthium albinum*, *Xanthium strumarium*), анізантою покрівельною (*Anisantha tectorum*). У місцях утримання худоби панують татарник колючий (*Onopordum acanthium*) і чортополох (*Carduus acanthoides*), мятлик вузьколистий (*Poa bulbosa*), який місцями домінує у рослинному покриві. З різнотрав'я зустрічаються шавлії (*Salvis austriaca*, *Salvia nutans*, *Salvia nemorosa*), Коров'як фіолетовий (*Verbascum phoeniceum*), різні види бобових – астрагал еспарцетний (*Astragalus onobrychis*), астрагал ріжковий (*Astragalus corniculatus*), астрагал австрійський (*Astragalus austriacus*), горошок вузьколистий (*Vicia angustifolia*), чина клубненосна (*Lathyrus tubeosus*), вязель мінливий (*Coronilla varia*), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria*) та ін.

Показовим для флористичних змін останнього часу є висновок про те,

що у структурі фітоценозів на узбережжі Куяльницького лиману більшість видів флори є рудеральною [160]. Наприклад, була встановлена наявність лише фрагментів степової рослинності у вигляді ділянок ковилово-типчачових степів з участю видів родів ковила і костриці, житняка. Частка апофітної флори переходить на трансформовані ділянки. Натомість рудеральна рослинність заходить до узбережжя лиману на солончакові луки.

Загалом в місцевості було зареєстровано 350 видів судинних рослин, з них 184 – рудеральні. До адвентивної фракції було віднесено 86 видів, з них нестійкими, які вимагають щорічного занесення ззовні, є 9 видів, стійкими – 72 види, натуралізуватися в природних ценозах – 5 видів.

До апофітів віднесені 98 видів рослин, де провідною групою є евапофіти – рослини місцевої флори, які майже або повністю переселилися до трансформованих екотопів.

Серед видів адвентивної фракції у флорокомплексах Куяльницького лиману спостерігається домінування епекофітов – видів заносних рослин, які натуралізуватися на повністю трансформованих ділянках і молодих покладах. Були виявлені також види рослин, які натуралізуватися в природних і напівприродних середовищах існування (агріофіти), а також здичавілі культивовані рослини, які натуралізувались поблизу місць культивування (ергазіофіти).

Фауністична складова тісно пов'язана з флористичною і нарівні з нею відображає ступінь трансформації екосистем.

Наземна фауна Куяльницького лиману до недавнього часу оцінювалася як унікальна, що мала в складі види, які занесені до Світового Червоного списку, списку Бернської конвенції, Червоної книги України, Європейського червоного списку.

Прибережні території Куяльницького лиману були віднесені до числа степових рефугіумів Правобережжя України. У степовій біотопічній структурі схилів лиману додатково представлені солончакові, чагарникові біотопи.

Природоохоронний статус на цій території мають такі види як: дибка степова (*Saga pedo*), красотіл пахучий (*Calosoma sycophanta*), махаон (*Papilio machaon*), падалірій (*Jphiclidespadalirius*), павлиноочка грушева (*Saturnia pyri*), бражник обліпиховий (*Hyles hippophaes*), бражник мертва голова (*Acherontia atropos*), медведиця Гера (*Callimorpha quadripunctaria*), сколія гігант (*Scolia maculata*), сколія степова (*Scolia hirta*), лярра анафемська (*Larra anathema*), бджола-тесля звичайна (*Xylocopa valga*). Таким чином, наземна степова екосистема Куяльницького лиману була природним резерватом корисних комах – ентомофагів і запилювачів.

Серед запилювачів культурних видів рослин на території схилів Куяльницького лиману виявлено бджіл з родини справжніх бджіл (*Apidae*), мегахілід (*Megachilidae*) і галактід (*Halictidae*). Більшість видів цих родин формують гнізда тільки на цілих ділянках.

Куяльницький лиман був визнаний унікальною екосистемою, що

відрізняється за видовою різноманітністю амфібій і рептилій від навколишнього її степової зони. Тут зустрічалися 7 видів амфібій і 7 видів рептилій. Деякі з них, будучи типовими мешканцями лісостепової та лісової зон, проникали на південь по долині р. В. Куяльник. Наприклад, сіра жаба і звичайний тритон.

З амфібій в гирловій зоні р. В. Куяльник і в прісноводних водоймах на пересипу між лиманом і морем мешкав звичайний тритон (*Triturus vulgaris*), червоночерева жерлянка (*Bombina bombina*), часничниця звичайна (*Pelobates fuscus*), сіра жаба (*Bufo bufo*), зелена жаба (*Bufo viridis*), квакша звичайна (*Hyla arborea*), озерна жаба (*Rana ridibunda*). З рептилій – болотяна черепаха (*Emys orbicularis*), вуж звичайний (*Natrix natrix*), вуж водяний (*Natrix tessellata*), зелена ящірка (*Lacerta viridis*), прудка ящірка (*Lacerta agilis*), червонокнижні полози жовточеревий (*Coluber jugularis*) і чотирьохсмугий (*Elaphe quatuorlineata*). У відтворенні популяцій амфібій, водяного і звичайного вужів грають верхів'я і пониззя лиману з прісноводними водоймами (у верхів'ї їх вже немає). Для таких видів рептилій, як жовточеревий і чотирьохсмугий полози, а також ящірок важливу роль відіграють схилі степові ділянки лиману.

Для птахів Куяльницький лиман служив унікальним ланкою міграційного ланцюга водно-болотних птахів у Афро-Євразійському коридорі їх прольоту [161]. Станом на 2004 р. тут у періоди міграцій, гніздування і зимівлі відмічено більше 200 видів птахів фауни України [162].

Мозаїчність і багатство водно-болотних біотопів, що межують зі степовими ділянками надзаплавних терас і плакору, зумовили мешкання тут багатьох навколоводних і сухопутних видів ссавців. В попередні роки було зареєстровано ряд видів ссавців, які є вкрай рідкісними або зникаючими не тільки для Одеської області, але також України і Європи. Ссавців цієї території, крім кажанів, налічує 28 видів: звичайний їжак – *Erinaceus europaeus* L., звичайний кріт – *Talpa europaea* L., мала бурозубка – *Sorex minutus* L., звичайна бурозубка – *Sorex araneus* L., мала білозубка – *Crocidura suaveolens* Pall., лисиця – *Vulpes vulpes* L., єнотоподібний собака – *Nyctereutes procyonoides* Schl., горностай – *Mustela erminea* L., ласка – *Mustela nivalis* L., куниця кам'яна – *Martes foina* Erxl., тхір – *Mustela eversmanni* Less., борсук – *Meles meles* L., кабан – *Sus scrofa* L., європейська козуля – *Capreolus capreolus* L., заєць-русак – *Lepus europaeus* Pall., сірий пацюк – *Rattus norvegicus* Berk., курганчикова миша – *Mus spicilegus* N., домашня миша – *Mus musculus* L., мала азіатська миша – *Apodemus microps* Krat., лісова миша – *Apodemus sylvaticus* L., миша-крихітка – *Micromys minutus* Pall., звичайний хом'як – *Cricetus cricetus* L., сірий хом'ячок – *Cricetulus migratorius* Pall., звичайна полівка – *Microtus arvalis* Pall., водяна полівка – *Arvicola terrestris* L., сліпак білозубий – *Nannospalax leucodon* Nord., крапчастий ховрах – *Citellus suslicus* Guld., степова мишівка – *Sicista subtilis* Pall.

Розглянуті за літературними даними особливості наземної біоти Куяльницького лиману в контексті явних і різких змін безумовно потребують

корекції. Для повної картини потрібні спеціальні комплексні флористичні та фауністичні дослідження.

4.2 Вихідні дані до оцінки наземної складової екосистеми Куяльницького лиману

Природним фундаментом екосистеми басейну Куяльницького лиману є його степова зона, де ключове місце у формуванні наземного біорізноманіття складає рослинність [163]. Між тим, за літературними даними, природні рослинні угруповання степових ландшафтів України займають лише 6% її території і характеризується високою фрагментованістю. За цією обставиною практично кожна ділянка із природною рослинністю має суттєве значення. Важливо також те, що значна частина рослинності на фрагментованих ділянках здатна самовідновлюватися за умови пов'язаності їх сполучними територіями однотипного ландшафту [164]. Показово, що в цьому контексті басейн Куяльницького лиману віднесено до ключової території національного рівня в складі екомережі України з визначенням як «Куяльницько-Хаджибейська» [165]. Критеріями статусу ключової території Куяльницького лиману за рослинністю є:

- відповідний рівень багатства та різноманітності флори;
- високий рівень багатства та різноманітності рослинних угруповань;
- висока частка рідкісних для степової зони спільнот степової, лісової, лучної, солонцевої, солончакової та водної рослинності;
- достатньо висока доля рідкісних видів і рослинних угруповань, видів-ендемів та ендемічних рослинних угруповань.
- достатня площа території для формування сталої екосистеми.

В системі екомережі розглядається також басейн р. М. Куяльник разом з В. Куяльником як Малокуяльницький та Великокуяльницький меридіальні екокоридори, що з'єднує ключові території лісостепової частини Одеської області з Куяльницько-Хаджибейською ключовою територією. Тобто, з точки зору екологічної системності дослідження Куяльницького лиману у будь-якому ракурсі відповідають завданням відновлення та збереження довкілля згідно завданням екологічних програм всіх рівнів.

4.2.1 Вихідні дані до визначення фітоценотичної структури рослинності в наземних суходільних біотопах басейну Куяльницького лиману

За визначенням, рослинність і рослинний покрив - це характерна сукупність рослинних угруповань (фітоценозів) природно-географічної зони, області, чи якийсь інший території [166]. Такі угруповання складають загальний фон, на якому формується весь спектр топічних та трофічних

взаємозв'язків тваринного та рослинного світу території. Відповідно, ці рослинні угруповання мають співвідносний умовам флористичний склад [167-169]. Таким чином, склад фітоценозів тієї чи іншої території відображає особливості середовища і дає інформацію як про флору, рослинні спільноти, так і про загальне біорізноманіття. В цілому поняття рослинності і флори відповідають уявленням про те, що це історично сформована сукупність ценопопуляцій конкретного географічного простору, що пов'язана з його природними умовами, геологічним минулим і знаходиться в стійких відносинах з флорами інших ділянок земної поверхні [170-172]. При цьому історично сформовані життєздатні, стійкі ценопопуляції залежать від особливостей внутрішнього середовища рослинної спільноти [173-175].

В умовах екосистеми басейну Куяльницького лиману природно сформовані степові, лучні, лісові фітоценотичні осередки та прибережно-водна рослинність.

Степові ценози. Збереглися на схилах долини та прилеглих балок. Найбільше проективне покриття підмічено за типчаково-ковиловими угрупованнями з домінуванням *Stipa lessingiana* (рис. 4.1) з степовим різнотрав'ям – *Salvia nutans*, *Vinca herbacea*, *Jurinea arachnoidea*, *Galium ruthenicum*, *Crambe tataria*, *Potentilla argentea*, *Astragalus onobrychis*, *Linum tenuifolium*, *Artemisia austriaca*, *Adonis vernalis* тощо.

Вказано, що на верхів'ях схилів на вирівняних ділянках більш звичайні угруповання з домінуванням *Stipa capillata* з асоціаціями *Stipetum (capillatae) stiposum (lessingianae)*, *S. festucosum (valesiaca)*, *S. bromopsidosum (inermis)*. Крім домінантів (*Stipa capillata*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis riparia*). У їх травостой трапляються типові види степового різнотрав'я – *Artemisia austriaca*, *Sideritis comosa*, *Euphorbia seguieriana*, *Teucrium polium*, *T. chamaedrys* тощо.

На пологіших схилах та в депресіях трапляються степові угруповання з домінуванням *Caragana frutex* (асоціації *Caraganetum (fruticis) stiposum (lessingianae)* та *C. festucosum (valesiaca)*).

Рідкісні петрофітні степові формації *Ephedreta distachyae* приурочені до схилів з кам'янистц-щебнистими ґрунтами та на відслоненнях вапняків.

Пануючими є асоціації *Ephedretum (distachyae) stiposum (lessingianae)* та *E. festucosum (valesiaca)* з перевагою у їх травостой петрофітно-степовими *Thymus dimorphus*, *Ajuga chia*, *Thesium arvense*, *Alyssum rostratum*, *Jurinea brachycephala* тощо. Разом з ними окремими незначними за розміром ділянками трапляються угруповання з домінуванням *Paronychia cephalotes* та *Thymus dimorphus*.

Лучні ценози. Спостерігаються переважно у заплавах та тальвегах балок. Представлені формацією *Elytrigietum repentis* (рис. 4.2). Видовий склад цих угруповань дуже збіднений під впливом надмірного випасання, в них трапляються *Securigera varia*, *Cichorium intybus*, *Poa annua* L., *Euphorbia seguieriana*, *Artemisia austriaca*.

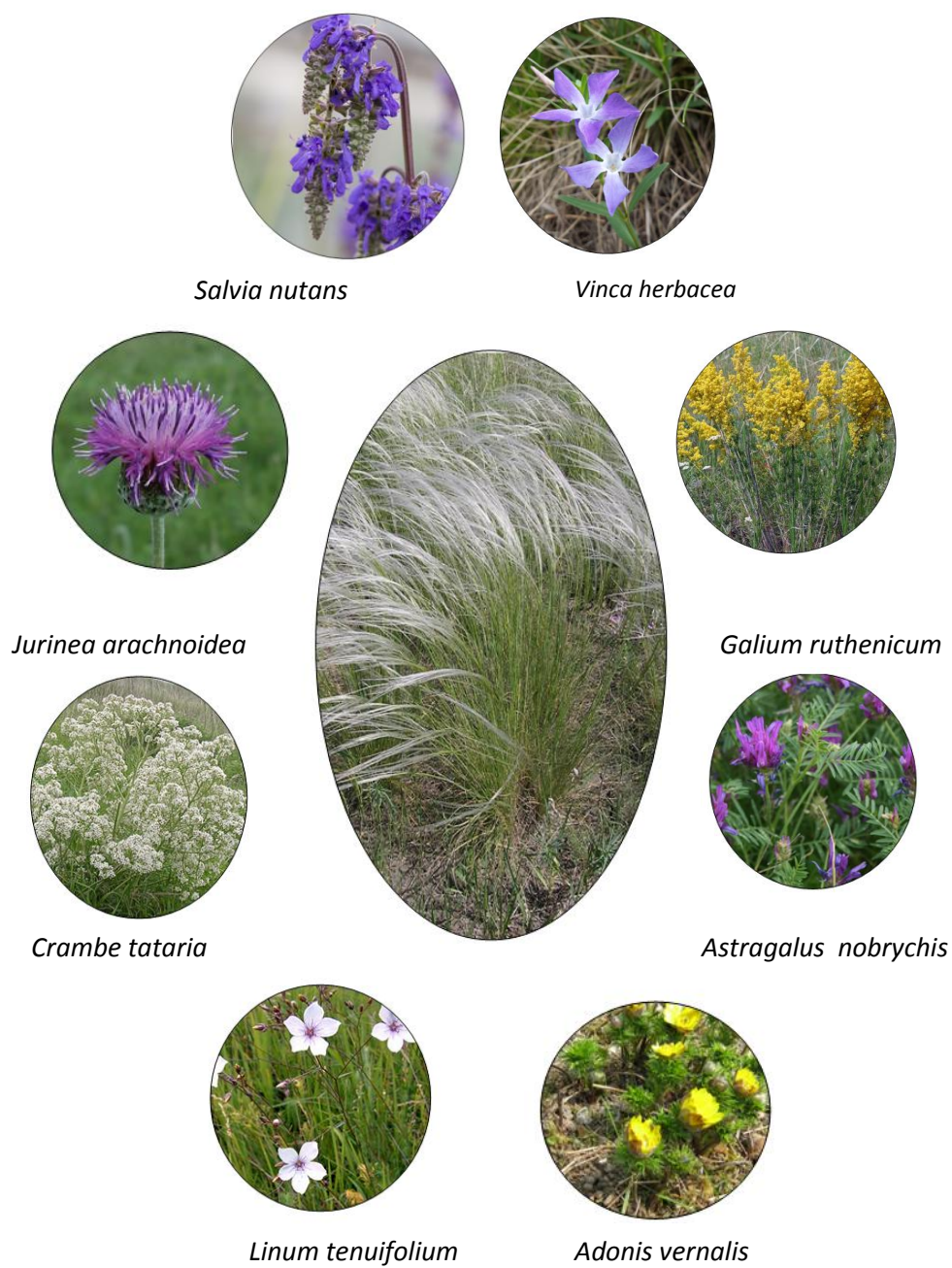


Рисунок 4.1 - Фітоценотичні осередки долини р. В. Куяльник: різнотрав'я на угрупованні *Stipa lessingiana*

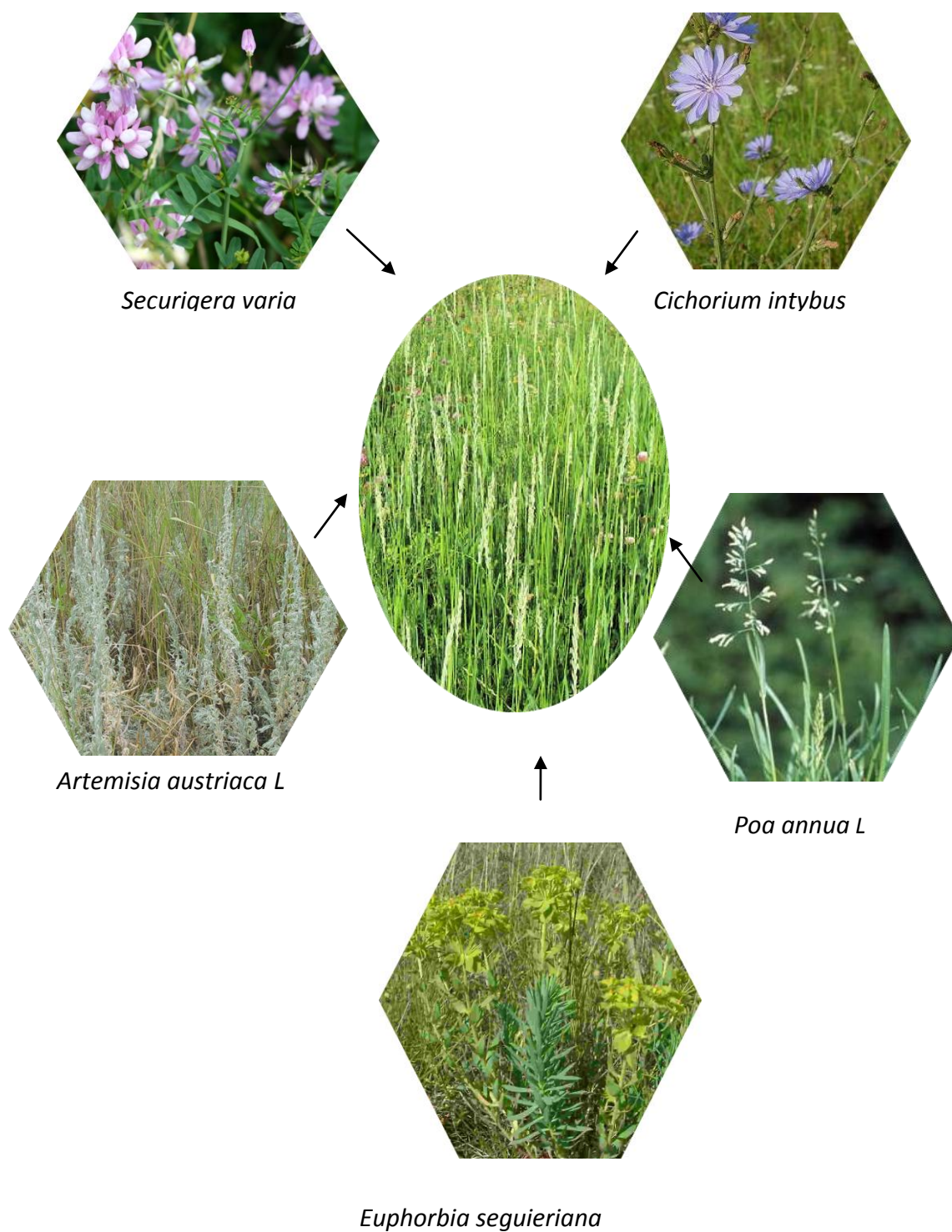


Рисунок 4.2 - Формация *Elytrigietea repentis* лучних ценозів долини р. В. Куяльник

Чагарники схилів (рис.4.3). Найчастіші угруповання формації *Crataegeta praearmatae*, що утворені *Crataegus alutacea*, *Rosa corymbifera*, *R. klukii*, *R. diacantha*, *R. canina*.



Рисунок 4.3 – Типові чагарникові біотопи схилів Куяльницького лиману

Дещо рідше представлені угрупованнями формацій *Crataegeta praearmatae* та *Pruneta spinosae*, що містить незначні за покриттям угруповання асоціації *Prunetum spinosae purum*. У її складі небагато видів. Розріджений чагарниковий ярус утворюють *Rosa corymbifera*, *Crataegus praearmata*, *Caragana frutex*, у травостої який найчастіші *Elytrigia repens*, *Achillea millefolium*, *Marrubium praecox*, а також *Ballota nigra*, *Galium ruthenicum*, *Verbascum marschallianum*.

У балках та на схилах північних та східних експозицій трапляються загущені чагарникові ценози за участю *Sambucus nigra*, *Rhamnus cathartica*, *Euonymus verrucosa*, *Ulmus minor*.

Лісова рослинність. Представлена залишками природних лісів та штучними насадженнями (рис. 4.4).

Степова рослинність Займає найбільші площі. Домінують ценози формації *Stipeta lessingiana* (ковил лесінга), що є типовими для типчаково-ковилових південних степів. Через періодичні пожежі в угрупованнях відсутні підстилка та ярус мохів і лишайників.

Stipeta lessingiana - зональний маркер типових степів України. Займає Підзону різнотравно-ковилових (справжніх) степів на Причорноморській і Приазовській низовинах, Приазовській височині, Донецькому кряжі, на південних схилах Середньоруської, Придніпровської і Подільської височин, в Криму (Тарханкутський і Керченський півострови). Характерний біотоп - схили річкових долин, балок, лиманів і морських узбереж зі звичайними і південними чорноземами, каштановими і змитими кам'янистими ґрунтами південної частини України

Формація *Stipeta lessingianaе* (зональний маркер) в умовах басейну Куяльницького лиману представлена асоціаціями:

– валіськокострицево - лессінгоковилова - (*Stipetum (lessingianaе) festucosum (valesiacaе)*);

– вузьколистотонконогово - лессінгоковилова *Stipetum (lessingianaе) roosum (angustifoliaе)*.

До типового різнотрав'я формації *Stipeta lessingianaе* відносяться шавлія поникла (*Salvia nutans L.*), барвінок трав'янистий – (*Vinca herbacea Waldst. et Kit.*), юрінея павутиниста (*Jurinea arachnoidea Bunge*), Пдмареник руський (*Galium ruthenicum Willd.*), катран татарський (*Crambe tataria Sebeok.*), лапчатка срібляста (*Potentilla argentea L.*), астргал еспарцетний (*Astragalus onobrychis L.*), льон тонколистий (*Linum tenuifolium L.*), полин австрійська (*Artemisia austriaca Jacq.*), адоніс весняний (*Adonis vernalis L.*) тощо.

Угрупування з домінуванням *Stipa capillata* трапляються значно рідше. Вони займають вирівняні ділянки на верхів'ях схилів і представлені асоціаціями: лессінгоковилово – волосистоковилова - *Stipetum (capillataе) stiposum (lessingianaе)*; валіськокострицево - волосистоковилова *Stipetum (capillataе) festucosum (valesiacaе)*; бородачево-волосистоковилова (*Stipetum (capillataе) botriochloosum (ripariaе)*)

В угрупованнях, крім домінантів *Stipa capillata*, *Festuca valesiaca Gaud.*, *Bromopsis riparia (Rehm.) Holub* (залежно від асоціації), у складі трапляються типові види степового різнотрав'я – *Artemisia austriaca*, *Sideritis comosa (Rochel ex Benth.) Stank.*, *Euphorbia seguieriana*, *Teucrium polium L.*, *T. chamaedrys L.* тощо. Подекуди на відслоненнях вапняків до травостою долучається *Ephedra distachya* та інші петрофітні види.

На ділянках з найменшим пасквальним навантаженням трапляються найрідкісніші для степового Правобережжя угруповання формації *Stipeta pulcherrimae*, представлені асоціаціями *Stipetum (pulcherrimae) stiposum*



Рисунок 4.4 – Лісові штучні насадження (а) та масив Северінівського лісу півночі долини Куяльницького лиману (б)

(*capillatae*) та *S. festucosum* (*valesiaca*). Це одноярусні трав'яні угруповання, у складі яких основне місце посідають ксерофітні й мезоксерофітні щільнодернинні злаки (*Stipa pulcherrima* C. Koch, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* (L.) Pers.) з домішкою звичайного, почасти петрофільного та псамофітного степового різнотрав'я (*Linum flavum* L., *L. tenuifolium*, *Vicia elegans* Guss., *Convolvulus cantabrica* L., *Veronica spicata* L., *Iris pumila* L.). У вертикальній структурі майже завжди достатньо добре вираженими є два-три висотних під'яруси.

На пологіших ділянках схилів та в депресіях трапляються угруповання з домінуванням *Caragana frutex* C. Koch, які відносяться до асоціацій *Caraganeetum* (*fruticis*) *stiposum* (*lessingiana*) та *C. festucosum* (*valesiaca*).

В умовах незначного антропогенного впливу, там, де немає викошування та випалювання трапляються рідкісні угруповання з домінуванням *Amygdalus nana* L., які представлені двома асоціаціями – *Amygdaleetum* (*nanae*) *elytrigiosum* (*repentis*) та *A. festucosum* (*valesiaca*). У травостої зустрічаються *Artemisia austriaca*, *Sideritis comosa*, *Euphorbia seguieriana*, *Teucrium polium*, *T. chamaedrys*, *Poa angustifolia* L., *Adonis vernalis*, *Phlomis tuberosa* L., *P. pungens* Willd. тощо.

На еродованих ділянках глинистих схилів формуються угруповання формації

Botriochloeta ischaemi, представленої асоціаціями *Botriochloetum* (*ischaemi*) *stiposum* (*lessingiana*), *B. stiposum* (*capillatae*), *B. festucosum* (*valesiaca*), *B. poosum* (*angustifoliae*).

У цих же умовах на незначних за розміром ділянках трапляються угруповання з домінуванням *Paronychia cephalotes* M. Bieb. та *Thymus dimorphus* Klokov & Des.-Shost.

Лучні ценози. Займають переважно тальвеги балок, представлені формацією *Elytrigietea repentis*. Видовий склад цих угруповань дуже збіднений через надмірне випасання.

Низькі береги лиману (рис. 4.5) зайняті засоленими луками з домінуванням *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Artemisia santonica* L., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. На солонцях, що утворюють широку смугу вздовж лиману, формуються угруповання з переважанням у травостої *Salicornia perennans*, *Suaeda prostrata*, *Limonium meyeri* (Boiss.) O. Kuntze тощо.

Чагарники. Для чагарникової рослинності схилів лиману характерні угруповання формацій *Crataegeta praearmatae*, *Pruneta spinosae*. Остання представлена невеличкими за площею фрагментами асоціації *Prunetum spinosae*. Розріджений чагарниковий ярус утворюють *Rosa corymbifera* Borkh., *Crataegus praearmata* Klokov, *Caragana frutex*. У трав'яному ярусі,



Рисунок 4.5 – Солонцеві берегові пониззя кукльницького лиману

як правило, виражений дуже слабо, представлені *Elytrigia repens*, *Achillea millefolium* L., *Marrubium praecox* Janka, а також *Ballota nigra* L. , *Galium ruthenicum*, *Verbascum marschallianum* Ivanina & Tzvelev та ін.

В угрупованнях формації *Crataegeta praearmatae*, що трапляються значно частіше, ніж попередні, зростають *Crataegus alutacea*, *Rosa corymbifera*, *R. klukii* Besser, *R. Diacantha* Chrshan. , *R. canina* L.

У балках та на схилах північних і східних експозицій трапляються чагарникові угруповання за участю *Sambucus nigra* L. , *Rhamnus cathartica* L. , *Euonymus verrucosa* Scop. , *Ulmus minor* Mill.

У північній частині ключової території в евтрофних прісноводних або слабосолонуватоводних водоймах поширена водна та прибережно-водна рослинність. Тут трапляються раритетні угруповання формації *Batrachietea rionii*, що представлені асоціацією *Batrachietum rionii purum*.

Раритетні види та рослинні угруповання. На ключовій території відмічено 35 видів рослин, що мають природоохороне значення. З них 17 видів занесені до Червоної книги України, по 4 – до Європейського червоного списку, 15 – охороняється на території Одеської області (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Раритетні види рослин гирлової області річки В.
Куяльник та долини Куяльницького лиману

Вид	Червона книга України	Європейський червоний список	Червоний список МСОП	Червоний список Одеської області
1	2	3	4	5
Астрагал шестиквітковий (<i>Astragalus dasyanthus</i> Pall)				
Безчастник анкарійський (<i>Colchicum ancyrense</i> B.L.Burt)				
Бельвалія сарматська (<i>Bellevallia sarmatica</i> (Georgi)				
Волошка східна (<i>Centaurea orientalis</i> L.)				
Гиацинтік блідий (<i>Hyocintella leucophaea</i>				
Голосім'яник одеський (<i>Gymnosperriun odessanum</i> (Takht)				
Горицвіт весняний (<i>Adonis vernalis</i>)				
Зопник гібридний (<i>Phlomis hybrida</i> Zelen)				
Істод молдавський (<i>Polygala moldavica</i>)				
Карагана скіфська (<i>Caragana scythica</i> (Kom.) Pojark)				
Касатик карликовий (<i>Iris pumila</i> L.)				
Касатик солелюбивий (<i>Iris halophila</i>)				
Ковила колосовидна (<i>Stipa capiHata</i> L.)				
Ковила красива (<i>Stipa pulcherrima</i> C.Koch (S.) grafiana Stev.)				
Ковила Лессінга (<i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr)				

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Ковила периста (<i>Stipa pennata</i> L.)				
Ковила українська (<i>Stipa ucrasrica</i> P.Smira)				
Кольраушія пагінонесуча <i>Kohlrauschia prolifera</i> (L.) Kunth.				
Льон жовтий <i>Linum flavum</i>				
Льнянка биберштейна <i>Linaria biebersteinii</i> Besser				
Мигдаль низький <i>Amygdalus nana</i> L.				
Паронихія головчаста <i>Paronychia cephalotes</i>				
<i>Ornithogalum bouscheanum</i> (Kunth) Aschers.				
Пролісок двулистний <i>Stilla Molia</i> L.				
Простріл чорніючий <i>Pulsatilla nigricans</i> Storck				
Рокитник Кречетовича <i>Chamaecyisus kreczetoviczii</i>				
Солодка гола <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.				
Спаржа Палласа <i>Asparagus pallasii</i> Masez. (<i>A.brachyphyllus</i> Turcz.)				
Тюльпан Биберштейна <i>Tulipa bibersteiniana</i> Schit. et Schult.				
Тюльпан Шренка <i>Tulipa schrenkii</i> Regel				
Цмин пісчаний <i>Helichrysum orenarium</i> L.				
Шафран сітчастий <i>Crocus reticulatus</i> Stev. ex Adam				
Штернбергія земноцвітна <i>Stenbergia colchiciflora</i> Weldst				
Еремогоне головчаста <i>Eremogone cephalotes</i>				
Ефедра двухколоскова				

<i>Ephedra distachia</i> L.				
-----------------------------	--	--	--	--

Ресурс лікарських рослин в басейні Куяльницького лиману представлений: бузина чорна (*Sambucus nigra*), солодка гола (*Glycyrrhiza glabra*), ромашка лікарська (*Matricaria recutita*), пирій повзучий (*Elytrigia repens*), шипшина собача (*Rosa canina*) та інші. Значний перелік медоносних рослин: акація біла (*Robinia pseudoacacia*), синяк звичайний (*Echium vulgare*), астрагал еспарцетний (*Astragalus onobrychis*), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria*) та інші [65].

4.2.2 Вихідні дані про стан суходільної складової і екосистеми Куяльницького лиману за показниками індикаторних таксоценів бджолиних та їх паразитоїдів

Об'єктивною підставою у розгляді даного таксоцену, як було сказано вище, є безумовний консортивний взаємозв'язок антофільної рослинності з бджолиними. Головним фізіономічним проявом цієї залежності є корелятивне співвідношення числа видів бджолиних та рослин: чим більше рослинне багатство – тим більше видів бджолиних і навпаки [176,177]. Це обумовлено тим, що рослинність для бджолиних виступає не тільки як трофічний ресурс, але є осередком життєдіяльності, а запилювачі – умовою репродукції антофільної рослинності [178,179].

Біологічна організація бджолиних як індикатор стану середовища

У побуті під «бджолами» зазвичай мається на увазі свійська медоносна бджола (*Apis mellifera*), тоді як в екологічному і біологічному і систематичному розумінні бджолині - це велика таксономічна категорія, яка об'єднує тисячі видів поодиноких і суспільних диких бджіл. Серед них домашня бджола - єдиний вид, що разом з суспільними джмелями відноситься до родини *Apidae*, а решта видів, зазвичай, лишаються поза увагою навіть фахівців-екологів через необізнаність щодо цієї важливої групи. У зв'язку з цим наводимо деякі ознайомчі відомості з їх біології та екології.

За сучасною класифікацією [180] бджоли розділені на родини *Stenotritidae* (ендеміки Австралії), *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*, *Melittidae*, *Megachilidae*, *Apidae* (рис. 4.6) і нараховують близько 20-21 тис., що належать до 520 родів, в цьому числі близько 500 видів суспільних бджіл.

Родини бджіл істотно розрізняються за числом родів та видів всередині родів. У складі родин за кількістю видів домінують такі роди як *Andrena*, *Evylaeus*, *Sphecodes*, *Osmia*, *Megachile*, *Nomada*, *Bombus* [181].

Трофіка бджолиних. Трофічні зв'язки організмів багатьма провідними фахівцями однозначно визнані ключовими в механізмі системної сталості:

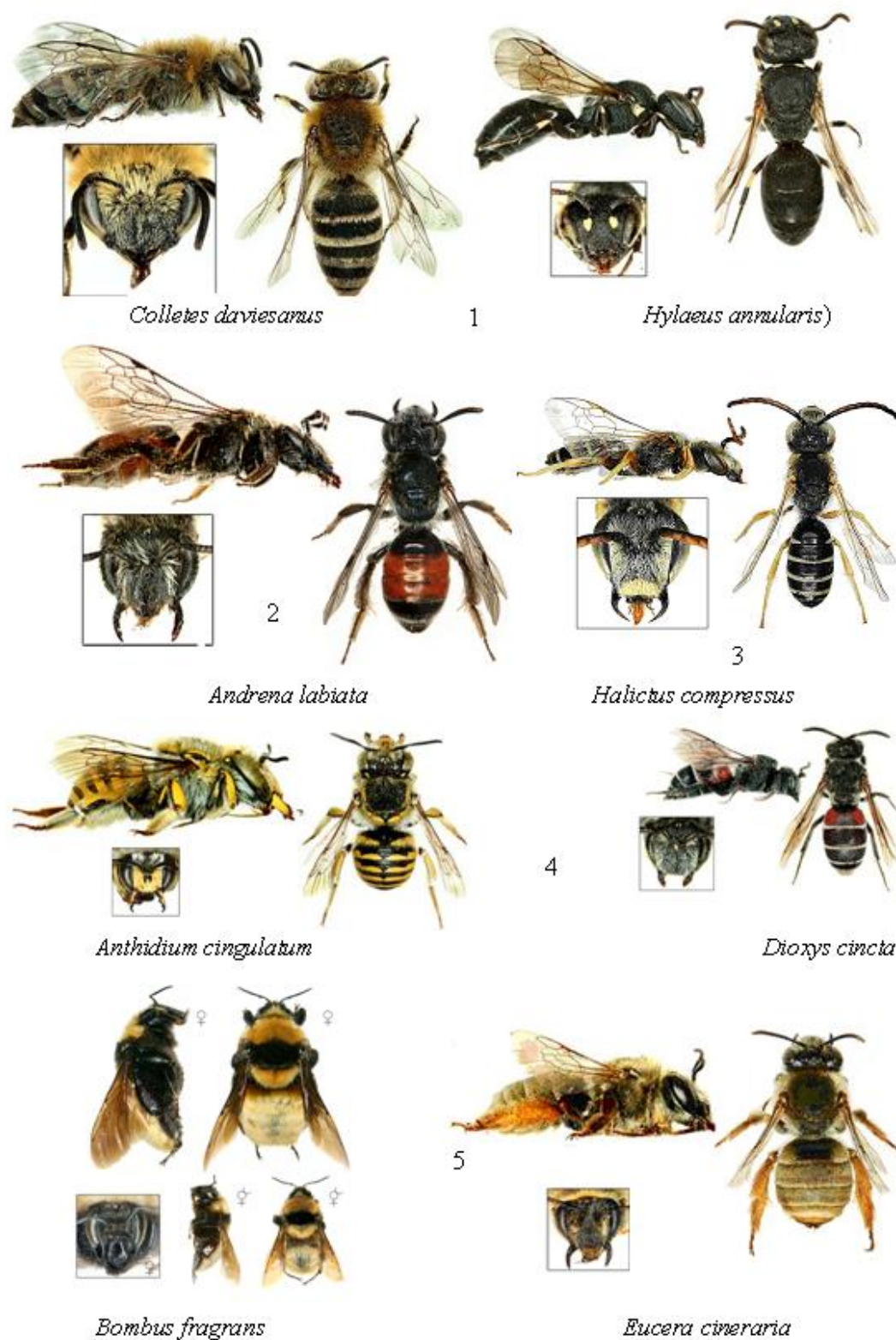


Рисунок 4.6 – Габітуальні ознаки родин бджолиних : 1 – *Colletidae*; 2 – *Andrenidae*; 3 – *Halictidae*; 4 – *Megachilidae*; 5 – *Apidae*.

чим вони різноманітніші, тим вище стійкість біоценозу.

Для бджіл квіткові рослини є не просто харчовим джерелом: в цих відносинах має місце симбіоз рослин з бджолами, які здійснюють перехресне запилення квіткових рослин і які використовуються бджолами як матеріал для устрою гнізд, як джерела фітонцидів, масел, смол та іншого життєзабезпечення.

Імаго бджіл, як і личинки, харчуються пилком квіткових рослин в якості білкового та жирового компоненту, багатого вітамінами та іншими біологічно активними речовинами, а також нектаром цих рослин в якості джерела вуглеводів і води.

Узагальнюючи сказане можна стверджувати, що на прикладі антофільності - в значній мірі відзеркалюється загальний стан екосистеми, а за трофічною спеціалізацією і особливості її компонентів – окремих консорцій.

За типом трофічної спеціалізації серед бджолиних відрізняють групи полілектичних, оліголектичних і монолектичних видів.

Полілекти – це зв'язок з широким колом рослин з різних родин (широкі полілекти) або з якоюсь кількістю видів рослин декількох ботанічних родин (вузькі полілекти). Оліголекти характеризуються приуроченістю до рослин переважно однієї або декількох близьких родин (широкі оліголекти) або виключно одного-декілька близьких родів (вузькі оліголекти). Монолекти – це вузькоспеціалізована група, що характеризується харчуванням з рослин одного виду.

Тип харчування природним чином сполучений з просторово-часовою приуроченістю до кормових рослин. Так, поширення вузьких оліголектів і особливо монолектів обмежено ареалами їх кормових рослин, а період їх льоту - часом цвітіння цих рослин. При цьому, як правило, ареал і діапазон заселених стацій у бджоли вужче, ніж у кормової рослини.

Як на наш погляд, для аналізу складу та стану рослинного різноманіття найбільш презентативні в тій чи іншій мірі спеціалізовані бджолині – оліголекти та монолекти. В цьому зв'язку наводимо алфавитний перелік видів з певною трофічною належністю (визначені та вірогідні в басейні Куяльницького лиману):

Anacardiaceae: *Colletes transitorius* (монолект на *Rhus cortarius*).

Apiaceae: *Colletes hylaeiformis* (вузький оліголект на *Eryngium*), *Andrena nanula*, *A. nuptialis* (вузький оліголект на *Eryngium*), *Epimethea samarcanda*;

Asparagaceae: *Andrena chrysopus* (вузький оліголект на *Asparagus*) ;

Asteraceae: *Colletes daviesanus*, *C. fodiens*, *C. halophila*, *C. patellatus*, *C. similis*, *C. tuberculatus* (вузькі оліголекти на *Tanacetum* и близьких родах с трубчастими квітками – *Carduoideae*), *Andrena abbreviata*, *A. chrysopyga* (широкі оліголекти), *A. colonialis* (оліголект на язичкових складноквітних – *Cichorioideae*), *A. combaella*, *A. denticulata*, *A. fedtschenkoi* (оліголекти на *Carduoideae*), *A. fulvago* (оліголект на *Cichorioideae*), *A. hesperia*, *A. humilis* (оліголекти на *Cichorioideae*), *A. polita*, *A. taraxaci* (оліголекти на

Cichorioideae), *A. tridentata*, *Camptopoeum clypeare*, *C. friesei*, *C. frontale*, *Panurgus banksianus*, *P. calcaratus*, *P. dentipes*, *Dufourea vulgaris*, *Dasypoda altercator* (вузькі олиголекти на Cichorioideae, часом на Centaurea), *Anthidium anguliventre*, *Anthocopa scutellaris*, *A. spinulosa*, *A. villosa*, *Heriades crenulatus*, *H. truncorum*, *Icteranthidium fedtschenkoi*, *I. laterale*, *Lithurge cornutum*, *L. fuscipenne*, *Megachile bombycina*, *M. lagopoda* (широкі олиголекти), *M. ligniseca*, *M. melanopyga*, *M. pilicrus*, *Mesanthidium pentagonum*, *Osmia fulviventris*, *O. leaiana*, *O. prasina*, *O. sieversi*, *O. sita*, *Paranthidiellum cribratum*, *P. lituratum*, *Eucera melaleuca*, *Melissina nigriceps*, *Tetralonia dentata*, *T. dufourii*, *T. graja*, *T. lyncea* (вузькі олиголекти на родах *Carduus*, *Onopordon*), *T. nigriceps*, *T. ruficornis*, *Tarsalia ancyloformis*;

Boraginaceae: *Colletes nasutus* (олиголект на *Anchusa*), *Andrena nasuta* (то же), *A. stepposa* (монолект на *Nonnea pulla*), *A. symphyti*, *Hoplitis adunca* (вузький олиголект на *Echium*), *H. anthocoroides* (теж саме) ;

Brassicaceae: *Andrena aciculata*, *A. aeneiventris* (широкий олиголект), *A. agilissima*, *A. anatolica*, *A. athenensis*, *A. atrata*, *A. bicarinata*, *A. chersona*, *A. dentiventris*, *A. figurata*, *A. flavobila*, *A. hypopolia* (широкі олиголекти), *A. niveata*, *A. nobilis*, *A. oralis*, *A. rufomaculata*, *A. scita*, *A. tringa*, *A. truncatilabris*, *Panurginus labiatus*, *P. lactipennis*, *P. sculpturatus*, *Metallinella brevicornis brevicornis*.

Campanulaceae: *Andrena curvungula*, *A. limbata*, *A. pandellei*, *A. paucisquama*, *A. rufizona*, *Halictoides dentiventris*, *H. inermis*, *Lasioglossum costulatum*, *Melitta budensis*, *M. haemorrhoidalis*, *M. tricineta*, *Chelostoma distinctum*, *Ch. florisomne*, *Ch. foveolatum*, *Ch. fuliginosum*, *Hoplitis mitis*, *H. praestans* (всі види – вузькі олиголекти на *Campanula*).

Chenopodiaceae: *Colletes annulicornis* (монолект на *Horaninowia ulicina*).

Convolvulaceae: *Systropha curvicornis*, *S. planidens*, *S. popovi*, *S. ruficornis*, *Eremaphanta convolvuli*.

Cucurbitaceae: *Andrena florea* (вузький олиголект на *Bryonia*), *Ctenoplectra davidi* (монолект на *Thladiantha dubia*).

Dipsacaceae: *Andrena hattorfiana*, *A. marginata*, *Dasypoda braccata*, *D. spinigera*, *D. suripes*, *D. thoracica*, *Anthidium interruptum*, *T. pollinosa*, *T. scabiosae*; Ericaceae: *Colletes succinctus* (широкий олиголект – на *Calluna vulgaris*, часом на *Asteraceae*), *Andrena fuscipes* (монолект на *C. vulgaris*);

Fabaceae: *Colletes marginatus* (широкий олиголект), *Andrena aberrans* (монолект на *Cytisus ratisbonensis*), *A. gelriae*, *A. intermedia*, *A. lathyri* (вузький олиголект на *Lathyrus*, інколо на *Vicia*), *A. ovatula* (широкий олиголект), *A. wilkella*, *Melitturga clavicornis*, *M. praestans*, *Nomia diversipes*, *Rhopitoides canus*, *Melitta dimidiata*, *M. leporina*, *Anthidiellum strigatum*, *Chalicodoma derasa*, *Ch. ericetorum*, *Ch. flavipes*, *Ch. schnabli* (вузький олиголект на *Alhagi*), *Ch. stolzmanni*, *Hoplitis claviventris*, *H. fulva*, *H. loti* (вузький олиголект на *Lotus*), *H. princeps*, *H. ravouxi*, *H. tridentata*, *Kumobia tenuicornis*, *Megachile circumcincta*, *M. leucomalla*, *M. nitidicollis*, *M. saussurei*, *M. terminata*, *Osmia versicolor*, *O. xanthomelaena*, *Trachusa byssina* (вузький олиголект – на *Lotus*).

corniculatus, рідше на інших бобових), *Amegilla nigricornis* (вузький оліголект на *Alhagi*), *Anthophora altaica*, *A. fulvitaris*, *A. pedata* (вузький оліголект на *Astragalus*), *A. testaceipes*, *Eucera clypeata* (широкий оліголект), *E. interrupta* (широкий оліголект), *E. tuberculata* (широкий оліголект), *Tetralonia ruficollis*;

Lamiaceae: *Evylaeus clypearis*, *E. convexiusculus*, *E. longirostris*, *Rophites caucasicus*, *R. hartmanni*, *R. quinquespinosus*, *R. trispinosus*, *Clisodon furcatus*, *Paramegilla ireos* (монолект на *Phlomis tuberosa*);

Lythraceae: *Melitta nigricans* (монолект на *Lythrum salicaria*), *Tetralonia salicariae* (монолект на *Lythrum salicaria*);

Malvaceae: *Anthocopa serrilabris*, *Tetralonia distinguenda*, *T. macroglossa*;

Peganaceae: *Pararhophites orobinus* (монолект на *Peganum harmala*).

Primulaceae: *M.europaea* (= *M.labiata* auct.), *Macropis frivaldskyi*, *M.fulvipes* (вузькі оліголекти на *Lysimachia*);

Ranunculaceae: *Colletes punctatus* (монолект на *Nigella arvensis*), *Chelostoma maxillosum* (вузький оліголект на *Ranunculus*);

Rosaceae: *Andrena potentillae* (вузький оліголект на *Potentilla*);

Трофічна особливість конкретних бджолиних безумовно лягає в основу до осмислення поточного стану екосистеми. Так, наприклад, еталоном для степової зони у первинних біотопах є перевага числа видів-оліголеktivів з певною часткою полілеktivів і монолеktivів. Але, якщо у облікових виборках має місце абсолютна перевага полілеktivів, то це свідчить про руйнівну сукцесію у бік знищення біорізноманіття з відповідними наслідками для екосистеми в цілому. Таке явище притамане агроценозам, де вся апидофауна може бути заміщена єдиним видом – свійською бджолою, яка є вираженням полілеktivом і здатна запилювати більше 600 видів рослин (крім люцерни). Тоді виникає питання про зникнення в агроценозах диких полілеktivів в умові необмеженого трофічного ресурсу (посівні площі сільгоспкультур). Відповідь на це питання лежить в залежності існування диких бджіл буд-якого трофічного статусу від умов для гніздування.

Гніздування. Життєві цикли бджіл, як і в інших комах, пов'язані з проходженням стадії яйця, личинки, лялечки та імаго. Біологія бджіл своєрідна насамперед тому, що їм властива турбота про потомство, завдяки якій вони і стали найважливішими запилювачами квіткових рослин на Землі.

За способом гніздування бджоли поділяються на гніздобудуючих і клептопаразитів (що займають чужі гнізда, виганяючи або вбиваючи господаря). Гнізда за конструкцією мають видові ознаки, що дозволяє розглядати гніздування як один з засобів обліку бджолиних.

За місцем розташування і засобам розбудови гнізд бджоли поділяються на риючих у ґрунті, вигризаючих в рослинних матеріалах, розбудовуючих гнізда в готових порожнинах (щілини у каменях, мушлі молюсків тощо) і таких, що споруджують гнізда на відкрито.

Гніздо диких поодиноких бджіл складається з нечисленних комор, де поміщено харчову грудку, на якій розвивається личинка (рис. 4.7). У межах одного виду форма, розміри і орієнтація коморок зазвичай постійні.

Виводкова комірка являє собою невеликі порожнину, облаштовану так званими будівельними матеріалами, скріпленими секретами бджоли, що запобігають механічному пошкодженню, пліснявінню «продуктових хлібців», пересиханню і т.п. Матеріали, принесені в гніздо ззовні, можуть бути мінерального, рослинного і тваринного походження.

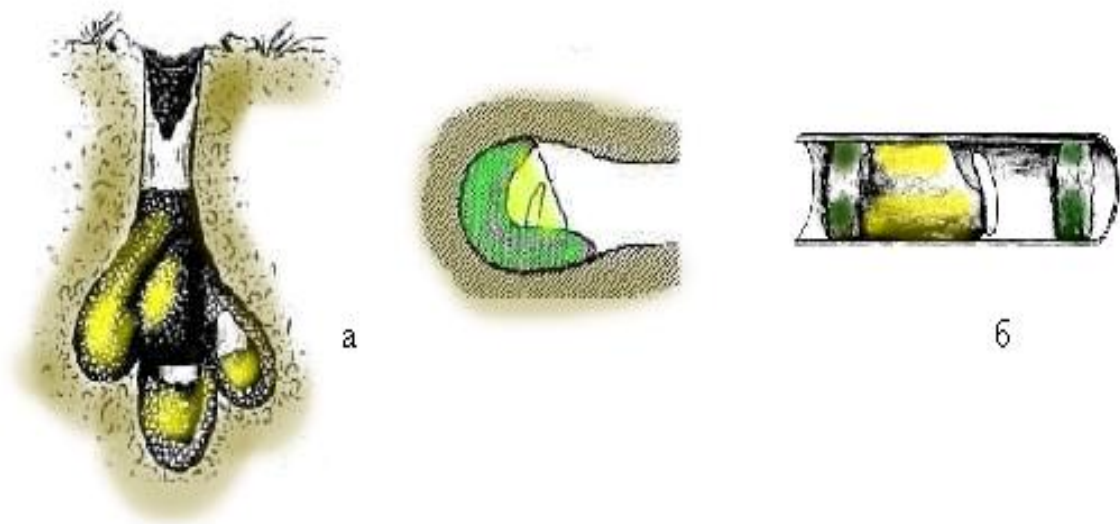


Рисунок 4.7 – Приклади гніздових коморок гнідобудуючих поодиноких бджолиних: а – ґрунтове гніздування; б – у стеблах рослин (за [182] із змінами)

До числа мінеральних матеріалів відносяться ґрунтовий пил (наприклад, у *Stenoplectra* і *Tetrapedia*), грудочки бруду (*Osmia rufa*), камінчики, піщинки (наприклад, у більшості видів *Chalicodoma*) і т.п. З рослинних матеріалів бджолами використовуються волокна рослин, сформовані у вигляді вати (наприклад, у *Anthidium* і *Paranthidiellum*), пережуване листя, або так звана листяна мастика (наприклад, у *Osmia coerulescens*), вирізані шматочки листя або квіткових пелюсток (*Megachile* і деяких *Anthocopa*), рослинні смоли (у *Heriades* і багатьох *Euglossinae*), рослинні масла, шматочки кори і т.д. Серед матеріалів тваринного походження зазначено використання окремими видами *Euglossinae*, зокрема *Eulaema nigrita*, екскрементів тварин, які вони змішують зі смолою.

Комірки у бджіл достатньо різноманітні за формою: еліпсоїдні (у всіх *Halictinae*, більшості *Andrenidae*, *Oxaeidae* і *Melittidae*), кулькоподібні (у *Rophitinae*), бочонкоподібні (у багатьох *Anthophoridae*, деякі *Megachilidae* та

Apidae), циліндричні (у багатьох *Colletidae*, *Megachilidae* и деякі *Anthophoridae*), куполоподібні верхові (у *Bombus*), яйцеподібні (у деяких *Euglossinae* та *Meliponinae*) і призматичні (у *Apis*).

Крім того, у багатьох бджіл, що поселяються в готових порожнинах, зокрема у ряду відів *Hyaleus* и у *Megachilinae*, комірки нерідко гетероморфні и можуть мати геометрично неправильну форму. Вхідну часть (гирло) осередки самки, як правило, роблять звуженою у вигляді горлечка, або «коміра». За орієнтацією в просторі вони поділяються на горизонтальні, похилі і вертикальні. При цьому вертикальні і похилі комірки, як правило, звернені своїми горлечками вгору. Тільки у деяких *Xylocorinae*, а також в окремих випадках у *Megachilinae*, коли вони поселяються в похило орієнтованих порожнинах, горлечка розміщені вхідними отворами вниз, дно комірок, навпаки, розташовується зверху.

Для більшості гніздобудуючих бджіл характерні гнізда, вириті в ґрунті (*Andrena*, *Halictidae*). Гнізда риють, розпушуючи ґрунт мандибулами і переміщаючи її передніми ногами. У процесі викопування гнізда бджола періодично виносить скупчену ґрунтову грудку на поверхню. Причому, пагорбок має видові ознаки (рис. 4.8), що дозволяє здійснювати облік гніздилищ геобіонтів при моніторингових спостереженнях.

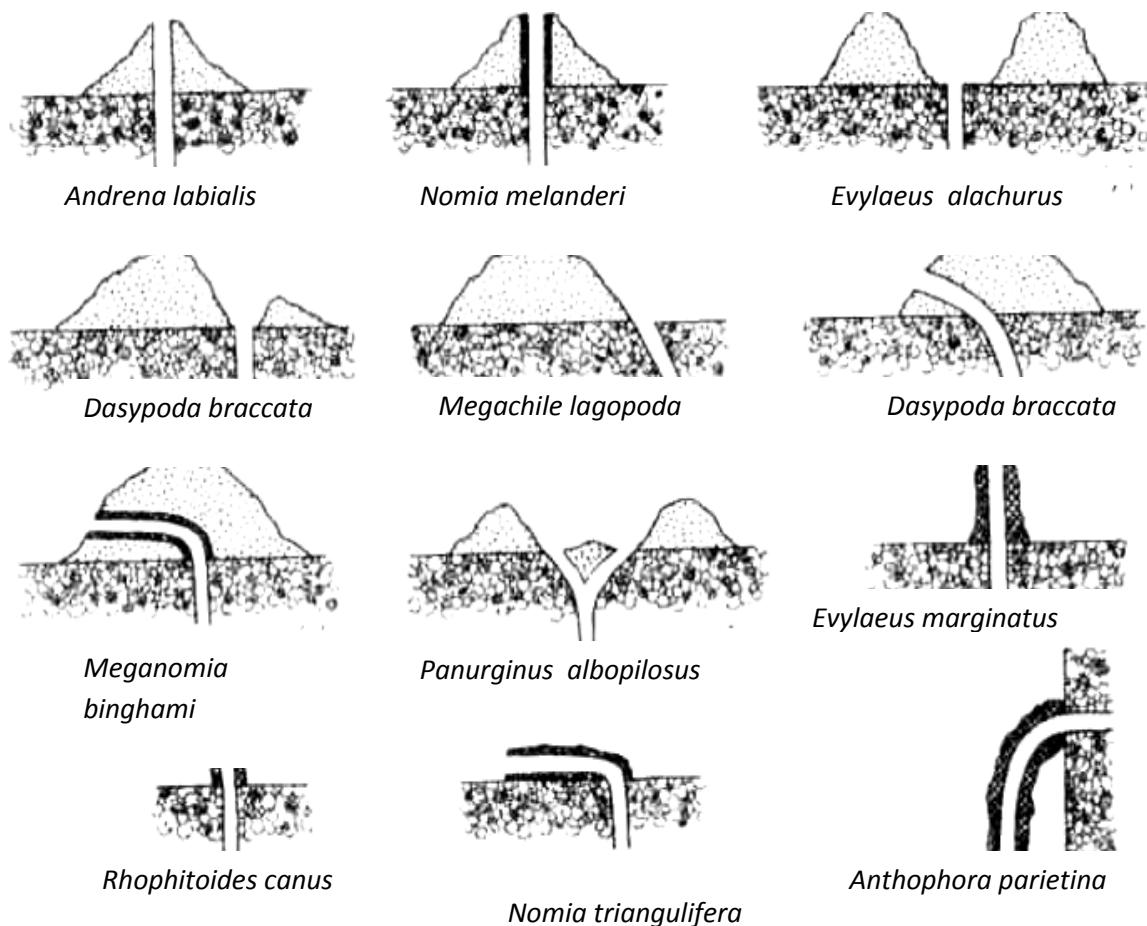


Рисунок 4.8 - Гніздові горбки і трубки геофільних бджолиних з видовою ознакою

У окремих випадках для розм'якшення дуже щільною ґрунту приносять воду в зобиках. Більшість видів бджіл віддають перевагу ґрунтам певного типу та ступеню ущільненості. Істотне значення при виборі бджолою місця для будівництва гнізда мають рельєф поверхні ґрунту, експозиція схилів, наявність і густота рослинного покриву, вологість ґрунту і ряд інших факторів.

Гнізда, вигризені в стеблах або у стовбурах, відрізняються за структурою матеріалу. Рослинні матеріали, в яких бджоли влаштовують свої гнізда, можна розділити на 3 групи: 1) гнила розкладена деревина, за структурою слабо відрізняється від ґрунту; 2) м'якотілі стебла трав'янистих і чагарникових рослин; 3) трухлява деревина, що зберегла волокнисту структуру; 4) щільна деревина (в основному стовбури висушлих дерев). У 1-й групі матеріалів переважно будують гнізда представники триби *Augochlorini* та окремі *Halictini*.

З другою групою матеріалів пов'язана найбільша кількість видів, з числа мешкаючих в рослинному субстраті. Так, в м'якотілих стеблах рослин (рогозу, малини, ожині, коров'яку і т.п.) і в м'якій трухлявій деревині вигризають гнізда багато видів *Hylaeinae*, *Megachilidae*, *Xylocopinae*, *Clisodon* (*Anthophorinae*) і деякі *Exomalopsini*. Зазвичай вони віддають перевагу зламаним або тріснутих стеблам, що забезпечує прямий доступ до м'якої серцевини і полегшує початок будівництва гнізда, оскільки позбавляє самку від необхідності прогризати більш щільні зовнішні шари стебла. Крім вигризання гнізд в цільних рослинних матеріалах, окремі самки використовують і пустотілі стебла рослин, в яких вони все ж згризають тонкий шар стінок, чим відрізняються від бджіл, що влаштовують гнізда в повністю готових порожнинах. Нарешті, в щільній деревині здатні видовбувати гнізда лише деякі *Xylocopa*, яких називають ще «бджолами-теслярами». Випадки поселення в щільній деревині зареєстровані і для окремих видів *Lithurge* (*Megachilidae*), зокрема *L. fuscipenne*, хоча зазвичай ці бджоли віддають перевагу більш м'яким матеріалам – трухлявій деревині, в гали і т.п. Можливість будівництва гнізд в щільних матеріалах досягається за рахунок дуже потужних мандибул. Гнізда в готових порожнинах. Досить великим таксономическим різноманіттям характеризується група видів, що будують гнізда в готових порожнинах. До них відносяться всі вивчені *Xeromelissinae*, *Ctenoplectridae*, більшість *Megachilinae*, багато *Hylaeinae* і *Apidae*, деякі *Colletes* (*Colletinae*), *Tetrapediini*.

В якості порожнин бджоли найчастіше використовують ходи комах-ксілофагів в деревині, пустотілі стебла рослин, порожнечі під корою, старі ходи гнізд інших видів бджіл, а іноді й ос, тріщини в каменях і інші щілиноподібні порожнини в різних матеріалах. Діаметр порожнин зазвичай відповідають ширині тіла самиць однак при недоліку підходящих місць для спорудження гнізд окремі особини можуть використовувати

порожнини, розміри яких значно більше оптимальних або трохи менше. Деякі бджоли виявляють сталість у виборі порожнин.

Будівництво гнізд на відкритих місцях відомо лише для *Megachilidae* і *Apidae*. Такі гнізда розташовуються на каменях, стеблах, а іноді і листі рослин. Деякі *Bombus* і *Euglossinae* влаштовують гнізда на поверхні. Ті види *Megachilinae*, які поселяються на відкритих місцях, як правило, використовують міцні, стійкі до несприятливих погодних умов матеріали, такі як глина і камінчики, скріплені смолою або секреторними речовинами. Гнізда вони ліплять за допомогою мандибул, за що отримали назву «бджіл-лепівниць».

До числа бджіл-лепівниць можна віднести і ряд представників *Euglossinae*, які також ліплять гнізда на відкритих місцях переважно з рослинних смол або їх суміші з ґрунтом. Інші в якості будівельного матеріалу в основному використовують віск. При цьому від несприятливих погодних умов їх гнізда на відкритих місцях захищені куполом, зазвичай споруджуються з рослинних матеріалів.

Більшість бджіл є поодинокими. Кожна самка будує власне гніздо, навіть якщо багато інших поблизу утворюють агрегацію гнізд. Після завершення споруди самка закриває вхід в гніздо (засипає ґрунтом, виготовляє пробку та ін.). Самки деяких поодиноких видів здатні побудувати кілька гнізд за сезон.

Для *Nomiinae* і *Halictinae* характерний одиночний субсоціальний спосіб життя (субсоціальна колонія), при якому самка охороняє гніздо і очікує появи нащадків.

Істинна соціальність (еусоціальність) відома у *Halictini* (*Halictidae*). Дорослі члени еусоціальної колонії належать до різних генерацій (як правило, до двох - мати і дочки), виконують у гнізді різні функції і відповідно до цих функцій розділені на касты (репродуктивна самиця і самиці-робітники). У разі загибелі засновниці її може замінити інша самиця з числа робітників.

Фенологія, вольтінність. У активний період поодинокі бджолині мають два основних фенологічних класи:

- моновольтинні;
- полівольтинні.

В степовій та лісостеповій зонах до моновольтинних відів відноситься не менше половини відів поодиноких бджіл. За періодами їх льоту вони розподілені на умовні групи - ранньовесняні види, весняно-раннелітні, літні, пізньолітні, види з розтягнутим періодом льоту.

Ранньовесняні види – це такі як *Colletes cunicularius*, *Andrena haemorrhoa*, *A. helvola*, *A. taraxaci*, *A. varians*, *Osmia cornuta*, *O. rufa*, *Tetralonia vernalis*, *Anthophora plumipes*. Майже всі вони полілектичні, зазвичай з тривалим розвитком преімагінальних фаз. У ранньовесняних відів зазвичай зімує імаго, що не вийшло з коконів.

До числа весняно-раннелетніх (зокрема, в степовій зоні літаючих в травні-червні) відносяться багато моновольтінних видів з різних родів: *Andrena figurata*, *A. humilis*, *A. truncatilabris*, *A. wilkella*, *Panurginus sculpturatus*, *Epimethea samarcanda*, *Chelostoma maxillosum*, *Megachile circumcincta*, *Metallinella brevicornis*, *Tetralonia altetrans*, *T. hungarica*, *T. tricineta*, *T. velutina*, *Eucera caspica*, *E. curvitaris*, *E. sogdiana*, *Clisodon furcatus*, *Anthophora erschowi*, *A. radoszkowskyi*, *A. retusa* та ін. Значний частина цих видів є оліголектами.

Ще більше оліголектів визнано серед літніх видів: *Colletes nasutus*, *Andrena curvungula*, *Melitturga clavicornis*, *Panurgus calcaratus*, *Panurginus labiatus*, *Camptopoeum frontale*, *Halictoides dentiventris*, *Nomia diversipes*, *Rhophitoides canus*, *Rophites quinquenspinosus*, *Systropha curvicornis*, *Melitta tricineta*, *Dasypoda altercator*, *Macropis europaea*, *Lithurge fuscipenne*, *Anthidium interruptum*, *Icteranthidium laterale*, *Trachusa byssina*, *Stelis breviscula*, *Chelostoma foveolatum*, *Heriades truncorum*, *Hoplitis adunca*, *Anthocopa papaveris*, *Ammobates vinctus*, *Ammobatoides abdominalis*, *Pasites maculatus*, *Blastes brevicornis*, *Epeolus coecutiens*, *Tarsalia hirtipes*, *Tetralonia pollinosa*, *Melissina nigriceps*, *Amegilla ochroleuca*, *Anthophora pubescens*, *Paramegilla podagra*, *Heliophila bimaculata*, *Thyreus histrionicus*.

Група пізньолітніх видів в степовій зоні містить всього 6 видів, виключно оліголектів: *Andrena marginata*, *Dasypoda braccata*, *D. suripes*, *Melitta nigricans* і *Tetralonia salicaria*, *Andrena colonialis*.

Для бджіл і їх розплоду, що знаходиться в ґрунті або порожнинах рослин, більш сприятлива помірно-посушлива погода, тому що менше розвиваються гнильні процеси в запасах корму, стінках виводкових комірок і на самих личинках бджіл. У помірно-посушливий період йде інтенсивніше виділення нектару квітками більшості рослин, вище концентрація цукрів в ньому, а отже, привабливість і поживність для бджіл. Сухий пилок рослин придатніший як для перехресного запилення рослин бджолами, так і для запасання на харч. Пилкові зерна в суху погоду повільніше проростають, що підвищує ефективність запилення рослин. У той же час сухі і жаркі роки з посушливим літом несприятливі для бджіл, оскільки скорочується період цвітіння рослин, харчування, а отже, період запасання бджолами корму для личинок, що в результаті сприяє скорочення популяцій одиночних бджіл, а особливо більш вологолюбних джмелів.

Оптимальними погодними умовами для розвитку всіх видів бджіл є помірно-сухі роки; для джмелів - помірно-теплі і холодні з сухою погодою. Ці відмінності пояснюються більшою ксерофільних одиночних бджіл, а джмелів - мезофільні. У спекотні посушливі і прохолодні роки чисельність бджіл та джмелів має тенденцію до зниження. У роки з близьким до норми атмосферними опадами і температурами чисельність бджіл має тенденцію до наростання [183].

Виходячи з вищевикладеного про поодиноких бджолиних, мається на увазі, що мова йде про великий таксон екологічних генералістів, серед яких

є чимало видів, спеціалізованих не тільки за харчуванням на певних рослинах, але і засобом гніздування. Іншими словами структура даного таксоцену майже в повній мірі здатна відбивати якісну структурну організацію біотопів [184]. Але існує ще один фактор кількісного характеру – це ступінь елімінації бджолиних їх паразитоїдами.

На бджолах паразитує і хижачить величезне число видів різноманітних організмів. В даний час найбільш докладно вивчені лише вороги і хвороби медоносної бджоли, джмелів а також двох штучно розведених запилювачів люцерни - *Megachile rotundata* і *Nomia melanderi*. Для більшості інших видів бджіл є лише розрізнені відомості і невеликі зведення, хоча вони свідчать, що, як правило, різним бджолам шкодять представники одних і тих же груп організмів (рис. 4.8).

На бджолах, що поселяються в готових порожнинах або вигризують гнізда в рослинних матеріалах, паразитують ряд мікроскопічних хальцідоїдних їздців таких як - еулофіди (*Eulophidae*) з роду *Melittobia*, зокрема *M. Acasta*. Самки цих паразитів пробираються до гніздової комори господаря, прогризаючи отвір у стінці або кришці. Тут вони живляться гемолімфою личинки бджоли, яка виступає з проколів яйцекладом при паралізації. Яйця відкладаються на паралізовану личинку або лялечку бджоли. Личинки паразита знищують дорослих личинок і лялечок бджіл. На одній особині хазяїна здатні розвинути понад 100 личинок паразита.

Ектопаразитами бджіл родини *Megachilidae* є їдці-іхневмоніди (*Ichneumonidae*) з підродин *Cryptinae* і *Pimplinae*. Вони відкладають яйця на дорослих личинок бджіл, проколюючи стінки їх коконів.

Вespoїдні оси роду *Sapyga* (родина *Sapygidae*) є клептопаразитами в гніздах бджіл родини *Megachilidae*. Самка оси зазвичай відкладає декілька яєць в заповнену кормом коморку. Перша личинка паразита вбиває яйце господаря і поїдає запасений корм.

Двокрилі, що паразитують в гніздах бджіл - мухи-дзижчала (*Bombyliidae*) –відкладають яйця у вхідний отвір гнізда або біля нього. Відроджені личинки цих мух самі добираються до осередків бджоли, де поїдають яйця та інші преімагінальні фази господаря, але можуть харчуватися і хлібцем, запасеним бджолою для личинки.

Риючі оси (*Sphecidae*) *Palarus variegatus*, «бджолині вовки» - *Philanthus triangulum* і *Ph.bicinctus*, оси роду *Cerceris* (*C.ornata* і *C.rybiensis*) фуражують бджіл з різних родів для годівлі своєї молоді. Вони ловлять бджіл на квітках і інактивують їх, жалячи і кусаючи в горло, після чого поглинають мед з зобика. Вбита бджола надалі транспортується в гніздо і запасється в гніздову коморку оси.

На дорослих бджіл полюють також багато павуків, особливо з родин *Araneidae* і *Thomisidae*, що чекають жертву на квітках, а також личинки і імаго жуків - скакунів (*Carabidae*) *Cicindella haemorrhogica* і *C.imperfecta*, бабки і богомоли, деякі види птахів, в зокрема золотиста і зелена щурки, осоїд, велика синиця, ворони та ін.

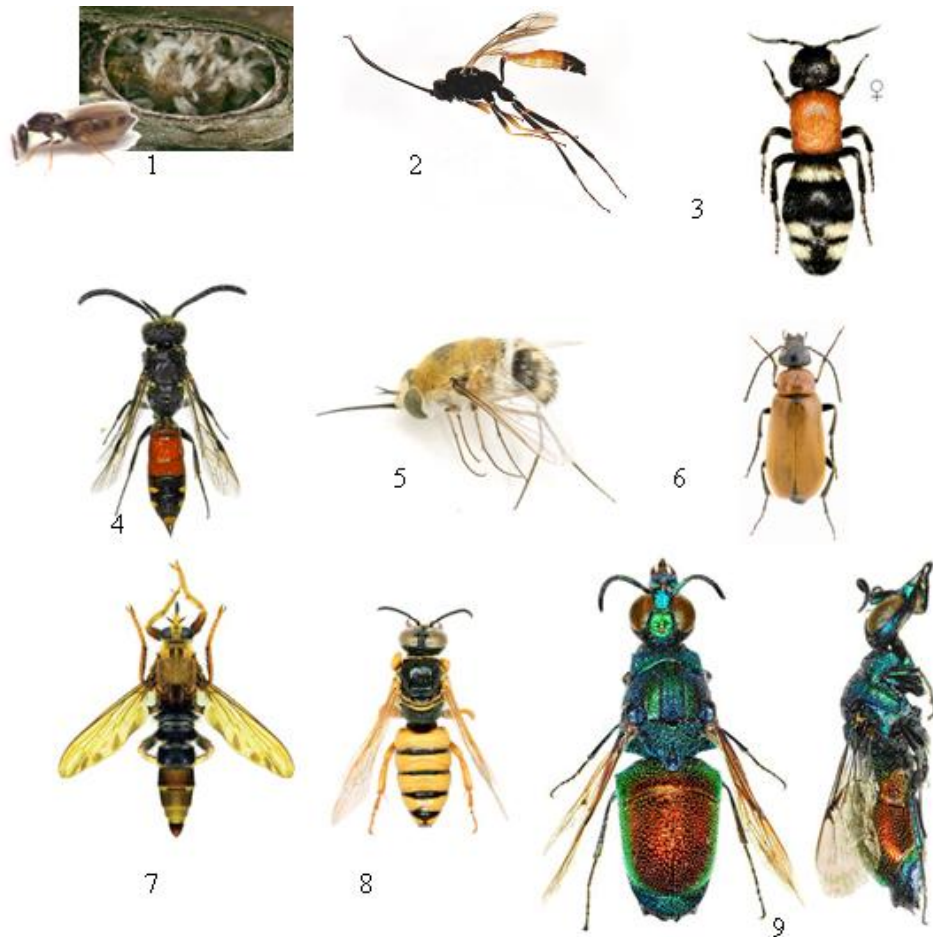


Рисунок 4.8 – Представники деяких систематичних груп паразитів, паразитоїдів, хижаків бджолиних: 1 - *Melittobia acasta* (Chalcidoidea); 2 - *Aritranis imitator* (Ichneumonidae); 3 - *Mutilla europaea* (Mutillidae); 4 - *Sapyga quinquepunctata* (Sapygidae); 5 - *Heterostylum robustum* (Bombyliidae); 6 - *Zonitis nana* (Coleoptera, Meloidae); 7 - *Asilus crabroniformis* (Diptera, Asilidae); 8 - *Palarus variegatus* (Sphecidae); 9 - (Chrysididae)

Особливе місце серед паразитоїдів бджолиних займають оси-блестянки (*Chrysididae*). Суть їх розвитку полягає в тому, що вони, як і інші паразитоїди, відкладають свої яйця в середину комірок хазяїна і відроджені личинки оси харчується личинкою бджоли. Цим вони не відрізняються від паразитоїдів інших систематичних груп. Особливістю вважається вагомий ступінь адаптацій по відношенню до своїх хазяїв – бджолиних з різними типами гніздування, фенологією, біотопічним розподілом тощо. В цілому ці параметри екології бджолиних дуже тісно сполучені з такими ос-блищавок. Тобто, польові екологічні оцінки в одноковій мірі споріднені у цих двох

групах. Також однакові методики обліків та спостережень. І головне: ця група спостерігається нами з 70-х років минулого сторіччя разом з такою невід'ємною частиною їх екології – хазяями з бджолиних, веспоїдними та риючими осами. З цієї точки зору залучення накопичених даних про хазяїно-паразитні відношення бджіл та хризидід до оцінки стану екосистеми басейну Куяльницького лиману та розбудови відповідного моніторингу цілком виправдане. Таким чином, мається на увазі, що мова йде про великий таксон екологічних генералістів, серед якого є чимало видів, спеціалізованих до харчування тільки на певних рослинах. Крім того, залежність від середовища проживання підтримується не тільки харчуванням, але і гніздування. Іншими словами структура даного таксоцену здатна відбивати структурну організацію біотопів. Важливим також є також додаткова обставина: бджолині в повній мірі відповідають вимогам щодо індикаторів біорізноманіття.

Структурні параметри індикаторного таксоцену бджолиних за відношенням до комплексу діючих факторів

Основним критерієм оцінок в цій частині нашої роботи було виявлення співвідношень видів, які представляють різні екологічні типи. Зміни в наземній екосистемі Куяльницького лиману порівнювалися за осередненими даними 2005-2008 рр. та за 2012 р. Вибірki здійснювалися згідно фенологічним періодам: весняний (квітень-травень), літній (червень-липень), пізньолітній (серпень-вересень).

За результатами вибірок аналізувалося співвідношення числа видів за відношенням до гідротермічного режиму: мезофілів (пристосовані до існування в помірних умовах температури, зволоження), мезо-ксерофілів (займають проміжне положення), ксерофілів (пристосовані до існування в умовах нестачі вологи – степу, пустелі, напівпустелі). Даний показник вказує на мезокліматичні зміни в екосистемі. На тлі мезокліматичних умов розглядалося співвідношення видів за біотопічним розподілом (вибір біотопу визначається способом гніздування, звідси діапазон способів гніздування вказує на біотопічне різноманіття екосистеми).

Співвідношення видів за типом трофіки вказує на різноманітність антофільні флори. При цьому чим більша питома вага монолектів і оліголектів – тим стабільніше стан екосистеми.

При першому порівнянні складу апідофауни в попередні роки і станом на 2014 р. звертає на себе увагу різке зменшення загального числа видів. З рис. 4.9 видно, що станом на 2012 р. зникло більше 70 % видового складу. Такого роду зміни для провідного компонента біоти всього за кілька років вже відносяться до розряду катастрофічних і вимагають встановлення їх реальних причин.

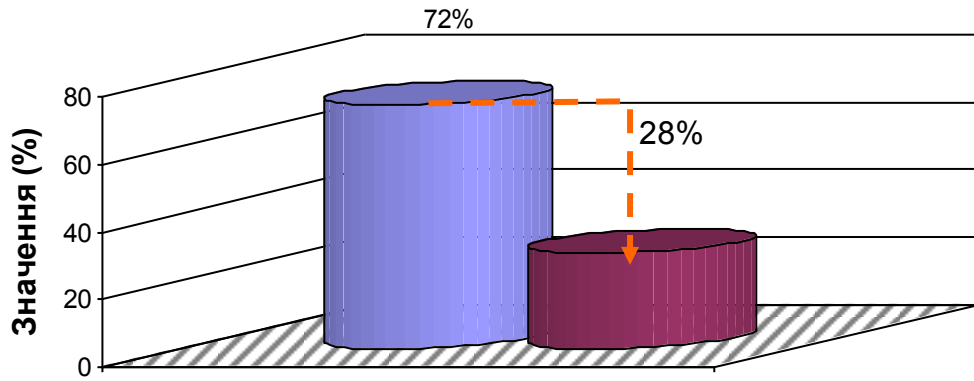


Рисунок 4.9 - Залишкова апідофауна (кількість видів%) екосистеми Куяльницького лиману станом на 2014 р

Для з'ясування причин були задіяні параметри співвідношень видів за показниками комплексів видів певного екологічного стандарту (табл. 4.2).

Гідротермічний тип комплексу видів (Гт) має в своєму складі три групи видів: ксерофіли (ks) – тип екстремофілів, адаптованих до умов високої сухості повітря в поєднанні з високою температурою; мезофіли (mph) – тварини, пристосовані до життя в умовах середньої вологості повітря і ґрунтів; мезо-ксерофіли (mph-ks) – займають проміжне положення.

За зональним розподілом (приуроченість сполучена з гідротермічною адаптацією) виділяються: лісостепові (лс), степові (ст), полізональні (пз). Ксерофільний комплекс складають степові види, мезофільний – полізональні, мезо-ксерофільний – лісостепові.

Ці ж характеристики в певній мірі обумовлюють сезонні періоди льоту бджолиних, на основі чого серед них визначаються фенологічні типи (Фт): весняні (вс) – квітень-травень, раньолітній (рл) – червень, літні (лт) – липень, пізньолітній (плт) – серпень-вересень. Період льоту часто сполучений з типом розвитку (Тр): моновольтинний (mv) – одна генерація на рік; бівольтинний (bv) – дві генерації; полівольтинний (pv) – більше двох генерацій. Моновольтинні види мають виражену гідротермічну залежність, тому вони активні лише в ті сезонні періоди, коли навколишні умови відповідають їх екологічному стандарту. Наприклад, мезофіли в більшості – це весняні або пізньолітні угруповання моновольтинних видів, ксерофіли – приурочені до посушливих періодів з середини літа і можуть бути бівольтинними або полівольтинними тощо.

За біотопічним розподілом (приуроченість до певного біотопічного виділу екосистеми, яка обумовлюється наявністю в них тих абіотичних умов, до яких адаптований вид) визначені наступні градації типових біотопів (Тб): горизонтальна поверхня ґрунту (рп), схили (сх), ярово-балкові (яб), евритопні

Таблиця 4.2 - Характеристика апідокомплексів Куяльницького лиману за екологічним стандартом видів: Гт – гігротермічний тип (ks - ксерофіл, mph – мезофіл, mph- ks – мезо-ксерофіл); Тф – трофіка (ml - монолект, pl – полілекти; ol- оліголекти); Тр – тип розвитку (mv - моновольтинний, bv – бівольтинний, pv - полівольтинний); Фт – фенологічний тип (еф - ефемероїд, рл – раньолітній, лт – літній, плт – пізньолітній), Стг– стаціональний тип гніздування (пг – плакорний геофіл; суг – схилово-урвищний геофіл; хб – хортобіонт; т-ксіб – тамноксидобіонт; лп – лепнинник, пр – порожнини різних субстратів); Тб – типовий біотоп (рп – рівна поверхня ґрунту, сх – схили, у- урвища, яб – ярово-балковий, чг – чагарники, ет - евритопний); Зт – зональний тип (лс – лісостеповий, ст – степовий, пз – полізональний, ут - урботолерантний).

Таксономічна належність	Гт	Тф	Трофіка	Тр	Фт	Стг	Тб	Зт	до 2012р	2012р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Родина <i>Colletidae</i>										
<i>Colletes punctatus</i> <i>Mocs</i>	ks	ml	виключно чорнушки польової (<i>Nygella arvensis</i>)	mv	л	пг	сх	ст	+	–
<i>Colletes cunicularius</i> (<i>Linnaeus</i>)	mph	pl	<i>Fabaceae</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Asteraceae</i> та ін.	mv	еф	пг	сх	пз	+	+
<i>Colletes (C.) marginatus</i> S m	mph-ks	pl	<i>Fabaceae</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Asteraceae</i>	mv	лт	пг	сх	пз	+	–
<i>Colletes (C.) mlokoszewiczii</i> R a d.	ks	pl	<i>Fabaceae</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Cucurbitaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i>	л-пл	bv	пг	сх	ст	+	+
<i>Colletes hylaeiformis</i> <i>Eversmann</i>	ks	ml	<i>Eryngium planum</i> (<i>Umbelliferae</i>)	mv	плт	пг	сх	ст	+	–
<i>Colletes nasutus</i> Sm	mph-ks	ol	<i>Vicia villosa</i> , <i>Trifolium</i> , <i>ambiguum</i> , <i>Symphytum officinale</i>	mv	лт	пг	сх	ст	+	–

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Родина <i>Prosopinae</i>										
<i>Prosopis (Abrupta) cornuta</i> Sm.	mph-ks	ol	<i>Brassicaceae, Euphorbiaceae</i>	bv	лт	хб	яб	пз	+	—
<i>Prosopis (Navicularia) variegata</i> F	ks	pl	<i>Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae</i>	bv	лт	хб	сх	ст	+	+
<i>Prosopis (P.) pratensis</i> Geoff ²	ks	pl	<i>Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae</i>	bv	лт	хб	сх	ст	+	+
<i>Prosopis (Dentigera) brevicornis</i> Ny 1	mph	pl	<i>Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae</i>	bv	лт	хб	сх	пз	+	—
<i>Prosopis pictipes</i> Nyl	mph-ks	pl	<i>Fabaceae, Euphorbiaceae</i>	bv	плт	хб	яб	пз	+	—
Родина <i>Andrenidae</i> F.										
<i>Andrena (Chlorandrena) taraxaci</i> Gir.	mph	ol	<i>Taraxacum officinale, Tragopogon, Lagoseris macrantha</i>	mv	еф	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena (Orandrena) oralis</i> F. Моґ.	mph	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	вс	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena (Lepidandrena) curvungula</i> Thorns	mph	ol	<i>Campanulaceae (Campanula, Lavatera, Veronica, Potentilla)</i>	mv	рл	пг	яб	лс	+	—
<i>Andrena (Lep.) florivaga</i> Eversm.	mph-ks	ol	<i>Campanulaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	—

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Andrena (Ulandrena) abbreviate</i>	mph-ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena (U.) elegans Gir.</i>	mph-ks	ol	<i>Asteraceae, Achillea, Melilotus</i>	bv	рл	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena (Nobandrena) nobilis F. Mor</i>	mph-ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	вс	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena (N.) anatolica Alf.</i>	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena (N.) flavobila War.</i>	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	вс	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena truncatilabris F. Mor.</i>	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	яб	ст	+	—
<i>Andrena hattorfiana (F.)</i>	mph-ks	ml	свербіжниця (<i>Knaulia arvensis</i>)	mv	рл	пг	яб	пз	+	—
<i>Andrena (Scitandrena) scita Eversm.</i>	mph-ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	суг	яб	ст	+	+
<i>Andrena (Melanapis) fuscata Erichs</i>	ks	ol	<i>Brassicaceae, Fabaceae, Valerianoideae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena (Plastandrena) tibialis (Kby.)</i>	mph-ks	pl	більше як 100 видів рослин	bv	рл	пг	сх	пз	+	+
<i>Andrena (Pl.) bimaculata (Kby.)</i>	mph	pl	більше як 100 видів рослин	bv	рв-рл	пг	ет	пз, ут	+	+
<i>Andrena (Pl.) carbonaria (L.)</i>	mph-ks	pl	50 видів рослин з 19 родин	bv	рв-пл	пг	ет	пз, ут	+	+
<i>Andrena (Micrandrena) minutula (Kby.)</i>	mph-ks	pl	більше 100 видів різних родин	bv	рв-пл	пг	ет	пз, ут	+	+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Andrena</i> (<i>Micrandrena</i>) <i>tringa</i> War.	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena enslinella</i> <i>Stftckhert</i>	ks	ol	<i>Brassicaceae, Umbelliferae</i>	bv	рл-пл	пг	яб	ст	+	+
<i>Andrena</i> (<i>Graecandrena</i>) <i>graecella</i> War.	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena</i> (<i>Aciandrena</i>) <i>aciculata</i> F. Mor.	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	bv	вс-л	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena</i> (<i>Cordandrena</i>) <i>cordialis</i> F. Mor.	mph- ks	ol	<i>Brassicaceae, Umbelliferae</i>	bv	вс-л	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena</i> (<i>Aen.</i>) <i>bisulcata</i> F. Moz.	mph- ks	ol	<i>Brassicaceae, Umbelliferae</i>	bv	рл	пг	сх солон ці	ст	+	+
<i>Andrena</i> (<i>Parandrenella</i>) <i>figurata</i> F. Moz.	ks	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena</i> (<i>Biareolina</i>) <i>haemorrhoea</i> (F.)	mph- ks	pl	більше як 100 видів рослин	mv	рв	пг	яб	пз	+	—
<i>Andrena</i> (<i>Poliandrena</i>) <i>limbata</i> Eversm.	mph- ks	ol	<i>Campanulaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	—
<i>Andrena</i> (<i>Campylogaster</i>) <i>erberi</i> F. Mor	ks	ol	<i>Euphorbiaceae, Umbelliferae,</i> <i>Asteraceae</i>	bv	в-пл	пг	сх	ст	+	+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Andrena (Holandrena) labialis (Kby.)</i>	mph-ks	pl	більше як 100 видів рослин	mv	рл	пг	сх	пз	+	–
<i>Andrena (Hoi.) variabilis Sm.)</i>	ks	pl	більше як 100 видів рослин	bv	л-пл	пг	сх	ст	+	+
<i>Andrena (Zonandrena) flavipes Panz.</i>	еб	pl	більше як 100 видів рослин	bv	л-пл	пг	ет	пз	+	+
<i>Andrena (Taeniandrena) ovatula (Kby.)</i>	mph-ks	ol	<i>Fabaceae</i>	bv	л-пл	пг	сх	пз, ут	+	+
<i>Andrena humilis Imhoff</i>	еб	pl	більше 100 видів різних родин	bv	л-пл	пг	ет	пз	+	+
<i>Andrena (Mel.) vaga Panz</i>	mph	ol	<i>Salix, Ficaria verna, Spirea, Cerasus vulgaris, Taraxacum officinale</i>	mv	рв	пг	сх	пз	+	–
<i>Andrena (Euandrena) bicolor F.</i>	mph	pl	13 родин	mv	рв	пг	сх	пз,ут	+	–
<i>Andrena (Thysandrena) hypopolia Schmied.</i>	mph-ks	pl	резедових, губоцвітних, бобових, хрестоцвітних	bv	л	пг	ет	пз	+	+
<i>Andrena (Simandrena) dorsata (Kby.)</i>	еб	pl	14 родин кормових рослин	bv	л	пг	ет	пз	+	+
Родина <i>Panurginae</i>										
<i>Panurginus Iactipennis Friese</i>	ks	ol	виключно <i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	сх	ст	+	–
<i>Panurginus labiatus (Eversm.)</i>	mph-ks	ol	виключно квітки <i>Brassicaceae</i>	mv	л	пг	сх	пз	+	–

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Panurginus sculpturatus</i> F. Mor.	mph-ks	ol	виключно квітки <i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пг	яб	ст	+	—
<i>Panurgus calcaratus</i> (Scop.)	еб	ol	виключно квітки <i>Asteraceae</i>	mv	л	пг	ет	пз,ут	+	—
Родина <i>Halictidae</i>			більше 100 видів різних родин							
<i>Halictus maculatus</i> Smith	mph-ks	pl	більше 100 видів різних родин	bv	л	пг	сх	пз	+	+
<i>Nomioides minutisslma</i> Hossi	mph-ks	pl	більше 100 видів різних родин	mv	л	пг	яб	пз	+	+
<i>Nomioides variegata</i> Oliv.	ks	pl	більше 100 видів різних родин	mv	л	пг	сх	ст	+	—
<i>Nomia diversipes</i> Lair.	mph-ks	ol	<i>Fabaceae</i>	bv	л-пл	пг	сх	пз	+	—
<i>Nomia femoralis</i> Pallas	mph-ks	pl	більше 100 видів різних родин	mv	л	пг	сх	пз	+	—
<i>Rhophites trispinosus</i> Perez	ks	pl	більше 100 видів різних родин	bv	л-пл	пг	яб	ст	+	+
<i>Rophitoides canus</i> Eversin.	mph-ks	ol	<i>Fabaceae</i>	bv	л-пл	пг	сх	пз	+	—
<i>Syslropha planidens</i> Gir.	mph-ks	ol	<i>Convolvulus.</i>	mv	рл	пг	яб	пз	+	—
Родина <i>Melittidae</i>										
<i>Melitta budensis</i> (Mocsary)	ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пг	яб	ст.	+	+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Melitta leporina</i> (Panzer)	mph- ks	ol	<i>Fabaceae</i>	bv	л-пл	пг	сх	пз	+	—
<i>Dasypoda argentata</i> (Panzer)	ks	ml	кв. <i>Scabiosa</i>	mv	л	гу	сх	сн	+	—
Родина <i>Anthophoiudae</i>										
<i>Tetralonia gungarica</i> Giese	ks	pl	<i>Asteraceae, Fabaceae,</i>	bv	л-пл	пг	сх	ст	+	+
<i>Tetralonia pollioosa</i> Lep.	ks	pl	<i>Asteraceae, Lentibulariaceae</i>	bv	л-пл	пг	сх	пз	+	+
<i>Amegilla ulbigena</i> Lep.	ks	pl	<i>Asteraceae</i>	mv	пл	пр	у	ст	+	+
<i>Amegilla ochroleuca</i> Perez	mph- ks	pl	<i>Asteraceae</i>	mv	пл	пл	у	ст	+	—
<i>Anthophora pedata</i>	mph- ks	ol	<i>Astragalus</i>	mv	л	пг	сх	ст	+	—
<i>Anthophora testaceipes</i> F. Moz.	mph- ks	ol	<i>Fabaceae</i>	mv	л	пг	яб	ст	+	—
<i>Anthophora fulvitaris</i> Brulle	ks	ol	<i>Fabaceae</i>	mv	л	пг	сх	ст	+	—
Родина <i>Megachilidae</i>										
<i>Lithurgus cornutum</i> (Fabricius)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	т-ксіб	яб	пз	+	—
<i>Chelostoma proximum</i> (Schlett)	ks	ml	<i>Convolvulus</i>	mv	рл	т-ксіб	яб	ст	+	+
<i>Heriades creniculatus</i> (Nylander)	ks	ol	<i>Asteraceae</i>	bv	л-пл	пр	яб	ст	+	+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	bv	л-пл	пр	яб	пз	+	—
<i>Hoplitis spinulosa</i> Kirby	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	рв	пр	яб	ст	+	—
<i>Hoplitis bidentata</i> (Morawitz)	ks	ol	<i>бобові</i>	mv	л	пр	сх	пз	+	—
<i>Hoplitis adunca</i> Pz.	mph- ks	ol	<i>Echium</i> (губоцвітні)	mv	л	лп	яб	пз	+	—
<i>Anthocopa laeviformis</i> (Morawitz)	mph- ks	ol	<i>Fabaceae, Asteraceae</i>						+	—
<i>Anthocopa andrenoides</i> Spin.	mph	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	рв	пр	яб	ст	+	+
<i>Anthocopa papaveris</i> (Latreille)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пр	яб	пз	+	—
<i>Osmia rufa</i> L.	mph	pl	<i>Asteraceae</i> та ін.	mv	в	пр	яб	пз	+	—
<i>Osmia alrocoerulea</i> Schilling	mph	ol	<i>Brassicaceae</i>	mv	рл	пр	сх	пз	+	—
<i>Osmia confusa</i> (Morawitz)	mph- ks	pl	<i>Asteraceae</i> , та ін	mv	рл	пр	сх	пз	+	—
<i>Osmia cornuta</i> (Latreille)	mph	pl	<i>Asteraceae</i> та ін	mv	рл	пр	яб	пз	+	—
<i>Chalicodoma</i> <i>huagaricum</i> Mocs.	mph	ol	<i>Fabaceae, Lentibulariaceae</i>	mv	л	лп	яб	пз	+	—
<i>Megachile apicalis</i> Spinola	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пр	сх	пз	+	—
<i>Megachile maritima</i> Kirby	mph	pl	<i>Asteraceae</i>	bv	л-пл	пр	яб	пз	+	—

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Megachile argentata</i> <i>Fabricius</i>	mph	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пг	сх	ст	+	—
<i>Megachile bombicina</i> <i>Radoszkowski</i>	mph	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пг	сх	пз	+	—
<i>Megachile melanopyga</i>	mph	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л		сх	пз	+	—
<i>Megachile circumcincta</i>	mph	ol	<i>Fabaceae</i>	mv	л	пг	яб	пз	+	—
<i>Megachile lagopoda</i> (<i>Linnaeus</i>)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	л	пг	сх	ст	+	+
<i>Megachile rotundata</i> <i>Fabricius</i>	mph- ks	ol	<i>бобови</i>	bv	л	пр	сх	пз	+	+
<i>Megachile versicolor</i>	ks	ol	<i>Asteraceae</i>	bv	л	пр	сх	ст	+	+
<i>Megachile entuncularis</i>	ks	ol	<i>Asteraceae</i>	bv	л	пр	сх	ст	+	
<i>Aiithidiellum strigatum</i> (<i>Panzer, 1805</i>))	mph- ks	ol	<i>Fabaceae</i>	mv	лт	лп	яб, чг	пз	+	—
<i>Anthidium angulation</i> <i>Latreille, 1809</i>	mph- ks	pl	<i>Fabaceae, Lamiaceae,</i> <i>Asteraceae</i>	bv	лт	хб	яб	ст, лс	+	+
<i>Anthidium florentinum</i> (<i>Fabricius, 1775</i>)	mph- ks	ol	<i>Fabaceae, Lamiaceae</i>	mv	лт	хб	яб	ут	+	+
<i>Anthidium (smanicatum</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)	mph- ks	ol	<i>Fabaceae, Lamiaceae</i>	mv	лт	пр	яб	пз	+	—
<i>Anthidium punctatum</i> (<i>Latreille, 1809</i>)	mph- ks	pl	<i>Fabaceae, Asteraceae,</i> <i>Malvaceae</i>	bv	лт	пр	сх	пз, ут	+	+
<i>Anthidium oblongatum</i> (<i>Illiger, 1806</i>)	mph- ks	ol	<i>Fabacea</i>	mv	лт	пр	яб	пз	+	—

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Icteranthidium laterale</i> (Latreille, 1809)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	лт	суг	сх	пз	+	+
<i>Pseudoanthidium</i> <i>lituratum</i> (Panzer, 801)	mph- ks	ol	<i>Asteraceae</i>	mv	лт	хт			+	—
<i>Trachusa interrupta</i> (Fabricius, 1781)	ks	pl	<i>Fabaceae, Lamiaceae,</i> <i>Asteraceae</i>	bv	л -пл	пг	сх	ст	+	—
<i>Trachusa</i> (s. str.) <i>byssina</i> (Panzer, 1798)		ol	<i>Lotus corniculatus</i> (Fabaceae)	mv	л	пг			+	—
Родина Apidae										
<i>Bombus agrillaceus</i> (Scopoli)	mph	ol	<i>Fabaceae</i>	pv	л-пл	пг	сх	пз	+	—
<i>Bombus agrorum</i> (Linnaeus)	mph- ks	pl	<i>Lamiáles, Fabaceaeu</i> <i>Asteraceae</i>	pv	л-пл	пр	сх	лс	+	+
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus)	mph	pl	<i>Lamiáles, Fabaceaeu</i> <i>Asteraceae</i>	pv	в-пл	пр	яб	лс	+	—
<i>Bombus laesus</i> (Linnaeus)	mph- ks	pl	<i>Lamiáles, Fabaceaeu</i> <i>Asteraceae</i>	pv	в-пл	пр	яб	ст	+	—
<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus)	mph- ks	pl	<i>Lamiáles, Fabaceaeu</i> <i>Asteraceae</i>	pv	в-пл	гп	сх	пз	+	—
<i>Bombus muscorum</i> (Fabricius)	mph	pl	<i>Lamiáles, Fabaceaeue,</i> <i>Scrophulariáceae,</i> <i>Boraginaceae u Rosaceae</i>	pv	в-пл	гп	яб	лс	+	—

Біотопічний розподіл видів напряду залежить від типу гніздування або стаціональної приуроченості (Стг). За цим показником бджолині долини Куяльницького лиману та прилеглих гирлових ділянок долин малих річок поділяються на: плакорні геофілі (пг) – риють гніздові нори на горизонтальних поверхнях ґрунту; схилово-урвищні геофілі (суг) – вигризують гнізда у прямовисних стінах урвищ; хортобіонти (хб) – гніздяться в стеблах багаторічних рослин; тамноксильобіонти (т-ксб) – гніздяться в деревині кущів або дерев; ліпнинники (лп) – ліплять гнізда з глини або смолистої речовини на різних поверхнях; порожнинник (пр) – гніздяться в різних порожнинах (покинуті гнізда інших видів, тріщини прямовисних урвищ), а деякі – у пустих мушлях молюски тощо.

Одними з найважливіших факторів присутності бджолиних є наявність відповідної трофічної бази. Безумовним фактом є пряма взаємозалежність існування бджолиних і вищою квітковою рослинністю. Причому склад рослинності напряду залежить від складу їх запилювачів і навпаки.

За спектром кормових рослин або типом трофічних відносин (Тф) бджолині підрозділяються на: монолектів (ml) – один або декілька видів кормових рослин, існування яких залежить саме від цих бджолиних; оліголектів (ol) – взаємоприурочені до відносно вузького кола рослин однієї систематичної родини; полілектів (pl) – мають дуже широкий спектр кормових рослин.

Відображення змін гідротермічного режиму на загальну видову чисельність бджолиних ілюструє рис. 4.10. Між тим, на фоні тотального зменшення загального числа видів бджолиних співвідношення питомої ваги мезофілів, мезо-ксерофілів та ксерофілів лишається співвідносним.

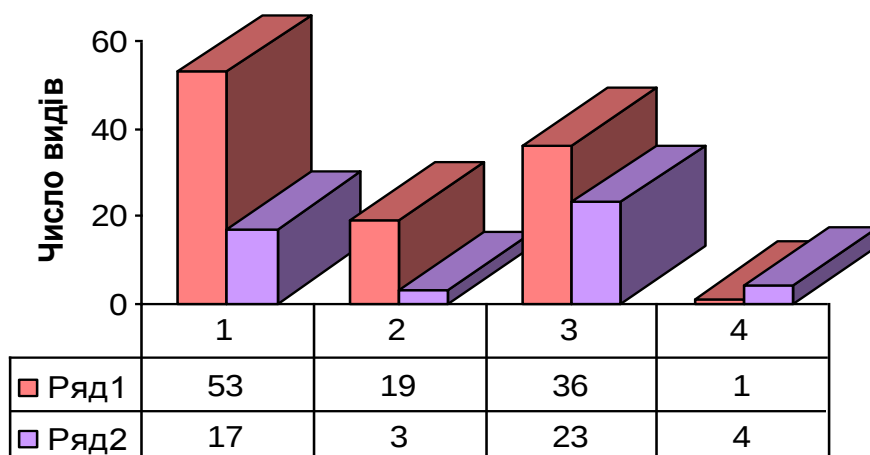


Рисунок 4.10 – Структура апідофауни (число видів) за відношенням до гідротермічного режиму (ряд 1 - до 2008 р.; ряд 2 - станом після 2012 р.)

Гіпотетично очікуваною причиною змін у чисельності видів може бути глобальне підвищення температури. Але, за такою логікою повинен зникнути перш за все мезофільний елемент з підвищенням питомої ваги ксерофільного. Між тим, мезофільний залишається майже в однаковій пропорції і лише при деякому підвищенні питомої ваги ксерофілів (рис. 6.11). Також звертає на себе увагу підвищення частки убиквістів (приспособлені до широкого діапазону гідротермічних умов).

Мезофільна складова – це інтразональні види лісостепової та зони помірного поясу, які проникають в південні зони вздовж долин річок з луговою мезофітною рослинністю. Тому, зменшення долі мезофілів за абсолютною кількістю є безумовним слідством мікрокліматичної трансформації долин річок басейну Куяльницького лиману (причому це зменшення лінійне).

В мезо-ксерофітній складовій трансформація структури апідофауни ще більш наглядна (рис. 4.11). Так, при загальному зменшенні кількості видів раніше домінуючий степовий елемент різко падає і серед мезо-ксерофілів домінантом стають полізональні види. Такий характер трансформації у цій групі не відповідає тенденції зміни клімату у бік підвищення температур. Причина такої трансформації вбачається у змінах біотопічної структури самої екосистеми.

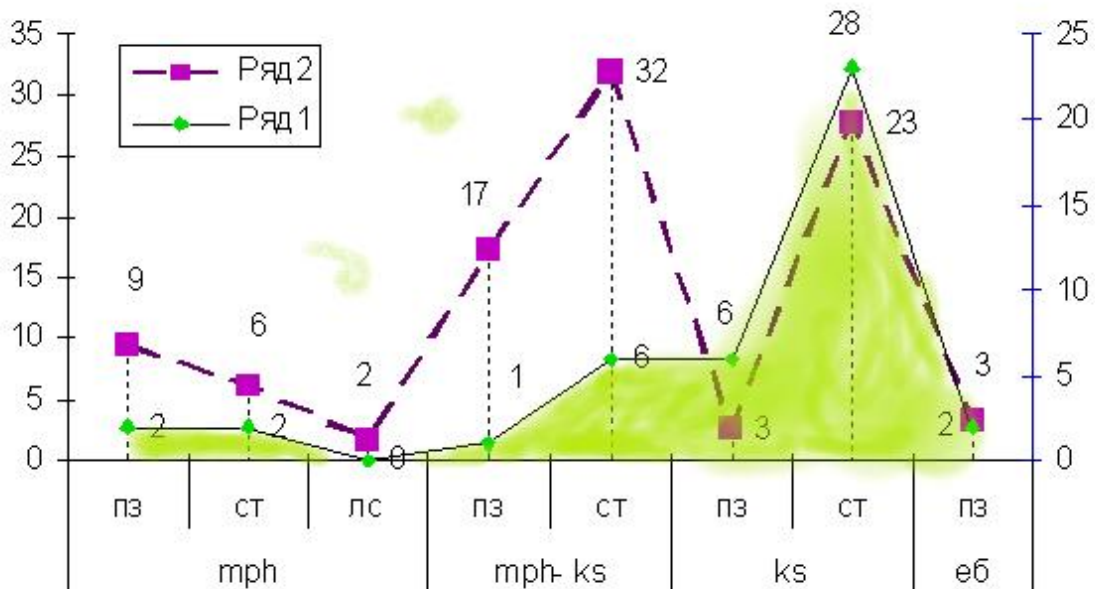


Рисунок 4.11 – Співвідношення екотипів бджолиних суходільної екосистеми частки Куяльницького лиману за даними до 2008 р. (ряд 2) та станом на 2012 р. (ряд 1)

В групі ксерофілів зберігається домінування за кількістю видів степових автохтонних, що є закономірним для південного степу.

Загалом в структурі таксоцену бджолиних, крім суттєвого зменшення видового складу, якісної трансформації зазнала група мезо-ксерофілів – мешканців переважно долин малих річок та балок долини лиману. Тобто змінам в наземній екосистемі Куяльницького лиману підлягають не стільки кліматичні умови, скільки загальна біотопічна трансформація екосистеми.

Напрямки біотопічної трансформації в певній мірі відображають тенденції в стаціальному (стація – місце розвитку організму) розподілі видів індикаторного таксоцену (рис. 4.12).

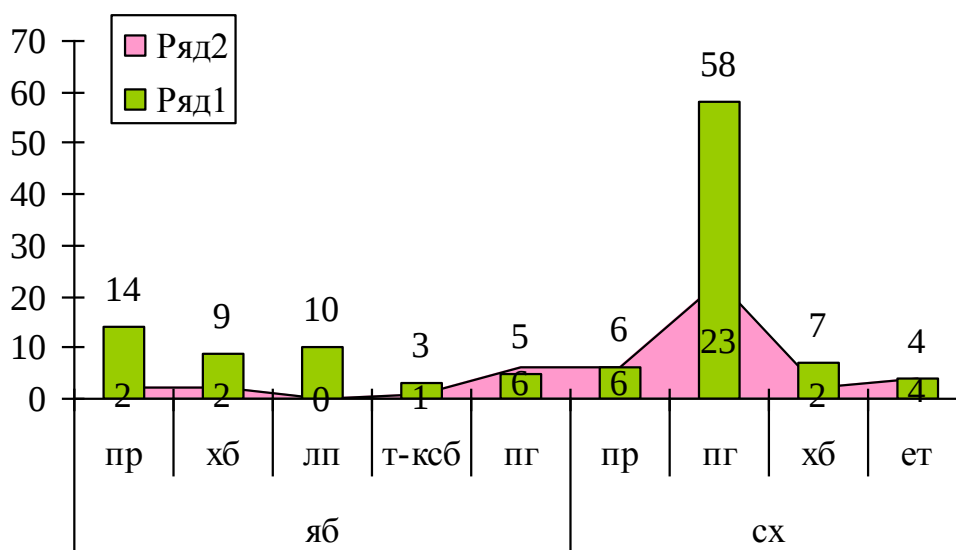


Рисунок 4.12 – Тенденції біотопічної та стаціальної трансформації (місць гніздування) природних екотипів індикаторного таксоцену бджолиних долини Куяльницького лиману за даними на 2008 р. (ряд 1) та станом на 2015 р. (ряд 2)

Таким чином видове різноманіття обумовлювалось різноманіттям умов для бджолиних з різним типом гніздування в двох головних типах біотопів – пологі схили долини та ярово-балкові утворення (до їх складу відносимо також і поверхню сримких урвищ) з чагарниковою рослинністю.

В типовій структурі стаціального розподілу присутній весь спектр форм гніздування з характерною для степу перевагою видів, що гніздяться в ґрунті з горизонтальною поверхнею на пологих схилах. Станом на 2012 р. явно помітне випадання багатьох вразливих видів, що потребують особливих гніздових субстратів. В більшій мірі це відобразилось на порожнинниках, хортобіонтах, ліпнинниках в ярово-балковій системі. Що стосується схилів, то тут трансформація в більшій мірі виражена тотальним зменшенням кількості видів при зберіганні структури типової

для степового біотопу за виключенням зникнення хортобіонтів.

Вище було зазначено, що бджолині є умовою існування вищої квіткової антофільної рослинності. Тобто, зміни у складі бджолиних неминуче ведуть до зміни стану рослинності. В цьому з візку в літературі неодноразово відмічалось, що для степової зони нормальному стану екосистеми відповідає співвідношення оліголектів та полілектів як 2:1.

З рис. 4.13 видно, що до 2008 р. ця закономірність в повній мірі стосувалась екосистеми Куяльницького лиману. Однак, станом на 2012 р. співвідношення оліголектів і полілектів майже рівне, що свідчить про зникнення значної частки флори, до якої приурочені оліголекти.

В цьому зв'язку показовою є динаміка числа спеціалізованих оліголектів, лінійно пов'язаних з певними родами рослин.

На цій основі можна стверджувати про зменшення рослинного покриття: в 2,5 рази – серед капустяних (*Brassicaceae*), в 3 рази – серед складноцвітних (*Asteraceae*), в 4,6 рази – серед бобових (*Fabaceae*).

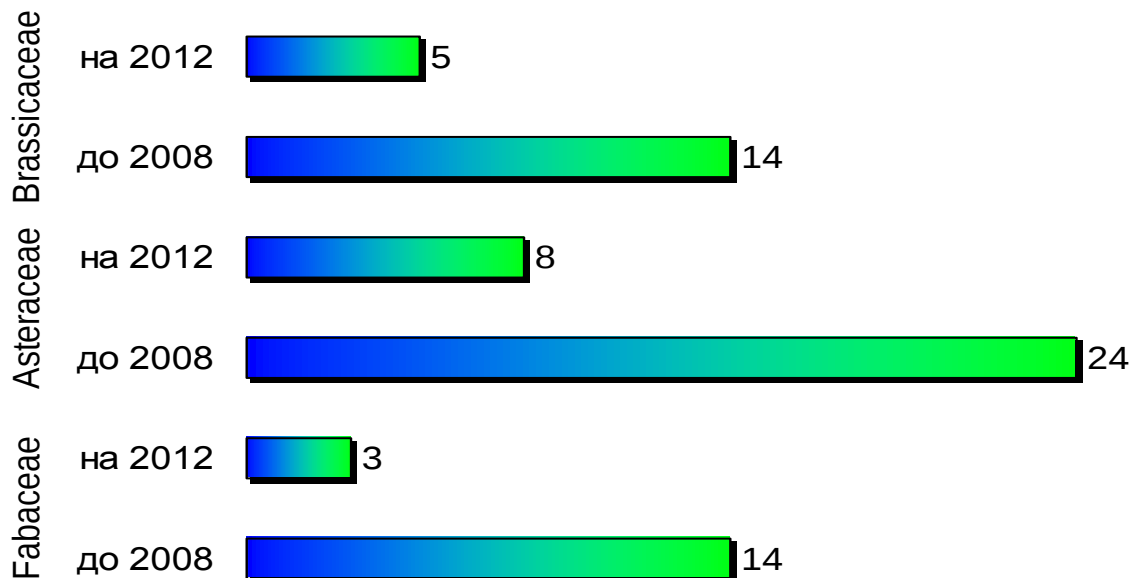


Рисунок 4.13 – Динаміка співвідношень вузьких оліголектів Куяльницького лиману за числом видів

На основі отриманих польових даних за співвідношенням апідокомплексів на 2012-2015 роки було можливим встановити характер та напрямок трансформацій у наземній екосистемі долини Куяльницького лиману, де головним визначенням було те, що найбільшій трансформації зазнала група мезо-ксерофілів – мешканців переважно долин малих річок та балок долини лиману, але причинами цих змін в наземній екосистемі Куяльницького лиману були не стільки кліматичні умови, як антропогенне навантаження. Про це свідчить помітне випадання багатьох стенобіонтних вразливих видів, що потребують особливих гніздових субстратів (цілині

ділянки поверхні ґрунту, стебла багаторічних трав, чагарниковий та деревний сухостій, тощо). Зникнення таких видів автоматично підриває репродукцію залежних від них рослин. Саме ця обставина свідчить про екологічну руйнацію наземної поверхні, що пов'язується з надмірним неконтрольованим пасовищним навантаженням. Тобто, наземна берегова екосистема знаходиться на межі існування і причина вбачається в більшій мірі не в кліматичних змінах, а в антропогенному навантаженні. Підкреслено, що при кліматичних змінах у перехідний період (заміщення більш вологолюбних видів на сухостійкі є природно закономірним) екосистема сама по собі природно вразлива і тому додатковий антропогенний фактор визначено особливо нищівним.

4.3 Вихідні дані до визначення гідроекологічного стану малих річок басейну Куяльницького лиману

Відомо, що стік малих річок слугує однією з головних складових формування екосистем водойм-приймачів. У свою чергу відомо, що екологічні системи малих річок дуже вразливі, вони формуються під впливом багатьох динамічних чинників і в даний час повсюдно визначаються ступенем антропогенного навантаження [185,186]. На малих річках чітко проявляється середовищеутворююча роль ключових видів водних і навколоводних хребетних тварин і водної та навколоводної рослинності. У цьому зв'язку виникає необхідність комплексної оцінки екологічного стану такого роду об'єктів.

Головна мета даної роботи полягає у визначенні екологічних загроз і ступіню їх впливу на різних екосистемних виділах з визначенням особливостей негативного впливу на навколоводне оточення та водні біоценози.

Для фонових оцінок обрано показники структури таксоценів, які здатні відображати поточний екологічний стан навколоводного і водного середовища об'єкту досліджень.

4.3.1 Вихідні дані оцінки стану колобережної зволоженої смуги малих річок Довбока та Кубанка

Навколоводну складову екосистем водотоків Довбока і Кубанка розглядали в профілі “суходіл - прибережна зволожена зона - водне середовище”. За літературними даними зволожені пониження в цих місцевостях являли собою мезофітні луки, рослинний компонент яких був утворений загущеними багаторічними травами, що ростуть протягом усього вегетаційного періоду і населений відповідною ґрунтовою та наземною мезофільною фауною. В даний час під впливом інтенсивного

випасу про флористичне різноманітті говорити не доводиться. У цьому сенсі показовою робота О.Ю. Бондаренка зі співавторами [187], результати якої повною мірою можна віднести до долин річок Довбока та балки Кубанка. Головним висновком цієї роботи було наступне: «...понад половина видового складу флорокомплексів Куяльницького лиману представлено синантропними видами (52,6%), що становить 28,0% від числа синантропних видів рослин, що зустрічаються в степовій частині України, і 16,4% - синантропної флори всієї України відповідно. Все це характеризує досліджену територію, як досить трансформовану». У доповнення можна відзначити, що за нашими спостереженнями 2012 р. в балці Довбока і долині Кубанки пасовищне навантаження призвело до зникнення високорослих багаторічників, залишивши місце приземним злаковим травам. Відповідно, на тлі пилового засолення відбувається зміна ентомофауни - мезофілну лугову замінює ксерофільна солонцева з фоновими видами такими як *Clivina ypsilon*, *Pogonus punctatulus*, *Curtonotus convexiusculus*, *Pogonus meridianalis*, *Iarpalus steveni* (Coleoptera, Carabidae) - звичайні на слабо і середньо засолених ґрунтах [188]. Знизилася загальне видове різноманіття. На важкодоступних схилах в чагарникових асоціаціях найбільш численними з фітофагів були довгоносики (Curculionidae) - 14 видів, листоїди (Chrysomelidae) - 17, пластинчатовуси (Scarabacidae) - 17, вусачі (Cerambycidae) - 3, чорнотілки (Tenebrionidae) - 5, ковалики (Elateridae) - 23, м'якотілки (Cantharidae) - 2, зернівки (Bruchidae) - 2, златки (Buprestidae) - 2, наливники (Meloidae) - 2, горбатки (Mordellidae) - 1 вид. З хижих відзначені жужелиці (Carabidae) - 35, стафіліни (Staphylinidae) - 29, корівки (Coccinellidae) - 3, карапузики (Histeridae) - 3, бистряки (Anthicidae) - 2, малашки (Melyridae) - 2. З сапрфагов були виявлені мертвоїди (Silphidae) - 7 видів, кожеїди (Dermestidae) - 2 види, малашок 1 вид. Рідкісними за чисельністю були 92% видів жорсткокрилих.

Прибережна зволожена смуга за визначенням являє собою перехідну зону вода-суша. Її можна розглядати як крайову структуру, яка повинна відзначатись підвищеною продуктивністю, біорізноманіттям і забезпечувати самоочищення водотоку. Критерієм оцінок в таких випадках служить диференціація різних типів перехідних форм і співвідношення амфібіонтних і гетеротопних форм, полідомінантність спільноти, кількість структуроутворюючих таксонів. При цьому враховувалось співвідношення груп маргінальних структур за часом їх існування - астатичні і постійні. Однак врахувати всі таксони не представляється можливим, тому змушені були обмежитися показовим індикаторним таксоном - імаго двокрилих, що представляють собою дуже чутливу групу до умов середовища. Так, на період досліджень було виявлено 121 вид імаго двокрилих (табл.4.3).

Таблиця 4.3 – Склад та екологічні параметри виявлених імаго двокрилих долини річок Довбока та Кубанка : ТЖ – тип живлення (нх – не харчуються, ff – фітофаг, sp – сапрофаг, kf – копрофаг; nkf – некрофаг, гар – хижак, bl – кровосос, al – альгофаг, рг - паразит); ЖФ – життєва форма (хт – хортобіонт, т-хт – тамнохортобіонт, сх – сховища, евр – еврибіонт); ХТП – характер топічної приуроченості (еб - еврибіонт); ВЗ – відношення до зволоженості (mes – мезофіл, hyg- гігрофіл, у - убіквіст); Р – щільність популяції.

Таксони	Екологічні характеристики				
	ТЖ	ЖФ	ХТП	ВЗ	Р
1	2	3	4	5	6
<i>Родина Limoniidae</i>					
<i>Dactylolabis (D.) transversa (Meigen, 1804)</i>	al	хт	еб	hygr	0,20
<i>Limnophila (L.) schranki Oosterbroek, 1992</i>	al	хт	еб	hygr	0,07
<i>Hoplolabis (Parilisia) vicina (Tonnoir, 1920).</i>	al	хт	еб	hygr	0,02
<i>Hexatoma sp.</i>	al	хт	еб	hygr	0,36
<i>Родина Tipulidae</i>					
<i>Tipula fulvipennis De Geer, 1776</i>	ff	хт	еб	hygr	0,07
<i>Tipula lateralis Meigen, 1804.</i>	ff	хт	еб	hygr	0,16
<i>Родина Psychodidae</i>					
<i>Dixa frizzii (Contini, 1965)</i>	нх	хт	еб	hygr	18,02
<i>Dixa serrifera Edwards, 1928</i>	нх	хт	еб	hygr	0,51
<i>Psychoda albipennis Zett.</i>	нх	хт	еб	mes	0,20
<i>Psychoda alternata Say</i>	нх	хт	еб	mes	0,69
<i>Родина Chaoboridae</i>					
<i>Chaoborus sp.</i>	bl	хт		hygr	46,67
<i>Mochlonyx sp.</i>	bl	хт		mes	1,18
<i>Родина Culicidae</i>					
<i>Anopheles hyrcanus (Pallas, 1771)</i>	bl	т-хт, сх	еб	mes	16,89
<i>Culex theileri Theobald, 1903</i>	bl	сх	еб	mes	4,00
<i>Culiseta fumipennis (Stephens, 1825)</i>	bl	т	еб	mes	21,91
<i>Culiseta sp.</i>	bl	т	еб		12,44

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
<i>Родина Ceratopogonidae</i>					
<i>Sphaeromyia miricornis</i> (Kieffer, 1919)	bl	т-хт	еб	mes	26,80
<i>Palpomyia flavipes</i> (Meigen, 1804) <i>Culicoides longicollis</i> Gluk., 1971	bl	т-хт	еб	mes	7,91
<i>Culicoides subfascipennis</i> Kieffer, 1919	bl	т-хт	еб	mes	136,02
<i>Родина Chironomidae</i>					
<i>Ablabesmyia</i> sp.	нх	хт	еб	mes	170,00
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Mei., 1818)	нх	хт	еб	mes	2,93
<i>Psectrocladius</i> sp.	нх	хт	еб	mes	0,51
Brachicera					
<i>Родина Stratiomyidae</i>					
<i>Stratiomys longicornis</i> (Scopoli, 1763)	ff	хт	еб	mes	0,53
<i>Stratiomys singularior</i> (Harris, 1776)	ff	хт	еб	mes	0,27
<i>Stratiomys chamaeleon</i> (L., 1758).	ff	хт	еб	mes	1,00
<i>Odontomyia tigrina</i> (F., 1775)	ff	хт	еб	mes	4,67
<i>Nemotelus</i> sp.	ff	хт	еб	mes	0,16
<i>Sargus</i> sp.	ff	хт	еб	mes	0,07
<i>Ptecticus</i> sp.	ff	хт	еб	mes	0,11
<i>Tabanidae</i>					
<i>Hybomitra</i> (Sipala) <i>acuminata</i> (Loew, 1858)	bl	хт	еб	кс	1,24
<i>Atylotus flavoguttatus</i> (Szilady, 1915)	bl	хт	еб	mes	2,47
<i>Родина Athericidae – Атерициди</i>					
<i>Atrichops crassipes</i> (Meigen, 1820)	ff	хт	еб	mes	0,96
<i>Sugarina</i>	bl	хт	еб	mes	9,40
<i>Родина Dolichopodidae - Мухи-зеленушки</i>					
<i>Sciapus</i> sp.	rap	хт	еб	hygr	0,51
<i>Dolichopus</i> sp.	rap	хт	еб	hygr	2,67
<i>Chrysotus</i> sp.	rap	хт	еб	hygr	0,16

Продовження таблиці 4.3.

1	2	3	4	5	6
<i>Rhaphium sp.</i>	rap	хт	еб	hygr	0,29
<i>Thrypticus sp.</i>	rap	хт	еб	hygr	0,20
<i>Родина Ephydriidae</i>					
<i>Brachydeutera ibari</i> Nin., 1929	al	хт	еб	hygr	7,67
<i>Scatella stagnalis</i> (Fallen, 1813)	al	хт	еб	hygr	204,44
<i>Ephydra</i>	al	хт	еб	hygr	100,71
<i>Ochthera</i>	al	хт	еб	hygr	1,09
<i>Teichomyza fusca</i>	al	хт	еб	hygr	51,38
<i>Родина Hippoboscidae</i>					
<i>Malophagus ovinus</i> L.(овечий рунець)	bl	хт	еб	ks	52,80
<i>Родина Phoridae</i>					
<i>Conicera sp.</i>	rap	хт		hygr	3,56
<i>Родина Sarcophagidae</i> Macquart, 1834					
<i>Sarcophaga sp.</i>	nkf	evr	еб	y	2,93
<i>Родина Scathophagidae</i>					
<i>Scathophaga stercoraria</i> L	rap	хт	еб	hygr	2,89
<i>Spaziphora hydromyzina</i> Fall	rap	хт	еб	hygr	0,71
<i>Родина Sciomyzidae</i>					
<i>Ditaeniella grisescens</i> (Mei, 1830)	sp	хт	еб	hygr	0,27
<i>Ilione albiseta</i> (Scopoli, 1763)	sp	хт	еб	hygr	0,49
<i>Родина Syrphidae</i>					
<i>Epistrophe spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,29
<i>Arctosyrphus spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,93
<i>Episyrphus spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,20
<i>Dasysyrphus spp.</i>	ff	хт	еб	mes	1,44

Продовження таблиці 1.

<i>Scaeva spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,07
<i>Syrphus spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,24
<i>Neoascia spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,47
<i>Orthoneura, spp.</i>	ff	хт	еб	hygr	0,11
<i>Helophilus spp.</i>	ff	хт	еб	hygr	0,76
<i>Chrysogaster spp.</i>	ff	хт	еб	hygr	1,69
<i>Rhingia spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,04
<i>Syritta spp.</i>	ff	хт	еб	mes	0,11
<i>Vollucela spp.</i>	ff	хт	еб	ks	0,42

Продовження таблиці 4.3.

1	2	3	4	5	6
<i>Родина Calliphoridae</i>					
<i>Calliphora spp.</i>	nkf	evr	еб	y	26,89
<i>Cynomyia spp.</i>	nkf	evr	еб	y	5,11
<i>Lucilia spp.</i>	nkf	evr	еб	y	33,84
<i>Phormia spp.</i>	nkf	evr	еб	y	18,00
<i>Protophormia spp.</i>	sp	хт	еб	hygr	0,76
<i>Bufolucilia bufonivora</i> <i>Moniez</i>	ff	хт	еб	hygr	0,16
<i>Родина Muscidae</i>					
<i>Musca domestica</i> L	ff	evr	еб	mes	12,56
<i>Stomoxys calcitrans</i> L	ff	хт	еб	mes	0,80
<i>Lyperosia Rondani</i>	ff	хт	еб	mes	0,38

За типом живлення (ТЖ), який вказує на трофічний ресурс в екосистемі, імаго були визначені афаги (такі як *Dixa frizzii*, *Psychoda albipennis*), фітофаги, що харчуються нектаром (види родів *Episyrphus spp.*, *Neoascia spp.*, *Rhingia spp.* та ін.), (Stomoxys calcitrans, *Lyperosia Rondani* та ін.), копрофаги (kf) на екскрементах тварин (*Stomoxys calcitrans*, *Lyperosia Rondani* та ін.), некрофаги (nkf) на тваринних залишках (види родів *Sarcophaga spp.*, *Calliphora spp.*, *Lucilia spp.* та ін.), хижаки (gar) комах (види родів *Thrypticus spp.*, *Rhaphium spp.*, *Dolichopus spp.* та ін.), кровососи (bl) теплокровних (*Hybomitra (Sipala) acuminata*, *Culiseta fumipennis*, *Chaoborus sp.* та ін.), альгофаги (al) на коlobережних водоростях (*Dactylolabis transversa*, *Hoplolabis (Parilisia) vicina* та ін.).

За відношенням до зволоження, що відображає гідротермічний фон місцевості, були визначені гігрофіли (*Tipula fulvipennis*, *Chaoborus sp.*, *Chrysotus sp.* та ін.), мезофіли (*Atrichops crassipes*, *Arctosyrphus spp.*, *Syrirta spp.* та ін.) та ксерофіли (*Vollucela spp.*, *Malophagus ovinus* L., *Hybomitra (Sipala) acuminata*).

Загалом всі виявлені види складають три типи життєвих форм – хортобіонти (мешканці травостою), темно-хортобіонти (мешканці травостою та чагарників), сховищні та еврибіонти (мешкають у самих різноманітних умовах).

Відомо, що для наземного оточення малих пересихаючих річок одним з найбільш репрезентативних параметрів фонового стану середовища є показник зволоження, який обумовлює існування біоти за її певними вимогами до середовища. В цьому сенсі імаго двокрилих, яким притаманна швидка реакція на зволоження, є надійним індикатором поточних та довгострокових мікрокліматичних умов. Так, з рис. 4.14 видно, що таксоцен імаго *Diptera* в умовах заплавної лугової біотопів за відношенням до зволоження складається з двох основних майже

рівноцінних за значенням типів – гігрофілів (44%) та мезофілів (48%). Таке співвідношення пристосованих до існування в помірних умовах температури та зволоження (мезофіли) і гігрофілів, приурочених до біотопів з високою вологістю заболочених територій (заплави річок, береги водойм) свідчить про зрушення мікрокліматичних умов у бік осушення (нормальним для заплави є безумовний гігрофільний склад біоти).

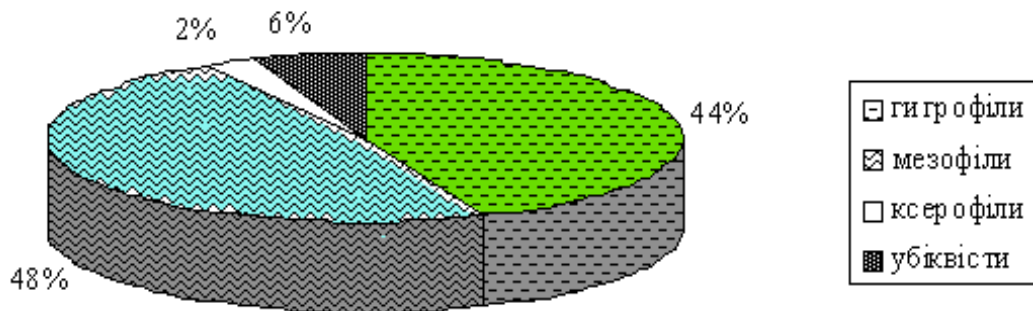


Рисунок 4.14 - Співвідношення видів індикаторного таксоцену Diptera за відношенням до зволоженості в долинах річок Кубанка та Довбока (зведені дані на 2014 р.)

Незначна доля ксерофілів до уваги не приймається через надзвичайну мобільність імаго двокрилих, які легко перелітають з оточуючих ксерофітних біотопів і можуть бути тимчасовим добовим елементом в спекотливі часи. Стосовно убіквістів можна зауважити, що для них ксеротермічні умови є вторинними і їх присутність обумовлюється більше трофічною базою. Трофічна база в цілому є однією з головних умов існування для всіх інших типів життєвих форм при самих різних відношеннях до гідротермічних факторів. Відповідно, трофічна структура таксоцену також є показовою для оцінки стану екосистеми. З рис. 4.15 видно, що за трофічним ресурсом для імаго вона досить насичена і обумовлює існування семи трофічних типів.

Типовою для навкоlobережних біотопів є структура, де переважають фітофаги з присутністю інших трофічних форм. В умовах річок Кубанка та Довбока визначена саме така структура з перевагою за кількістю видів фітофагів у 33,3%, але звертає на себе помітна питома вага за числом видів таких трофічних типів як некрофаги і сапрофаги.

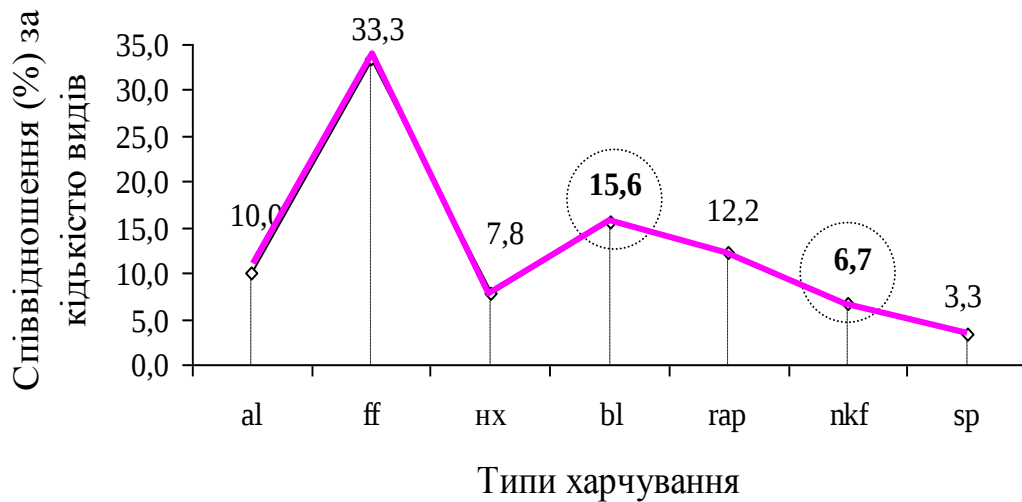


Рисунок 4.15 - Структура індикаторного таксоцену *Diptera* за типами харчування імаго (позначення як у табл. 6.1)

Якщо взяти до уваги не тільки кількість видів певного трофічного типу, але їх щільність, яка віддзеркалює ємність певного трофічного ресурсу, то, як видно з рис. 4.16, найбільша питома вага за щільністю приходить не на фітофагів, а на альгофагів ($P=40,7$), афагів ($P=27,6$) з значенням сумарної присутності кровососів, некрофагів, сапрофагів $P=24,7$. Інше значення мають прибережні альгофаги, масовий розвиток яких свідчить про оголення ложа водойм при зневодненні. Тобто, в даному випадку масовий розвиток альгофагів вказує про тенденції до висихання водотоків.

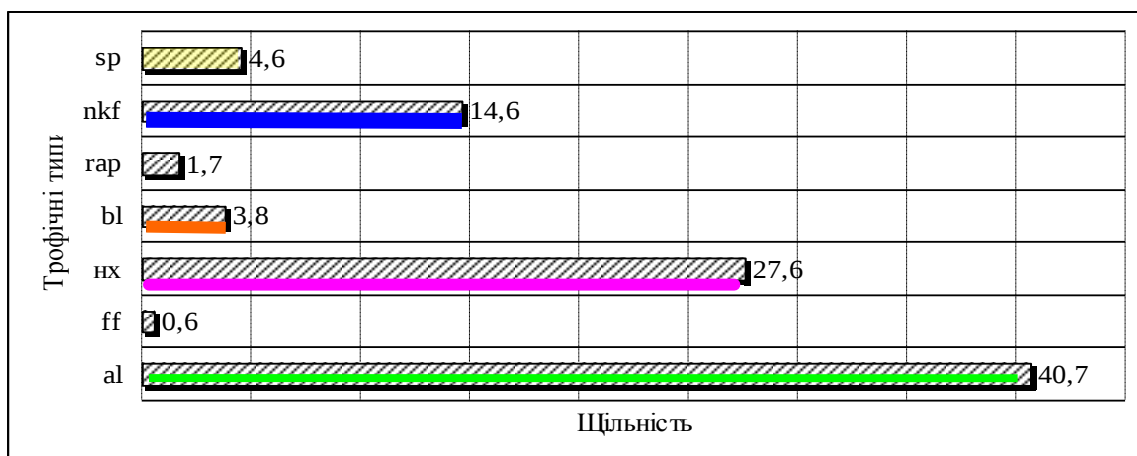


Рисунок 4.16 - Співвідношення екобіоморф в індикаторному таксоцені *Diptera* за типом харчування та середньою щільністю в долинах річок Кубанка та Довбока на 2012р

Особливу цікавість викликає досить високе сумарне значення щільності для сапрофагів, некрофагів і їм подібним. До цього доречно зауважити, що різкої межі між такими формами, що харчуються екскрементами (копрофаги), трупами тварин (некрофаги) або іншими видами тваринних залишків, немає. За певних обставин кожна з цих форм може переходити з одного трофічного субстрату на інший. В зв'язку з чим доцільно їх розглядати в ракурсі одного зоофільного комплексу, до якого ще треба додати кровососів. Ця група двокрилих має в складі багато видів, які у імагінальному стані є активними кровососами або відвідувачами ран і слизових виділень свійської худоби на пасовищах і в стійлах. Тобто, підвищення питомої ваги зоофільного комплексу свідчить про значне тваринне навантаження, яке може становити загрозу для річкових екосистем на обмежених територіях в сенсі пасовищної дегресії та санітарну небезпеку для населення оточуючих населених пунктів.

4.3.2 Вихідні дані до визначення стану водного середовища річок Довбока, Кубанка і Корсунцівських ставків за індикаторними таксоценоми водних імаго *Coleoptera* та личинок *Diptera*

Таксоцени *Coleoptera* та *Diptera* були представлені у водному середовищі Довбока, Кубанка і Корсунцівських ставків 123 видами з родин *Halipidae*, *Noteridae*, *Dytiscidae*, *Gyrinidae*, *Helophoridae*, *Hydrophilidae* (*Coleoptera*), *Tipulidae*, *Limoniidae*, *Ceratopogonidae*, *Psychodidae*, *Chaoboridae*, *Chironomidae*, *Stratiomyidae*, *Tabanidae*, *Empididae*, *Syrphidae*, *Ephydriidae*, *Muscidae* (*Diptera*). Вони являють собою собою певні екобіоморфи, що відображають такі параметри середовища як водність та плинність вод, мінералізацію, гідротопічне різноманіття, насиченість органічними залишками тощо (табл.4.4).

Оцінюючі водні об'єкти лівого бережжя Куяльницького лиману за співвідношенням видів з різною приуроченістю до плинних та стоячих вод можна дійти до висновку, що справжніх водотоків серед них немає. Про це свідчить явна перевага видів, які пов'язані з стоячими водами. Це такі види як *Halipus ruficollis* (De Geer), *Noterus crassicornis* (Mull.), *Ilybius ater* (De Geer), *Laccobius biguttatus* Gerhardt, *Culicoides punctatus* (Meig.) та ін. Інша частка видового складу, що характеризується як мешканці слабкотекучих вод (рис. 4.17) і представлені такими видами як *Halipus immaculatus*, *Liopterus haemorrhoidalis* (F.), *Laccobius gracilis* Motsch, *Bezzia nobilis* (Winn.), *Stratiomys potamida* Meig. та ін.

Таблиця 4.4 – Зведені екологічні дані та розподіл видів таксоценів двокрилих (личинки) та жорсткокрилих у водозборі лівобережжя Куяльницького лиману: Р – реофільність (st - стоячі води, st-str – слаботекучі, rz – зона заплеску); ЖФ – життєва форма (В – бентосний, Ер – епіфіт, В-Ер – бентоепіфітобійонт, plg – пелагічний, stg – стагнобійонт); G – галобність (fluv – прісноводний, mh – мезогалоб, hf - галофіл, eh - евригалінний); Г – приуроченість до типу ґрунтів (А – аргілобійонти, relb – пелобійонти, п-п – псамопелофіл, ee – евриедафобійонти); ТР – трофіка (ff – фітофаг, sp – сапрофаг, pp – змішане харчування, гар – хижак, al – альгофаг, als – альгосапрофаг); Д – Довбока; Кб – Кубанка; Кс – Корсунцівські стави; рв – руслові води; сзс – стокова заболочена смуга; ставки; un (unitas) – одиничний; nor (normalis) – звичайний; m (massae) - масовий

Таксон	Екологічні параметри					Водні об'єкти					
	Р	ЖФ	G	Г	ТР	Д		Кб		Кс	
						рв	сзс	рв	сзс	ст	сзс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Coleoptera, Hydradeephaga</i>											
<i>Haliplidae</i>											
<i>Peltodetes caesus (Duft.)</i>	st	plg	i	ee	ff	un	–	un	–	un	–
<i>Haliphus ruficollis (De Geer)</i>	st	plg	i	ee	pp	un	–	un	–	nor	–
<i>Haliphus zacharenkoi Gram.</i>	st	plg	hf	ee	pp	un	–	un	nor	–	m
<i>H. immaculatus</i>	st-str	plg	i	ee	pp	nor	–	un	–	nor	–
<i>H. enneagrammus</i>	st	plg	fluv	ee	pp	un	–	un	–	un	–
<i>H. obliquus</i>	st	plg	fluv	ee	pp	un	–	un	–	un	–
<i>H. obliquus</i>	st	plg	fluv	ee	pp	un	–	un	–	un	–
<i>Cybister lateralimargmalis Geer</i>	st	plg	i	ee	rap	un	–	un	–	–	–
<i>Gyrinidae</i>											
<i>Gyrinus caspius Menetr.</i>	st		i	ee	rap		–	–	–	nor	–
<i>Gyrinus substriatus Steph.</i>	st		i	ee	rap	un	–	un	–	un	–
<i>Gyrinus distinctus Aube.</i>	st		i	ee	rap		–	–	–	nor	–

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Coleoptera, Polyphaga</i>											
<i>Hydrochidae</i>											
<i>Hydrochus brevis</i> (Herbst)	st	Ep	hf	ee	pp	—	un	—	nor	—	nor
<i>Limnebius crinifer</i> Rey	st-str	B-Ep	i	пел	pp	—	—	un	—	—	nor
<i>Helophoridae</i>											
<i>Helophorus micans</i> Fald	st	plg	hf	ee	pp	—	un	—	un	—	un
<i>Helophorus alternans</i> (Gene)	st	st	hf	ee	pp	—	un	—	un	—	un
<i>Hydrophilidae</i>											
<i>Cercyon depressus</i> Steph	st	spl	hb	пел	pp	—	nor	—	nor	—	nor
<i>Cercyon marinus</i> Thomson	st	spl	fluv	пел	pp	un	—	—	un	—	—
<i>Cercyon sternalis</i> (Sharp	st	spl	i	пел	pp	nor	—	un	—	—	—
<i>Hydrophilus aterrimus</i> Eschsch	st	B-Ep	fluv	пел	pp	nor	—	un	—	nor	—
<i>Hydrochara caraboides</i> (L.)	st	B-Ep	fluv	пел	pp	nor	—	un	—	m	—
<i>Hydrobius fuscipes</i> (L.)	st	spl	fluv	пел	pp	nor	—	nor	—	nor	—
<i>Paracymus aeneus</i> (Germar)	stg	B-Ep	hb	ee	pp	—	—	—	nor	—	—
<i>Laccobius biguttatus</i> Gerhardt	st	B-Ep	fluv	ee	pp	un	—	—	—	un	—
<i>Laccobius gracilis</i> Motsch	st-str	plg	fluv	ee	pp	un	—	—	—	un	—
<i>Laccobius simulatrix</i> Orch	st	plg	fluv	ee	pp	nor	—	—	—	nor	—
<i>Laccobius bipunctatus</i> (F)	st	plg	fluv	ee	pp	un	—	—	—	un	—
<i>Laccobius syriacus</i> Guill	st	plg	i	ee	pp	—	—	un	—	un	—
<i>Enochrus testaceus</i> (F	st	stg	i	ee	pp	—	—	m	—	un	—
<i>Enochrus caspius</i> (Kuwert)	st	stg	hf	ee	pp	—	—	un	nor	—	—
<i>Enoch. quadripunctatus</i> (Her)	st	stg	hf	ee	pp	—	—	un	nor	—	—
<i>Berosus spinosus</i> (Steven)	st	B-Ep	hf	ee	pp	—	—	—	un	—	nor
<i>Diptera, Nematocera</i>											
<i>Tipulidae</i>											

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Tipula lucifera Savchenko</i>	rz	B-Ep	fluv	pelb	—	—	—	nor	—	un	—
<i>Prionocera turcica (F.)</i>	st-str	B-Ep	fluv		—	—	—	—	—	—	nor
<i>Limoniidae</i>											
<i>Dicranomyia modesta (Meig.)</i>	st-str	B-Ep	fluv	A	al	—	—	—	—	—	un
<i>Hoplolabis vicina Tonn.</i>	st-str	rz	fluv	ee	rap	—	—	nor	—	nor	—
<i>Ceratopogonidae</i>											
<i>Palpomyia tibialis (Meig.)</i>	st	B	mh	ee	sp	—			m		m
<i>Bezzia xantocephala Goetgh.</i>	st	Ep	fluv	ee	al	—		m		nor	—
<i>Bezzia nobilis (Winn.)</i>	st-str	B	fluv	п-п	sp	—		un		—	—
<i>Glyptotendipes glaucus Meig.</i>	st-str	B-Ep	eh	pelb	sp	—			un	—	nor
<i>Palpomyia tibialis (Meig.)</i>	st	B	mh	ee	sp	—			m	—	m
<i>Sphaeromias candidatus Loew</i>	st-str	макрофітний мінер		ff			—	—	un	—	—
<i>Culicoides punctatus (Meig.)</i>	rz	stg	fluv	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Culicoides maritimus Kieffer</i>	st	stg	hf	ee	sp	—	—	—	un	—	un
<i>Culicoides riethi Kioffer</i>	st	stg	hf	ee	sp	—	un	—	—	—	un
<i>Psychodidae</i>											
<i>Dixa frizzii (Contini, 1965)</i>	st-str	stg	hf	ee	sp	—	un	un	un	—	—
<i>Psychoda albipennis Zett.</i>	st-str	stg	hf	ee	sp	—	—	un	nor	—	nor
<i>Psychoda sp.</i>	st	stg	fluv	ee	sp	—	—		nor	—	—
<i>Clytocerus sp.</i>	st	stg	hf	ee	sp	—	un	nor	—	—	—
<i>Tonnoiriella sp.</i>	st	stg	fluv	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Philosepedon sp.</i>	st	stg	fluv	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Brunettia sp.</i>	st	stg	fluv	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Jungiella sp.</i>	st	stg	fluv	ee	sp	—	—	—	—	—	un

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Chaoboridae</i>											
<i>Chaoborus pallidus</i>	st	stg	hf	ee	—	—	un	nor	—	—	—
<i>Chaoborus obscuripes</i> (F.)	st	stg	fluv	ee	—	—	—	m	—	—	un
<i>Mochlonyx triangularis</i>	st	Pl	fluv	ee	—	—	—	—	—	—	nor
<i>M. fuliginosus</i>	st	Pl	fluv	ee	—	—	—	—	—	—	un
<i>Chironomidae</i>											
<i>Chironomus salinarius</i> Kief.	st-str	B	eh	п-п	sp	—	—	—	nor	—	nor
<i>Halocladius</i> sp.	st-str	B		п-п		un	—	—	—	—	—
<i>Cricotopus sylvestris</i> F.	st-str	B	mh	п-п	al	—	—	—	un	—	un
<i>Procladius choreus</i> Meig.	st	B	hl	pelb	sp	—	—	—	un	—	un
<i>Tanytus punctipennis</i> Meig.	st	B	fluv	pelb	sp	—	—	—	—	nor	—
<i>Ablabesmyia monilis</i> (L.)	st-str	B-Ep	fluv	pelb	al	—	—	—	—	un	—
<i>Paratanytarsus inopertus</i> W.	st-str	B-Ep	fluv	A	sp	—	—	—	—	un	—
<i>Chironomus plumosus</i> (L.)	st	stg	hb	ee	sp	—	—	—	un	—	m
<i>Chironomus annularius</i> Mei.	st	B	fluv	pelb	al	—	—	un	—	nor	—
<i>Cupteeladopelma viridula</i> F.	st	stg	fluv	pelb	sp	—	—	—	—	un	—
<i>Parachironomus arcuatus</i> .	st	B-Ep	fluv	pelb	sp	—	—	—	un	—	un
<i>Diptera, Brachicera</i>											
<i>Stratiomyidae</i>											
<i>Stratiomys longicornis</i> (Scop.)	st	B-Ep	mh	A	sp	—	nor	—	nor	—	nor
<i>Stratiomys singularior</i> (Har.)	st	B	hl	пел	sp	—	—	—	nor	—	
<i>Stratiomys chamaeleon</i> (L.)	st	B	evh	пел	sp	—	—	—	nor	—	m
<i>Stratiomys potamida</i> Meig.	st-str	B-Ep	fluv	ee	sp	—	—	un	—	—	un
<i>Odontomyia angulata</i> (Panz.)	st	B-Ep	i	ee	sp	—	—	—	—	nor	—
<i>Odontomyia argentata</i> (F.)	st	Ep	hl	ee	sp	—	—	—	nor	—	m
<i>Odontomyia tigrina</i> (F.)	st	Ep	i	ee	sp	—	—	nor	—	un	—

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Oxycera trilineata</i> (L.)	st-str	B-e	i	A	sp	un	—	un	—	—	—
<i>Oxycera nigricornis</i> Oliv.	str	Ep	mh	пел	sp	—	—	—	un	—	un
<i>Nemotelus pantherinus</i> (L.)	st	B	fluv	пел	sp	—	—	—	—	nor	—
<i>Nemotelus uliginosus</i> (L.)	st	B-Ep	mh	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Tabanidae</i>											
<i>Chrysops flavipes</i> Meig.	st	B	fluv	пс	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Tabanus unifasciatus</i> Loew.	st-str	B - e	i	пс	rap	—	—	—	—	un	—
<i>Hybomitra acuminata</i> (Loew.)	st-str	B	fluv	пел	rap	—	—	nor	—	nor	—
<i>H. erberi</i> (Brauer. et Ber.)	st	Ep	fluv	A	rap	—	—	un	—	—	—
<i>H. peculiaris</i> (Szilady)	st-str	Ep	i	ee	rap	—	un	nor	—	nor	—
<i>Empididae</i>											
<i>Hemerodromia</i> sp.	st-str	B-Ep	mh	A	rap	—	—	nor	—	un	—
<i>Dolichocephala</i> sp.	st-str	B-Ep	mh	пел	rap	—	—	un	—	—	—
<i>Syrphidae</i>											
<i>Eristalis pratorum</i> Meig.	st	B	mh	пел	sp	—	—	un	—	—	—
<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)	st	B	mh	пел	sp	—	—	un	—	—	—
<i>Eristalis tenax</i> (L.)	st	B	fluv	пел	sp	—	—	nor	—	un	—
<i>Sphegina sibirica</i> Stack.	st	B	mh	пел	sp	—	—	un	—	—	—
<i>Helophilus lunulatus</i> Meig.	st	B-Ep	fluv	пел	sp	—	—	nor	—	un	—
<i>Ephydridae</i>											
<i>Brachydeutera</i> sp.	st	B	i	пел	psp	—	un	—	—	—	—
<i>Dichaeta caudata</i> Fallen	st	B-Ep	fluv	пел	psp	—	—	—	—	un	—
<i>Notiphila nigricornis</i> Stenham	st-str	B	i	пс	psp	—	—	nor	—	—	—
<i>Ephydra riparia</i> Fallén	st-str	B-Ep	mh	пс	alsh	un	—	—	nor	—	nor
<i>Ephydra scholtzi</i> Becker	st-str	B-Ep	mh	ee	alsh	—	—	—	m	—	nor
<i>Ephydra afghanica</i> Dahl.	st-str	B-Ep	evh	пел	alsh	—	—	—	nor	—	m

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Paracoenia fumosa</i> (Stenh.)	st	B-Ep	hf	пел	sp	—	—	nor	nor	—	
<i>Dichaeta caudata</i> Fallen	st	B-Ep	i	ee	sp	—	—	—	—	—	un
<i>Parydra pusilla</i> (Meigen)	st-str	B	fluv	ee	sp	un	—	—	—	un	
<i>Scatella stagnalis</i> (Fallen)	st-str	B-Ep	mh	ee	sp	—	—	—	nor	—	nor
<i>Scatella paludum</i> (Meigen)	st	B	hf	ee	sp	—	—	—	—	—	nor
<i>Scatella obsoleta</i> Loew.	st	B	fluv	ee	sp	—	—	—	—	un	
<i>Halmopota salinaria</i> Bouche	st	B	evh	пел	sp	—	—	—	m	—	m
<i>Brachydeutera</i> sp.	st	B	i	пел	psp	—	un	—	—	—	—
<i>Muscidae</i>											
<i>Lispe cotidiana</i> Snyder	st-str	B	mh	п-п	sp	—	un	—	un	—	un

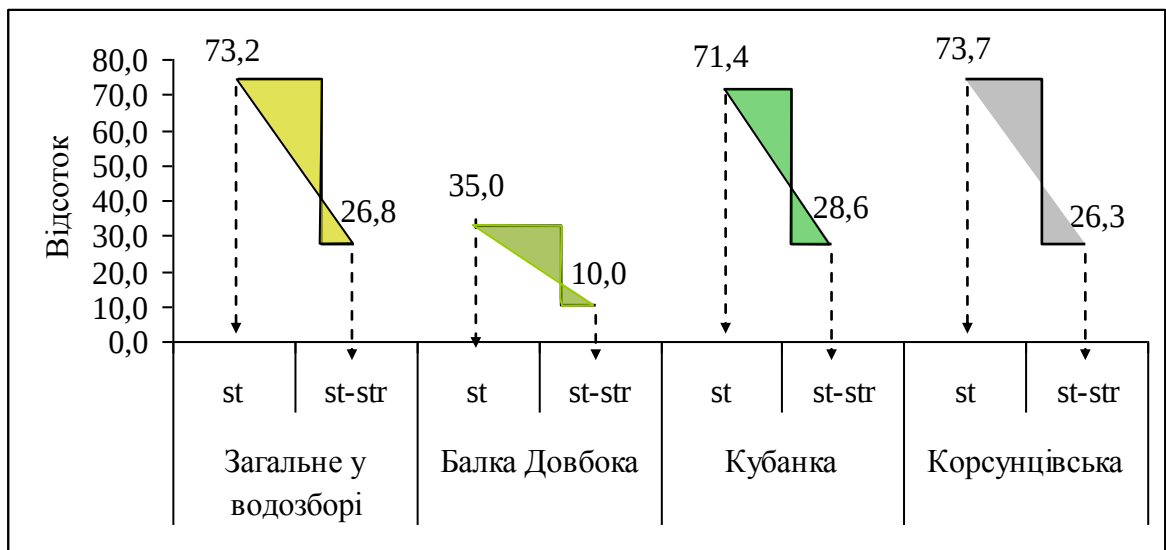


Рисунок 4.17 - Співвідношення видів індикаторних таксоценів двокрилих і жорсткокрилих за приуроченістю до плинності вод у водозборі лівобережжя Куяльницького лиману (позначення – табл. 4.4)

Загальне співвідношення видів приурочених до стоячих та слаботекучих вод складає 2,7:1, у Кубанці, Довбоці та Корсунцях (ставки) як 3:1, 2,4, 2,8 відповідно, що свідчить про відносну схожість вод за плинністю. Якщо зауважити, що відмінність стоячих вод від стояче-текучих (слаботекучих) дуже незначна, то треба відмітити у лівобережжі водозбору Куяльницького лиману відсутність справжніх функціонуючих водотоків.

У структурі індикаторних таксоценів в досліджуваних водних середовищах визначились такі типи життєвих форм як бентобіонти (пов'язані з донними відкладеннями), бенто-епіфіти (приурочені до скупчень придонних водних рослин), пелагічні (товща води), супраліторальні (берегова заболочена зона заплеску) і окрема життєва форма стагнофіли – мешканці тваринних послідів, скупчень розрідженого гною по берегах водойм.

За відношенням до мінералізації були відмічені прісноводні олігогалофи (життєздатні в діапазоні мінералізації 0-5‰), індіференти (життєздатні в діапазоні 0-5‰, але виносять 20 ‰), галофіли (життєздатні в діапазоні 30-50‰), мезогалофи (життєздатні в діапазоні 20-30‰), гіпергалінні галобіонти (життєздатні в діапазоні 50-180‰).

За типами харчування, що вказує на характер трофічного ресурсу середовища, були відмічені фітофаги, сапрофаги, альгосапрофаги (на відмерлих водоростях берегових наносів), різноїдні (змішане рослинно-плотоїдне харчування) і плотоїдні.

4.3.3 Вихідні дані до визначення стану водного середовища річок Довбока, Кубанка і Корсунцівських ставків

За нашими спостереженнями водне середовище балки Довбока є ефемерним з швидкоплинною динамікою наповнення атмосферними опадами і пересиханнями: більший час вода залишається лише у вигляді болотяних калюж вздовж русла р. Довбока. В таких болотяних, наповнених гноєм висихаючих калюжах, видовий склад збіднений до лише декількох видів з числа стагнофілів з числа двокрилих та їх хижаків. Для таких періодів можна констатувати повну відсутність природної біоти, притаманної малим річкам. Між тим, при наповненні русла дощовими стоками у структурі життєвих форм індикаторних таксоценів спостерігали явне життєве пожвавлення. Так, з рис. 4.18 видно, що в такі періоди життєві форми були представлені п'ятьма типами з домінуванням бенто-епіфітів і пелагічних видів (умовно пелагічних). Примітно, що питома вага стагнофілів значно зменшується,

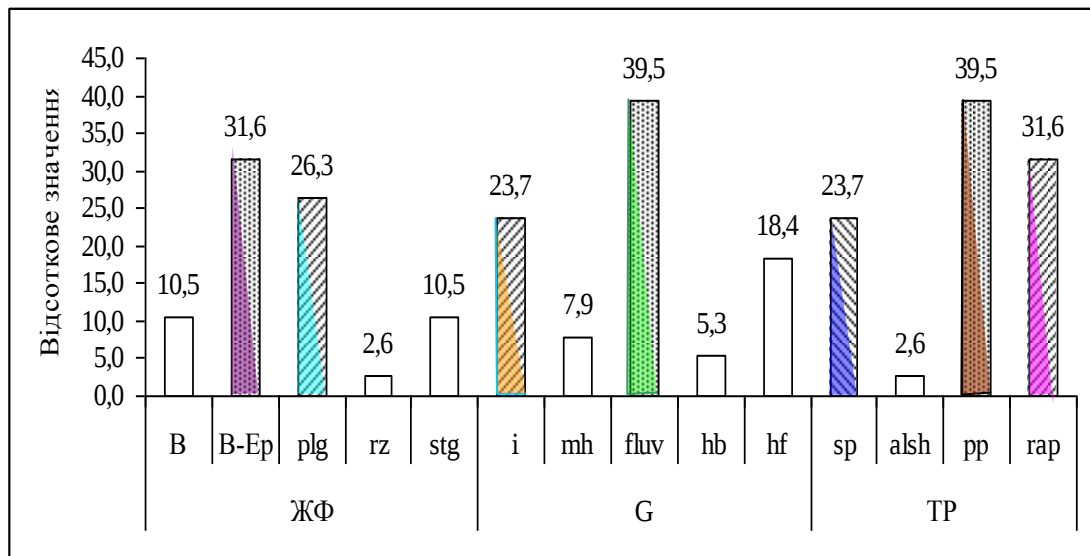


Рисунок 4.18 - Загальна структура індикаторних таксоценів водойм балки Довбока (позначення – табл. 4.4)

бентобіонти та супраліторальні комплекси майже не формуються. Така картина в цілому відповідає структурі життєвих форм у мілководних ефемерних водоймах, в яких на короткий час інтенсивно розвивається придонна водоростева рослинність з пов'язаними з нею бенто-епіфітами та насичується ефемероїдними або динамічними видами водного шару. Важливо відмітити що серед виявлених типів життєвих форм превалювали прісноводні олігогалоби, що додатково свідчить про ефемерний статут водного осередку Довбоки (рис. 4.19). Крім прісноводних видів серед бентоепіфітів була відмічена відносно висока

сумарна питома вага видів, пов'язаних с солоними водами. З цього можна припустити наявність засоленних зон. Можливо вони мають різне походження – залишкове засолення від попереднього випаровування та еолове засолення долини балки з сольових оголень Куяльницького лиману.

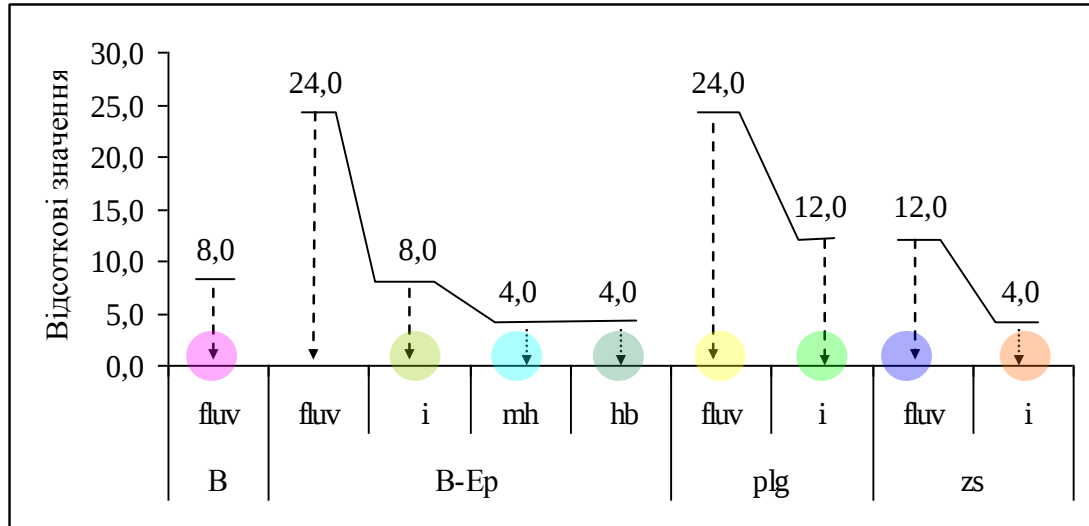


Рисунок 4.19 - Структура біоти руслових вод Довбоки за галобністю життєвих форм (позначення – табл. 4.4)

Під час дощових опадів з'являється незначний приплив до лиману, який утворює сольову заболоченість між гирлом Довбоки та береговим підтопленням Куяльницького лиману. З рис. 6.20 видно, що ця заболоченість мала у структурі біоти за відношенням до засолення і має деяку вирівняність. Так, при повній відсутності прісноводних видів (місця часткового розпріснення заповнюють індиференти), структуру біоти за галобністю складали мешканці солоних вод – галофіли, мезофіли і ультрагалинні галобіонти.

Осередком пелагічних видів був тонкий шар вільної води, який дуже скоро зник, тому ця життєва форма може бути віднесеною до ефемерної, яку тимчасово формують галофіли з прісноводно-солонуватих водойм оточуючої місцевості.

Гіпергалинні галобіонти притаманні зволоженій болотяній смузі, яка відповідає зоні заплеску лиману. Тут на межі водної середовища і наземної в умовах підвищеного випаровування формується осередок ультрагалинних галобіонтів. У цілому за структурою галобіонтної біоти можна визначити, що в період дощового розпріснення вона відповідає рисам автохтонної, притаманної Куяльницькому лиману в роки, коли солоність не перевищувала 150-200 ‰.

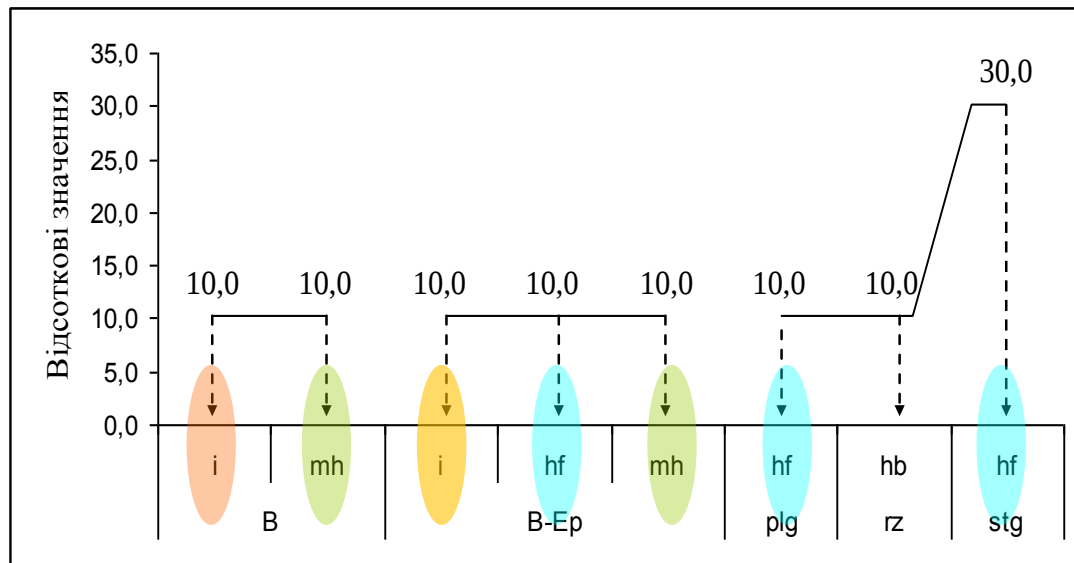


Рисунок 4.20 - Структура біоти прилиманських заболочених вод в гирлі р. Довбока за галобністю життєвих форм (позначення – табл. 4.4)

Показником ступеню органічного навантаження в нашому випадку слугувала трофічна структура біоти. З рис.4.21 видно, що в період наповнення (підкреслюємо, що з пересиханням лишались лише стагнофіли-сапрофаги та хижаки з числа стагнофілів) в руслових водах домінував змішаний (рослинно-плотоїдний) тип живлення, що знову вказує на ефемерний статут даного екосистемного утворення.

Стосовно болотяних підтоплень можна відмітити три основних типи – сапрофагію, різноїдність, і хижацтво з присутністю сапроальгофагії, що є характерним для водойм з постійними водоростевими наносами. За такою трофічною структурою таксоцену можна стверджувати про відносну стабільність цього утворення і розглядати як осередок підживлення біорізноманіття лиману при його відновленні на відміну від руслових вод.

Вихідні дані до визначення водного середовища р.Кубанка

Динаміка даного водного об'єкту полягає у тому, що водне середовище зберігається протягом більш-менш значного періоду. З рис. 4.22 видно, що життєві форми представлені як і у Довбоці п'ятьма типами (бентобіонти, бенто-епіфіти, пелагічні, ґрунтові берегової смуги, стагнофіли) у схожих пропорціях.

Ця обставина свідчить про те, що така структура біоти за типами життєвих форм є типовою для того стану, в якому на поточний час знаходяться Довбока та Кубанка і залежать в основному від водності, як

це характерно для пересихаючих малих річок та ефемерних водних утворень.

При значній схожості за загальною структурою життєвих форм для Кубанки була відмічена відмінність за їх внутрішньою структурою по відношенню до мінералізації.

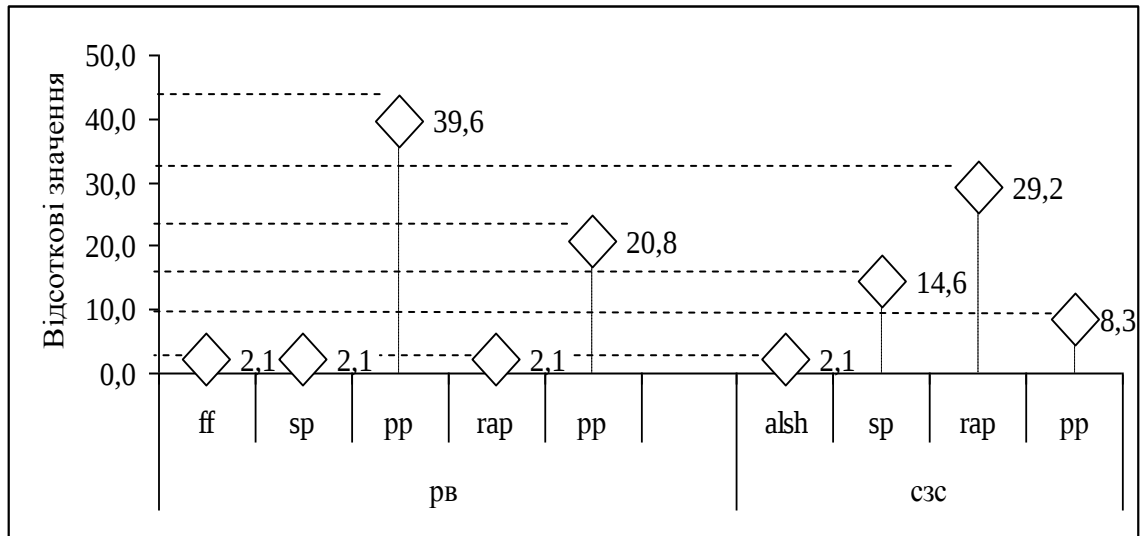


Рисунок 4.21 - Структура трофічного ресурсу водного середовища балки Довбока (позначення – табл. 4.4)

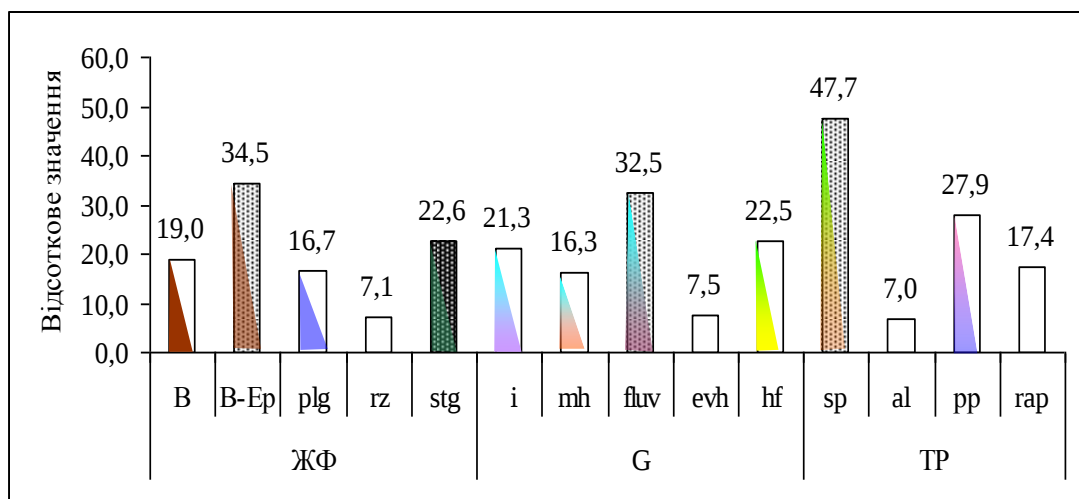


Рисунок 4.22 - Загальна структура індикаторних таксоценів р. Кубанка (позначення – табл. 4.4)

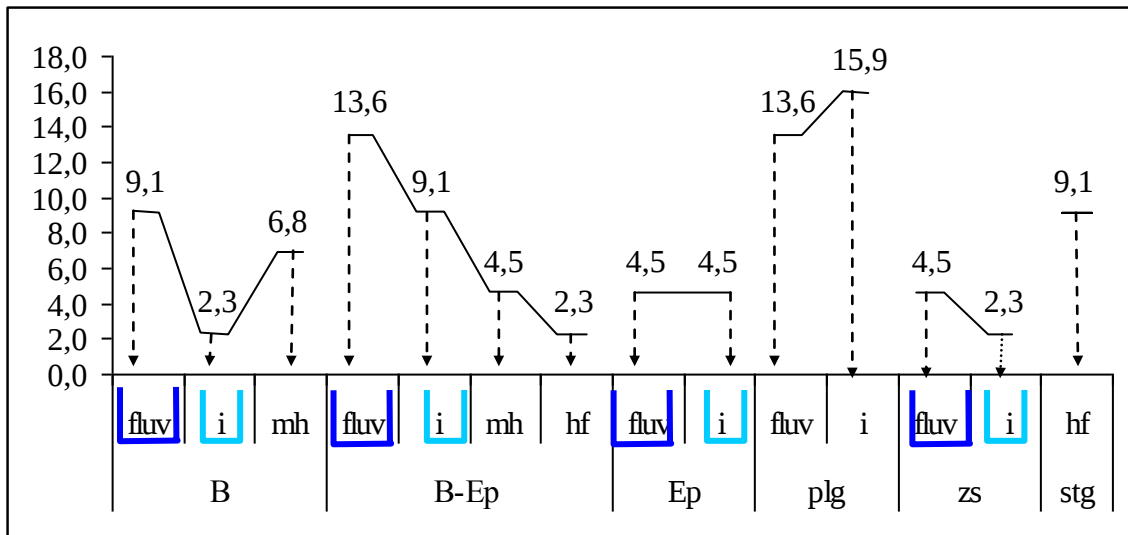


Рисунок 4.23 - Структура біоти руслових вод Кубанки за галобністю життєвих форм (позначення – табл. 4.4)

З рис.4.23 видно, що, наприклад, серед бентобіонтів були три угруповання з присутністю прісноводних олігогалобів, індиферентів та мезогалобів, що свідчить про довгочасову динаміку трансформації донних відкладень від атмосферного розпріснення до осолонення вод при їх висиханні.

Звертає на себе увагу те, що в цілому у прісному водному середовищі на донних відкладеннях локально існують окремі мезогалобні види. Тобто, має місце тенденція сезонного осолонення вод.

Серед бенто-епіфітів були відмічені чотири типи. Два угруповання – прісноводні олігогалоби та індиференти. Вони представляють основний прісноводний комплекс, а декілька видів мезогалобів та галофілів – солоноводний. Таким чином, в придонних шарах серед рослинності також проявляються осолонені зони.

Епіфітні угруповання в цілому мають незначну питому вагу і представлені прісноводним комплексом олігогалобів та індиферентів у рівних співвідношеннях. Такими ж комплексами представлені мешканці товщі води, але зі значною питомою вагою по відношенню до епіфітів. Загалом, пелагічні форми найбільш вагомими за числом видів.

Комплекс життєвої форми супралаторалі (зона заплеску) нечисленний і складається лише з прісноводних олігогалобів та індиферентів. Звертає на себе увагу підвищена доля стагнобіонтів – мешканців угноєних тваринних послідів.

Структура біоти прилиманських заболочених вод в гирлі р.Довбока в своєму складі також мала всі чотири типи життєвих форм, але таку як пелагічний комплекс можна назвати лише умовно: що шар води у прилиманському підтопленні не перевищував 10 см. Як видно з

рис. 4.24, всі типи життєвих форм, за виключенням стагнобіонтів, були представлені у близьких за питомою вагою співвідношеннях. Стагнобіонти ж мають підвищену питому вагу. Види цього комплексу концентрувались в зоні стоку з русла Кубанки у період найбільшої водності і складались виключно з галофілів. З пересиханням цей комплекс зникав і лишались лише галобіонти.

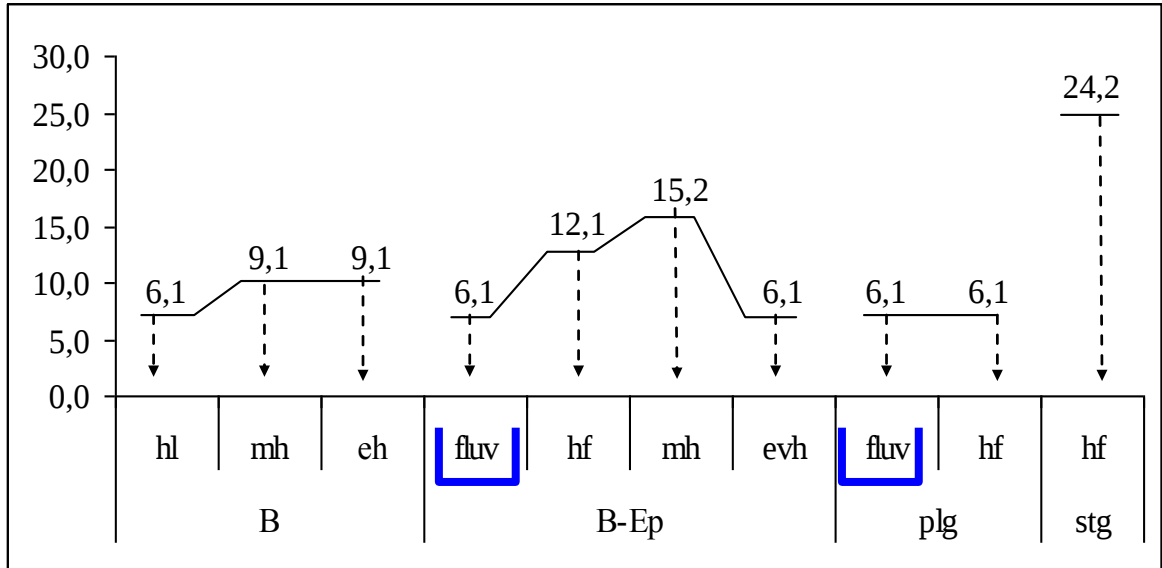


Рисунок 4.24 - Структура біоти прилиманських заболочених вод в гирлі р. Кубанка за галобією життєвих форм (позначення – табл. 4.4)

За трофічною структурою індикаторних таксоценів личинок двокрилих та водних жорсткокрилих водне середовище Кубанки більш різноманітне і стабільне. З рис.4.25 видно, що в руслових водах були відмічені чотири типи харчування – фітофагія, сапрофагія, різноїдність, хижацтво. Причому переважаючими були різноїдність, сапрофагія та

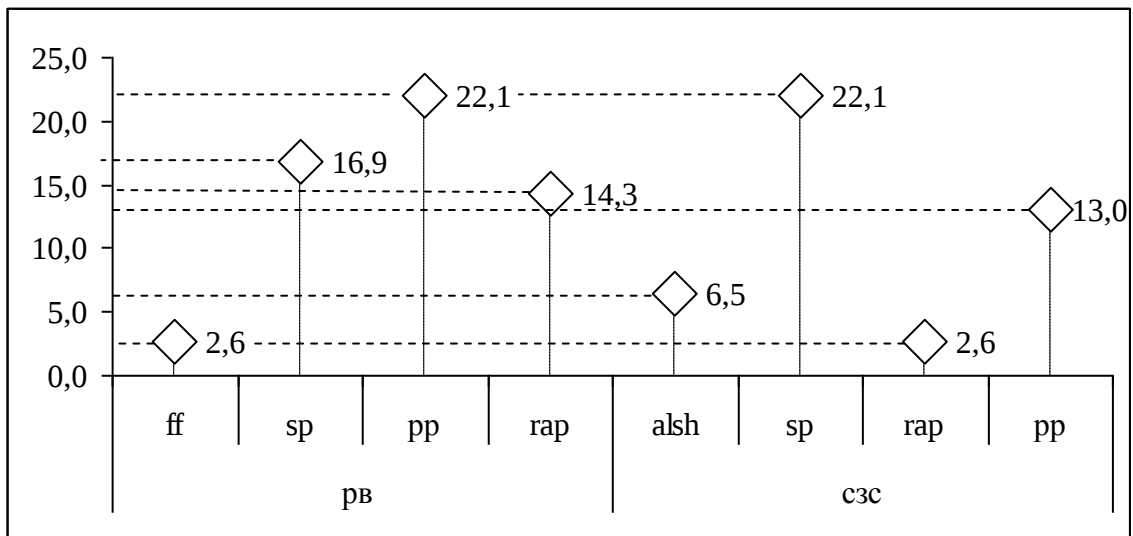


Рисунок 4.25 - Трофічний ресурс водного середовища Кубанки за трофічним статутом індикаторних таксоценів

хижацтво. Фітофаги представлені незначною кількістю видів, що характеризує водне середовище як збіднене у відношенні рослинного макрофітного ресурсу.

Для прилиманського підтоплення характерною була відсутність типової фітофагії, яка заміщувалась альгофагією. Крім того, тут характерним виявилось домінування сапрофагів. Таким чином за трофічним ресурсом водне середовище Кубанки, яке існує більш довгий період, можна назвати відносно сталим, але зі значною долею органічного перевантаження.

Вихідні дані до характеристики водного середовища

Водне середовище Корсунцівської балки являє собою каскад ставків з постійним витокom прісних вод до Куяльницького лиману. Як видно з рис. 4.26, в структурі життєвих форм тут були присутні бентобіонти, бенто-епіфіти, епіфіти, пелагічні, супраліторальні угруповання та комплекс стагнофілів.

Осередок складали бенто-епіфіти, пелагічні та бентичні угруповання. Відмічені сталі комплекси епіфітів та супраліторальних едафобіонтів. Звертає на себе увагу досить велика питома вага

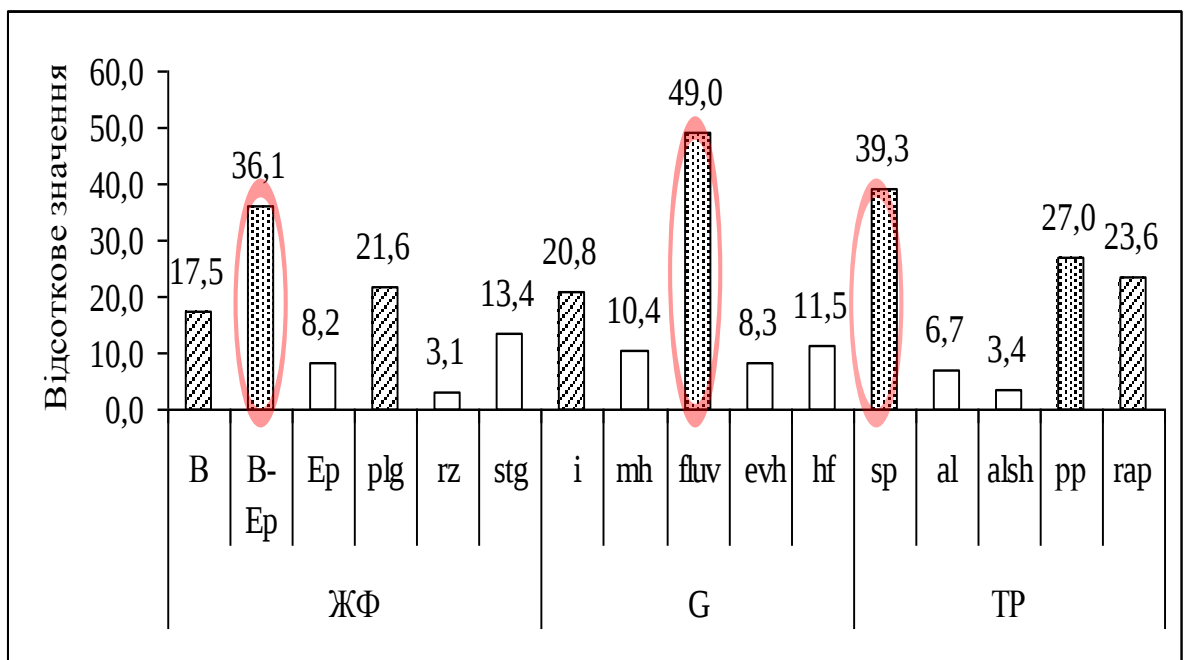


Рисунок 4.26 - Загальна структура індикаторних таксоценів корсунцівських ставків та прилиманської заболоченості (позначення - табл. 4.4)

стагнофілів, які концентрувались у зоні стічних вод у нижньому ставку селища Шевченкове.

За галобністю спостерігалась безумовна перевага прісноводних олігогалобів та індиферентів. Показана присутність солонowodних галофілів, мезогалобів та гіпергінних галобіонтів стосується прилиманської заболоченої смуги у зоні витоків зі ставків. Причому ці комплекси розташовувались у градієнті солоності від опрісненого гирла (галофіли) – мезогалоби – гіпергалинні галобіонти (на межі з лиманськими водами. Особливо цікавим є те, що в цій зоні зустрічались окремі особини артемії та ультрагалинні двокрилі з числа мокреців, хірономід та береговушок.

Структура біоти індикаторних таксоценів у прісних водах ставків, як це видно з рис. 4.27, складалась з бентобіонтів, бентоепіфітів, епібіонтів, справжнього пелагіального комплексу, супраліторального та угруповання стагнофілів.

Показово, що всі життєві форми представлені переважно прісноводними видами, з присутністю індиферентів і незначною долею галофілів серед епіфітів. Загалом така структура є типовою для степових руслових ставків, де є нестача макрофітної рослинності.

Прилиманське підтоплення виявилось особливо цікавим з точки зору структурованості біоти. На відміну від аналогічних утворень Довбоки та Кубанки це підтоплення не пересихає завдяки постійному стоку з Шевченківського ставка. Тут були зареєстровані всі типи життєвих форм і, як видно з рис 4.28, крім характерних для колобережної лиманської берегової смуги галобіонтів, тут присутня значно доля прісноводних олігогалобів.

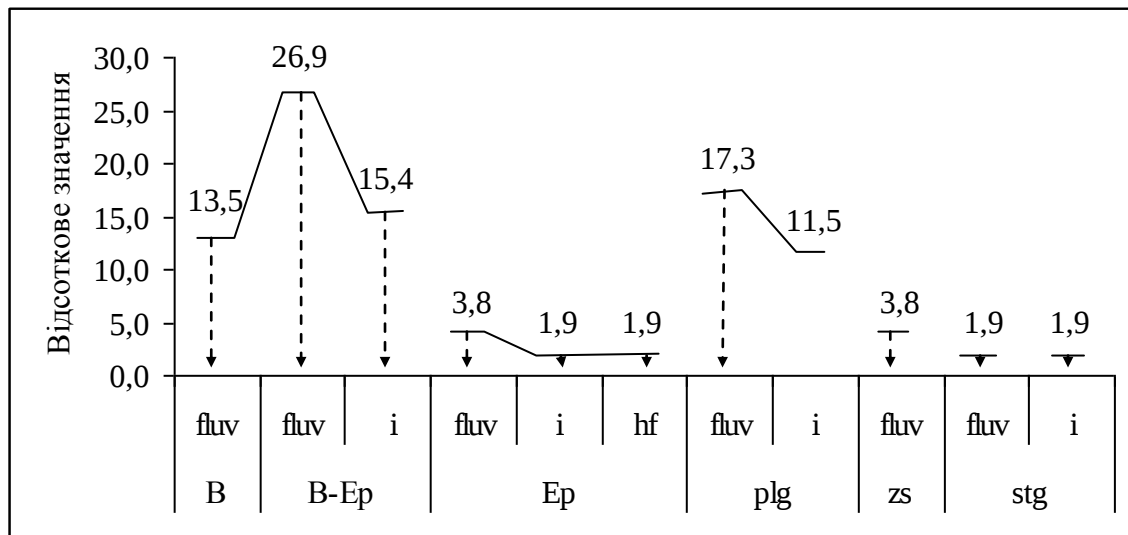


Рисунок 4.27 - Структура біоти ставкових вод за галобністю життєвих форм (позначення як у табл.4.4)

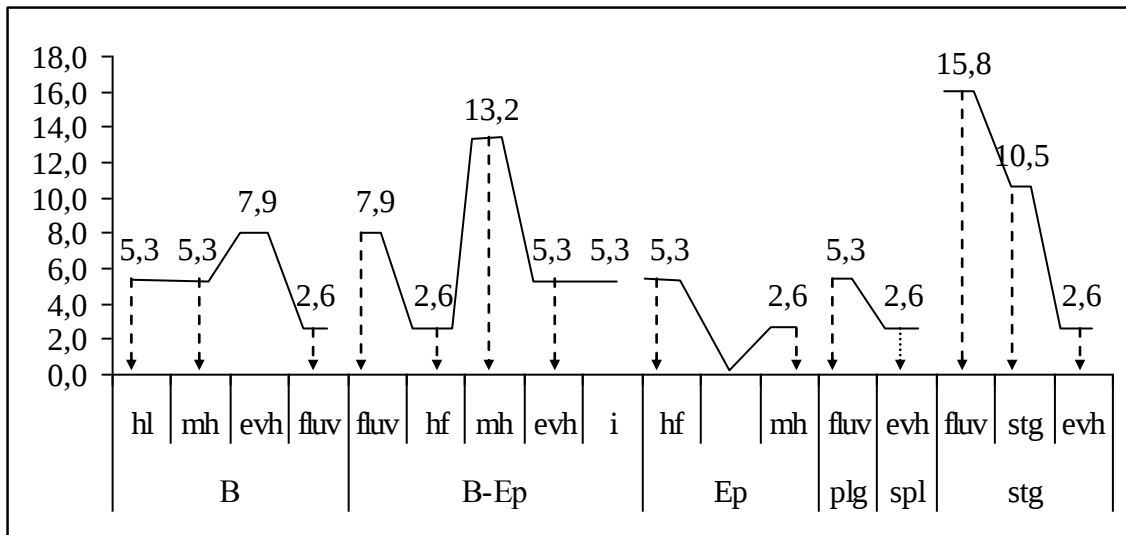


Рисунок 4.28 - Структура біоти прилиманської заболоченості витоку з Корсунців за галобністю життєвих форм (позначення як у табл. 4.4)

4.3.4 Вихідні дані до визначення екологічного стану гирлової частини р. В. Куяльник

Враховуючи, що видове різноманіття біоти гирлової області р. В. Куяльник може обчислюватися тисячами видів, для досягнення поставленої мети, з точки зору достатності, у якості біоіндикатора обрано субценотичну категорію – таксоценоз водних жорсткокрилих.

Водні жорсткокрилі (*Coleoptera*) відповідають необхідним вимогам до підбору біоіндикаторів: мають майже повсюдне поширення, чисельні, мобільні (імаго миттєво перелітають в інші водойми при аномальних для виду змінах середовища), можливий пасивний облік (автоматизований моніторинг) та проведення моніторингу протягом усього року, трофічно різноманітні.

Ключовим критерієм оцінок розглядаються життєві стратегії обраного таксоценозу згідно концепції річкового континууму [189,190].

Всього у таксоценозі водних жорсткокрилих р. В. Куяльник за сукупними даними згідно наведеного нижче переліку визначено 120 видів з родин *Hydraenidae*, *Helophoridae*, *Spercheidae*, *Haliplidae*, *Noteridae*, *Dytiscidae*, *Gyrinidae*. З них на різноїдних припадає 26 видів, плотоїдних – 94.

В межах цієї роботи була виконана гідротопічна спеціалізація водних жорсткокрилих гирлової частини р. В. Куяльник. Під гідротопічною спеціалізацією розуміється приуроченість видів таксоценозу до структур річкової системи (заплав, струмки, колобережні джерела тощо) за певним типом вод, текучістю, солоністю, типу ґрунтів тощо.

За цим гідроекологічним параметром визначається загальна гідроекологічна структура спільноти таксоценозу, яка відзеркалює якісний бік гідрологічних умов водного об'єкту за тривалий час (водність, глибини, наявність і характер проточності й ін.), тобто – структуру і характер гідрологічних утворювачів водного середовища.

Трактування класифікацій приуроченості гідробіонтів до певного типу гідротопів мають дуже широкий спектр. Нами прийнята спрощена схема, адаптована до викладок В.Г. Дедичко [191], що дозволяє співвідносити наявні дані з його опублікованими матеріалами:

а) реофіли – мешканці водотоків:

- річкові реофіли – мешканці руслових біотопів річок;
- струмкові реофіли – мешканці струмків;

б) інундантіофіли – мешканці розливів річок і новостворених заплавних водойм, що мають безпосередній зв'язок з річкою;

в) кренофіли (кребіонти) – мешканці джерел, джерельних боліт і водойм;

г) лімнофіли – мешканці стоячих водойм або стоячих ділянок водотоків:

- політопні лімнофіли – населяють стоячі водойми;
- оліготопні лімнофіли – види, що віддають перевагу стоячим водоймам певного типу (певного розміру або тельматофіли (*A. lineatus*) – мешканці тимчасових водойм).

Різноїдні жорсткокрилі (родина *Hydraenidae*, *Hydrochidae*, *Spercheidae*, *Helophorida*, *Hydrophilidae*) за відношенням до проточності представлені трьома групами – оліготопними лімнофілами, політопними лімнофілами, стагнофілами. Плотоїдні з родин *Haliplidae*, *Noteridae*, *Gyrinidae* – струмковими реофілами, політопними лімнофілами, кренофілами, інундантофілами, реолімнофілами.

З рис. 4.29 видно, що найбільшу питому вагу за кількістю видів

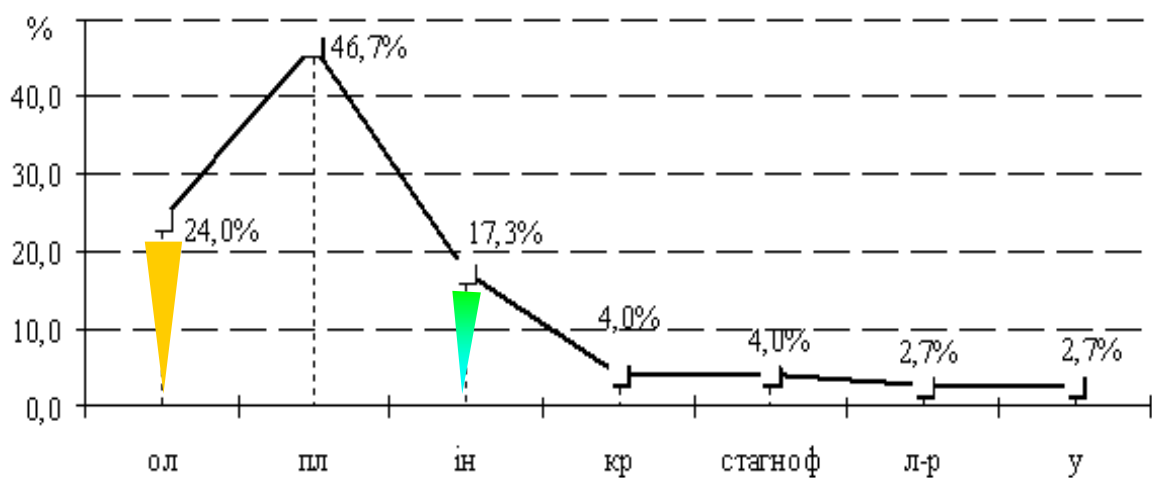


Рисунок 4.29 – Співвідношення видів індикаторного таксоценозу за фактором плинності: ол – оліготопні лімнофіли; пл – політопні лімнофіли; ін – інундантіофіли; кр – кребіонти; стагноф – стагнофіли; л-р – лімно-реофіли; у – убіквісти

мають оліготопні лімнофіли, політопні лімнофіли, нундантифіли. Інші угруповання є малозначущими. Тобто основу таксоценозу складають види, приурочені до лімничних вод

За гідротопічним розподілом до оліготопних лімнофілів відносяться такі види як *Limnebius stagnalis*, *Hydrochus brevis*, *Helophorus micans*, *Hydrochara caraboides*, *Laccobius biguttatus*, *Enochrus melanocephalus*, *Berosus spinosus* та ін.

Групу політопних лімнофілів складають такі види як *Spercheus emarginatus*, *Hydrophilus piceus*, *Peltodetes caesus* (Duft.), *Hydrogliphus geminus* (F.), *Ilybius fuliginosus* (F.), *Laccophilus minutus* (L), *Colymbetes fuscus* (L.).

Інундантифіли представлені такими видами як *Hatipus furcatus* Scv., *Halipus fulvus* (F.), *Agabus labiatus* (Brahm.), *Rhantus grapii* (Gyllen.), *Colymbetes striatus* (L.), *Dytiscus dimidiatus* Bergst, *Dytiscus circumflexus* F та ін.

Кренофіли – *Hatipus lineatocotlis* (Mareh.), *Hvdroporus discretus* Fair., *Agabus paludosus* (F.).

Стагнофіли – *Paracymus aeneus*, *Enochrus caspius*, *Enochrus quadripunctatus*.

Убіквисти – *Liopterus haemorrhoidahs* (F.), *Bidessus unistratus* (Goeze).

Лімно-реофіли – *Laccobius gracilis*, *Hatipus immaculatus* Gerh.

Справжніх реофілів – лише *Agabus biguttatus* (Oliv.).

Структура водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник за галобністю визначена по системі індикаторів галобності, що побудована на основі індикаційної класифікації Кольбе-Хустедта. Вона має широке застосування в індикації стану водних об'єктів, оскільки охоплює великий діапазон концентрацій, властивий природним водам.

Розрізняють такі індикаторні групи водних жуків:

- а) мезогалоби (mh) – солонуваті води (5-20‰);
- б) олігогалоби (oh) – прісноводні, або злегка солонуваті (0-5 ‰);
- в) олігогалоби-галофіли (oh-hl) – переважно прісноводі, але поширені також у водах з невисоким рівнем концентрації NaCl;
- г) олігогалоби-галофоби (oh-hb) – типово прісноводі, такі, що уникають навіть невеликих підвищень солоності.

З рис. 4.30 видно, що для імаго при досить великій кількості олігогалобів – галофобів (типово прісноводних), домінуючою групою є олігогалоби.

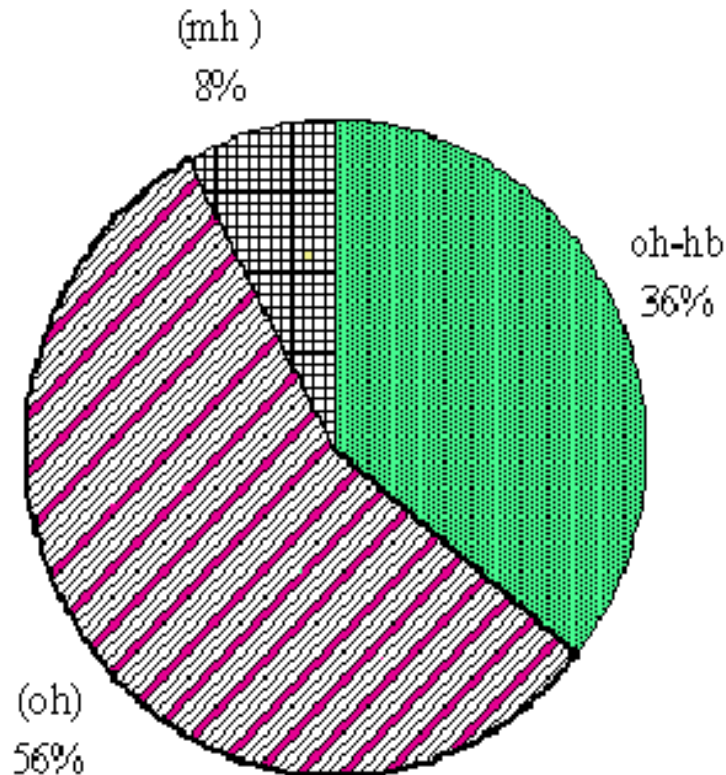


Рисунок 4.30 – Співвідношення видів (імаго) в таксоценозі водних *Coleoptera* р. В. Куяльник за галобністю: oh-hb – олігогалофи-галофоби; oh – олігогалофи; oh – мезогалофи

Таке співвідношення можна вважати типовим для водойм аридної зони, тому воно лише частково показове для гідроекологічних оцінок, де критерієм сезонного зниження водності слугує підвищення рівня солоності вод. Дійсно, при підвищенні солоності питома вага галофобів імаго знижується, але імаго відносно толерантні до короткочасного підвищення солоності. Тому більш показовим стає порівняння галотолерантності на передімагіальних стадіях як більш вразливої фази розвитку. Більше того, не у всіх випадках імаго і личинки одного виду можуть бути однаково галотолерантними

Наприклад, у таких видів як *Hydaticus seminger* (De Ger), *Graphoderus austriacus* (Slurm.), *Gyrinus suffriani* Seriba й ін. імаго відноситься до галофілів, а личинка – до галофобів.

За критерієм галобності личинкової стадії водних плотоїдних жорсткокрилих, співвідношення галотолерантних видів і галофобних майже однакове (рис.4.31). За галобністю в р. В. Куяльник у роки, що передують зневодненню, існувала тенденція до засолення.

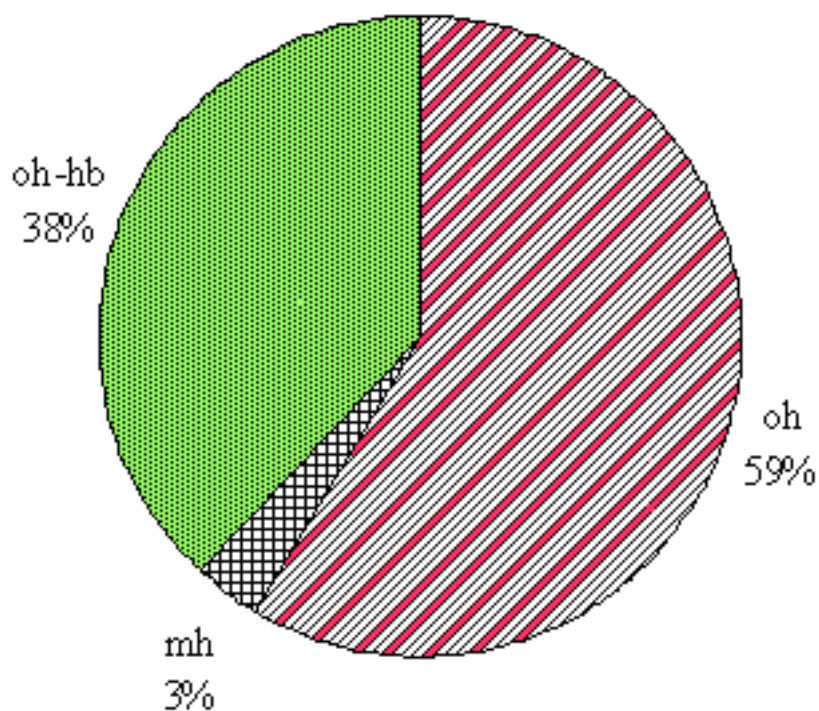


Рис. 4.31 – Співвідношення видів (личинок) в таксоценозі водних *Coleoptera* р. В. Куяльник за галобністю: oh-hb – олігогалофи-галофоби; oh – олігогалофи; oh – мезогалофи

Вагомим аргументом до цієї тези може слугувати структура таксоценозу за гідротопічним розподілом видів певної галотолерантності. Так, з рис. 4.32 видно, що за структурою спільнот таксоценозу водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник серед убіквістів (*Liopterus haemorrhoidalis*, *Bidessus unistratus*) і кренофілів (*Hatipus lineatocotlis*, *Hydroporus discretus*, *Agabus paludosus*) присутні лише олігогалофи з вельми незначною питомою вагою за відношенням до таких з політопних лімнофілів (ПЛ). Лімно-реофіли (*Laccobius gracilis*) представлені лише однією олігогалофно-галофобною формою.

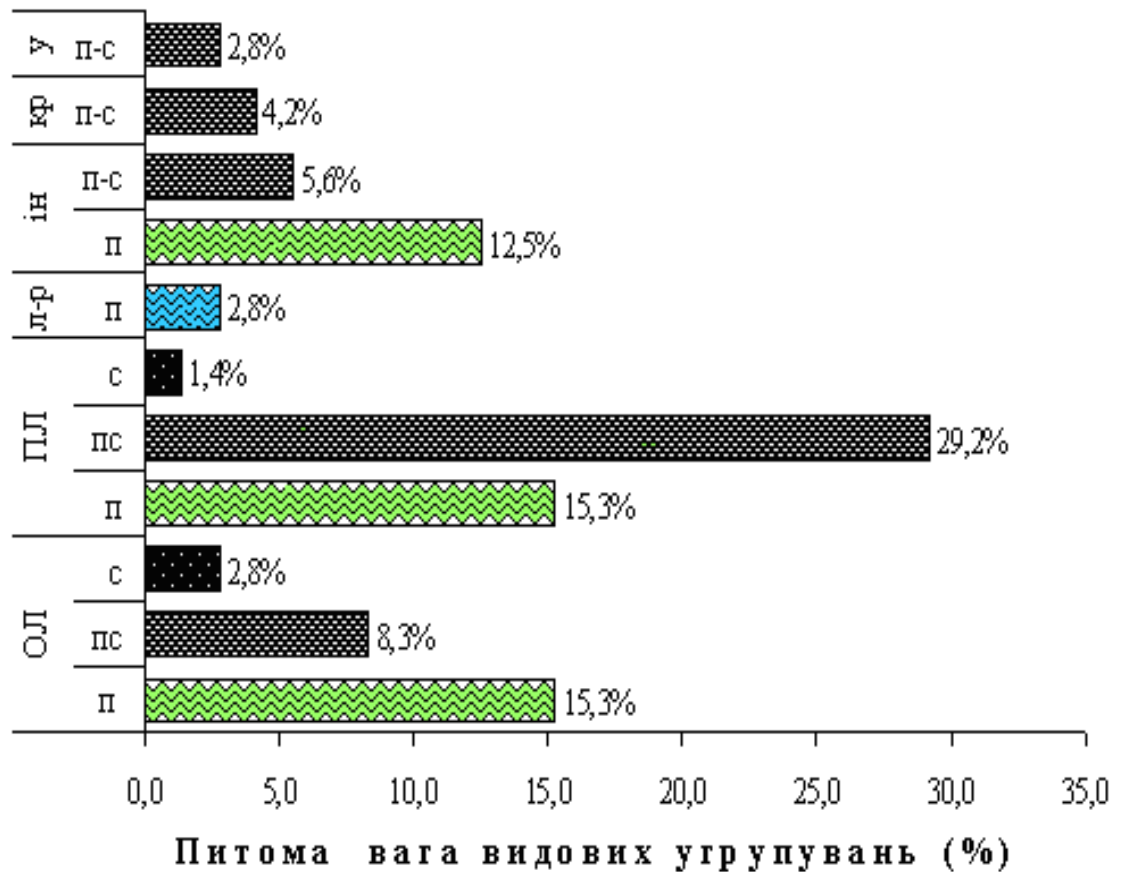


Рисунок 4.32 – Структура таксоценозу водних жорсткокрилих (larvae) р. В. Куяльник за гідротопічним розподілом і галотолерантністю (пояснення в тексті)

Більшим різноманіттям за галобністю представлені лімnofіли. Тут присутні олігогалоби-галофоби (oh-hb), олігогалоби (oh) і мезогалоби (mh). Причому, важливо відмітити, що присутність мезогалобів (*Helophorus micans*, *Hygrotus enneagrammus*, *Hydrogliphus geminus*) за питомою вагою знаходиться на межі випадковості.

Більшим різноманіттям за галобністю представлені лімnofіли. Тут присутні олігогалоби-галофоби (oh-hb), олігогалоби (oh) і мезогалоби (mh). Причому, важливо відмітити, що присутність мезогалобів (*Helophorus micans*, *Hygrotus enneagrammus*, *Hydrogliphus geminus*) за питомою вагою знаходиться на межі випадковості.

Щодо таких форм як олігогалоби і олігогалоби-галофоби, то слід відмітити виразну відмінність у структурі оліготопних (ОЛ) і політопних (ПЛ) лімnofілів. Серед оліготопних лімnofілів переважають олігогалоби-галофоби (такі як *Limnebius stagnalis*, *Helophorus liguricus*, *Hydrobius fuscipes*, *Enochrus melanocephalus*, *Berosus luridus* й ін), а серед політопних – олігогалоби (*Haliphus zacharenkoi*, *Hygrotus inaequalis*,

Agabus bipustulatus, *Ilybius quadriguttatus*, *Rhantus suturalis*, *Dytiscus dimidiatus*, *Cybister lateralimarginalis* та ін.).

Описана структура таксоценозу водних жорсткокрилих на момент, передуючий зневодненню гирлової частини р. В. Куяльник, свідчить, з одного боку, про екологічну сталість з гідроекологічними особливостями осередку, обумовленими такими водними умовами як відсутність проточності (течії), початком засолення через інсоляцію при підвищеній мінералізації і можливих вітрових нагонах збоку Куяльницького лиману.

Трофологічна структура водних жуків у гідроекологічній оцінці гирлової області р. В. Куяльник, характеризує розподіл потоку енергії в екосистемі, що визначається трофікою гідробіонтів та досить надійно характеризується співвідношенням водних організмів з різними стратегіями харчування (фільтраторів, збирачів, детритофагів, хижаків й ін.).

Так, перевага фільтраторів за чисельністю показує, що екосистема добре справляється з самоочищенням, а перевага детритофагів, навпаки, є ознакою органічного забруднення. Також встановлено, що при негативних впливах на гідроекосистеми, роль хижаків закономірно зменшується. Таким чином, трофічна структура таксоценозу водних жуків обов'язково має бути присутньою у системі гідроекологічних оцінок.

Для таксоценозу водних жуків гирлової області р. В. Куяльник з літератури, що стосується харчування водних жуків, встановлено такі трофічні типи:

а) фітофаги – *Peltodetes caesus* (Duft.), *Brychius elevatus eristatus* (Sachberg, 1873) та ін.;

б) сапрофаги – види родів *Laccophilus*, *Ilybius*, *Hydroglyphus*, *Agabus*, *Liaphlus*; зоофаги – *Acilius canaliculatus* Nicol., *Hydrobius fuscipes* L., види родів *Anacena*, *Rhantus*, *Haliplus*, *Gyrinus*, *Dytiscus*, *Cecyon*, *Cybister*, *Graphodes*, *Scarodytes halensis* (F.);

в) детритофаги – *Spercheus*, *H. griscus* F., 1775, *Hydrobia*, *Haliplus lineatocolis* (Mareh.), *Noterus clavicornis* (De Geer);

г) поліфаги – види родів *Coelostoma*, *Hydrochara*, *Bidessus*, *Hygrotus*, *C. striatus* (L., 1758).

З рис. 4.33 видно, що у трофологічній структурі водних жуків у 1973-2006 рр. проглядається відносно невелика питома вага детрито- і сапрофагів – споживачів рослинного і тваринного опадів. З цього витікає, що для пониззя р. В. Куяльник не є характерною підвищена евтрофікація з відповідним насиченням органікою. Натомість спостерігається превалювання хижаків з досить значною питоною вагою поліфагів зі змішаним рослинно-плотоїдним харчуванням.

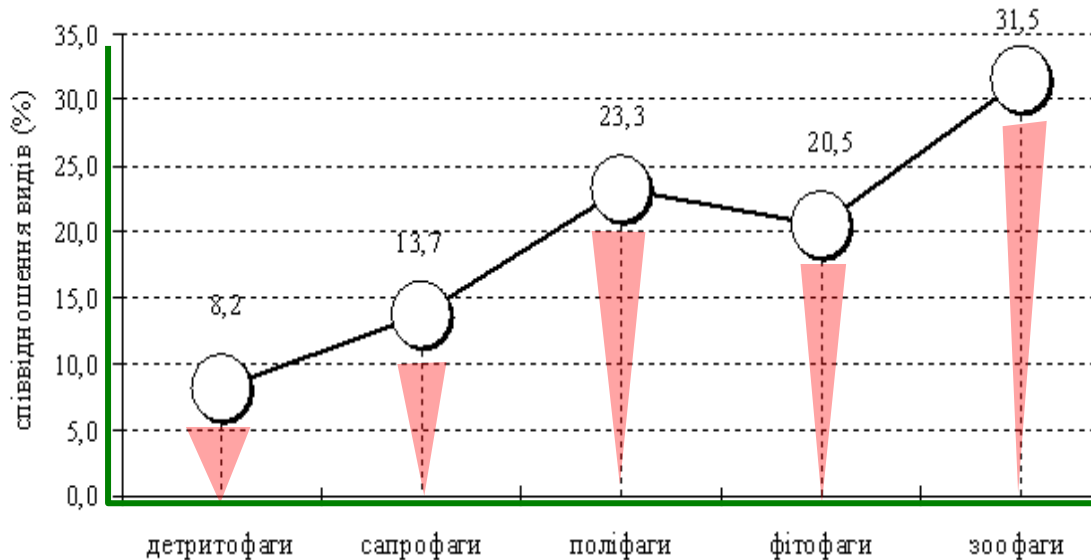


Рисунок 4.33 – Трофологічна структура водних жорсткокрилих гірлової області р. В. Куяльник (2000-2006 рр.)

Таким чином, у попередні періоди існувала структурована трофічна мережа, характерна для сталих мезотрофних умов, тобто, була відносно стабільна проточність з тенденцією сезонного зменшення.

4.4 Вихідні дані до визначення гідробіологічного складу біоти Куяльницького лиману

В різні історичні періоди спостерігалось як розпріснення, так і підвищення солоності вод Куяльницького лиману. В літературі описані повноводні періоди, коли в верхів'я лиману було цілком прісним і періоди (1907, 1925 рр.), коли лиман пересихав повністю (як зараз) і його води поповнювались морськими через штучні канали між лиманом і морем). Таким чином біота Куяльницького лиману за динамікою солоності його вод неминуче зазнавала відповідні зміни у своєму складі. При цьому завжди мали місце прісноводна складова, солоноводна та гіпергалінна.

Прісноводна біота концентрувалась в місцях впадіння до лиману малих річок та виходу прісних вод з оточуючих ставків.

Прісноводну біоту в основному формувала річка Великий Куяльник і були пікові періоди, коли у верхів'я лиману існував промисел прісноводної риби – щуки, коропа, карася та ін.

Солоноводна біота мала зону в середній частині лиману, а гіпергалінна – в південній частині.

Одним з головних осередкових елементів екосистеми Куяльницького лиману була р. В. Куяльник, а її гирлова область - найважливіша прісноводна складова ценозу верхів'я лиману, де видове різноманіття біоти обчислювалось тисячами видів. Повних даних про її склад не існує, але є деякі напрацювання з альгофлори [193], водних жорсткокрилих, двокрилих з даними про їх екологічну структуру, що дає змогу охарактеризувати головні риси екосистемної організації прісноводного верхів'я Куяльницького лиману. Однією з найбільш повних є дані з альгофлори річки В. Куяльник. За цими даними число видів досягає 111, які належать до 59 родів, 37 родин, 21 порядку, 11 класів з числа Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta та Charophyta. З них планктонні форми складають 19,0%, бентосні - 46,8 %, перифітонні - 34,2 %.

За показником галобності в загальній структурі альгофлори нараховано олігогалібів 64,0 %, індіферентів - 42,4 % та галофілів - 21,6 %. Мезогаліби складають 24,3 %, а евригалинні – 5,4 %.

Тоді, як видно з рис 4.34, визначається, що домінуючим угрупованням серед планктонних, перифітонних та бентосних форм

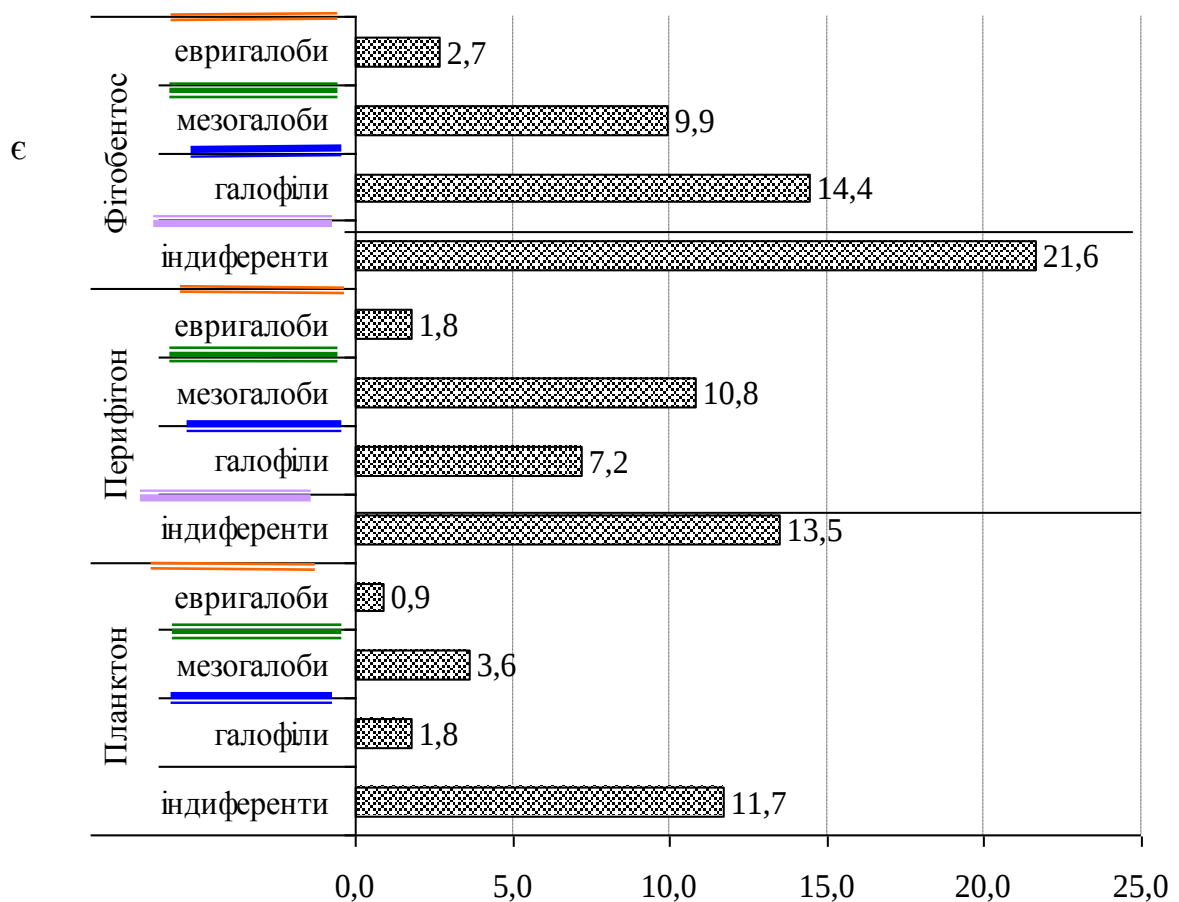


Рисунок 4.34 - Структура життєвих форм водоростей річки Великий куяльник за галотолерантністю (% співвідношення)

індиференти, Звертає на себе увагу також те, що в складі кожної життєвої форми досить велика загальна питома вага галофілів, мезогалобів, евригалобів. Так, для планктону в сумі вони складають 6,3%, перифітону – 19,8%, фітобентосу - 17%. Загалом же, як видно з наведених матеріалів всі ці види водоростей мають широку галотолерантність як мешканці високомінералізованих вод р. В. Куяльник.

Аналогічний аналіз альгофлори безпосередньо для Куяльницького лиману за матеріалами 2001-2008рр також вказує на присутність олігогалобів, але структуру альгофлори складають ті ж угруповання видів. З рис 4.35. видно, що на відміну від річки В.Куяльник, фоновими угрупованнями серед всіх життєвих форм в Куяльницькому лимані були мезогалоби. Тобто, якщо визнати, що головним джерелом видового наповнення водоростями Куяльницького лиману була річка В. Куяльник,

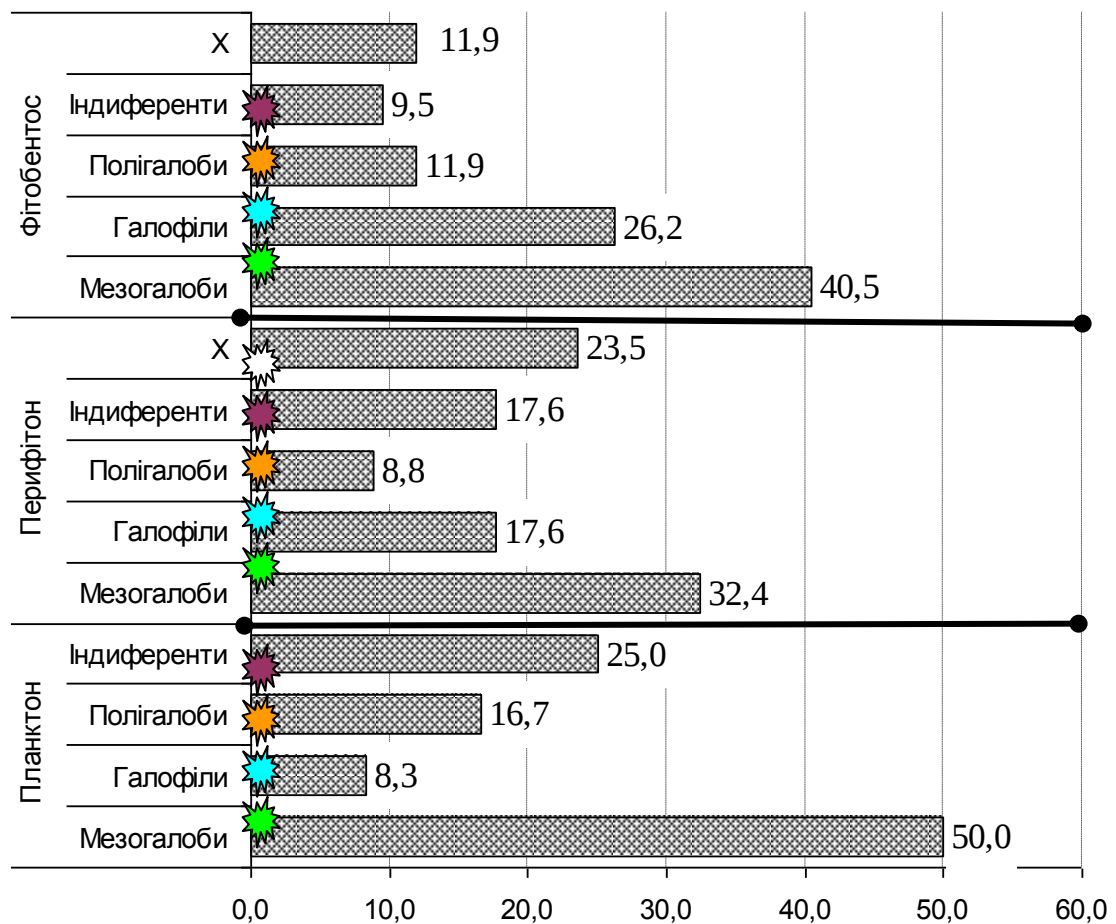


Рисунок 4.35 - Структура життєвих форм водоростей КЛ за параметрами кількості видів та їх галотолерантністю (% співвідношення)

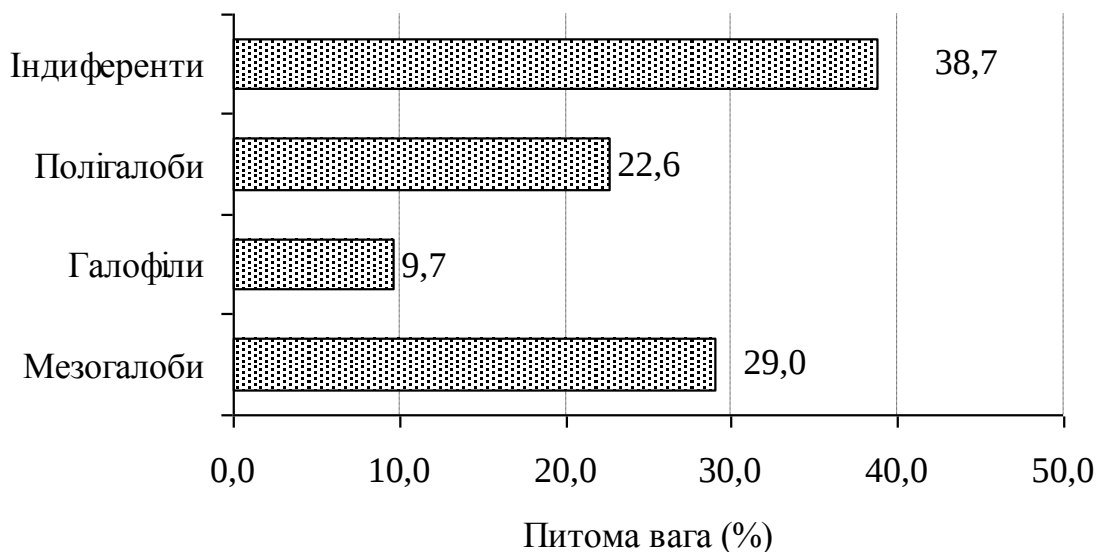
то можна стверджувати, що напрям структурної трансформації видового складу в Куяльницькому лимані йшов від домінування індиферентів (0-20‰) у бік становлення мезогалобного ядра (20-30‰). І лише з

досягнення солоністю води значень 180—230 ‰ (2007—2008 гг.) було відмічено лише 5 видів водоростей (*Oscillatoria amphibia*, *Amphora angusta*, *Navicula gregaria*, *Dunaliella salina*), а при підвищенні солоності до 340 ‰, лишалась лише *D. salina*.

Склад та структура зоопланктону і зообентосу в р. В. Куяльник вивчався постійно, тому відомості про цю складову біоти обмежені.

Стосовно зоопланктону та зообентосу для різних періодів стану Куяльницького лиману існує зведення [91], в якому для різних рівнів солоності лиману приводиться якісний і кількісний склад біоти як слідство мінливих гідрохімічних умов. При цьому звертає на себе увагу та обставина, що з поля зору багатьох поколінь гідробіологів випали численні за видовим складом та біомасою такі групи як двокрилі. Між тим, галофільні двокрилі – це таксоцени, які за своїм значенням не можуть лишатись поза увагою при будь-яких гідроекологічних оцінках [92-95]. В зв'язку з цим, ми вважаємо доцільним заповнити цей пробіл матеріалами, що були нами накопичені за період 1987-2012 рр.

За нашими даними до 2008 р. таксоцен галофільних двокрилих Куяльницького лиману складався з 31 видів родин *Culicidae*, *Stratiomyidae*, *Tabanidae*, *Empididae*, *Syrphidae*, *Ephydridae*, *Chironomidae*. Як видно з рис.4.36, серед них типово прісноводні не відмічались. Умовно прісноводним елементом можна вважати індіферентів, які витримують солоність до 20‰. Саме ці види концентрувались в місцях витоку малих річок, струмків з Корсунцівських Ставок та джерел вздовж берегової смуги лиману. В цих же осередках полігалофи разом з мезогалобами складали супраліторальний та бентосний літоральний комплекси верхів'я лиману і у в гирлі р. В. Куяльник. В середній та



Рисінок 4.36 - Структура таксоцену бентосних личинок двокрилих Куяльницького лиману за галобністю

низовій частках лиману осередок завжди складали галофіли та гіпергалобіонти.

На час, коли солоність лиману перевищила 250‰ лишались лише гіпергалобіонти з числа мокреців та *Ephydriidae*.

На даний час водна біота верхів'я Куяльницького лиману повністю зникла. Залишки минулого біорізноманіття відносно недавно знайдені у середній і низовій частині. [199]. На 2001 рік виявлено лише декілька видів автохтонної гіпергалінної і галофільної гідрофауни – *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), *Chironomus salinarius* Kieffer 1915, *Halliella taurica* Tsch., 1949, *Nereis succinea* Frey & Leuckart, 1847. Ці види мають досить широкі ареали, тому питання особливостей екології можуть бути доповненими з літературних джерел, присвячених цим видам. Але перепорою у цьому може стати деяка таксономічна невизначеність таких видів як *Artemia salina* і *Nereis succinea*. У зв'язку з цим відмічаємо, що за сучасними уявленнями, вид *Artemia salina*, вважається вимерлим і все що нині ідентифікується як *Artemia salina* відноситься до іншого номенклатурного виду - *Artemia tunisiana* Bowen and Sterling, 1978. Поліхета *Nereis succinea* Frey & Leuckart, 1847 за сучасною системою віднесена до іншого роду *Alitta* і в літературі цей вид означається як *Alitta succinea*.

Зауважимо, що динаміка структури біоти гіпергалінних водойм підкоряється градієнту солоності, а солоність розглядається як лімітуючий фактор у відповідності із загальновідомим законом Тінемана-Лібиха та з концепцією відносності і множинності бар'єрних зон солоності, де значення хорогалінних зон в реальних умовах осолонення-розпріснення обумовлюють різний гідрохімічний режим з заміщенням складу біотичних спільнот з різними параметрами галобності. Головною такою доведеною закономірністю, яка визначає порядок структурно-функціональних змін біоти, є уявлення про критичну солоність [200-203] та існування хорогалінних зон, що обумовлюють просторову структуру гідробіологічних режимів за градієнтом солоності [204,205]. Класифікація значень хорогалінних зон була показана на прикладі океанічних вод, Каспію та Аральського моря [206]. За цими матеріалами зон 7 і параметри мінералізації кожної з них визначають склад гідробіонтів за їх галотолерантністю. З цього витікає, що при розпрісненні Куяльницького лиману очікується поява різних галобних зон з властивою їм біотою так як це було (або близько до цього) в різні періоди формування Куяльницького лиману. До сказаного доречно зауважити, що Куяльницький лиман є внутрішнім водоймищем, для якого властивий істотний вплив на гідрохімію вод і донних відкладень стоків від атмосферних опадів з берегової смуги і особливо з постійно підтопленої її частини, яка за класифікацією приморських водно-болотних угідь являє собою колобережне солоне болото з ознаками крайової системи [207-209]. У цьому сенсі підтоплена берегова смуга не

повинна вислизати з уваги при екосистемних оцінках Куяльницького лиману. Тут зосереджена певна фітомаса солонцевих макрофітів, ґрунтових галобіонтів з числа безхребетних, які привносять в лиман свою частку органіки (зауважимо, що ця структурно-функційна складова значною мірою стабільна) в тому числі у вигляді розчинених органічних речовин, які займають значуще місце в осмотичному харчуванні водних галобіонтів [210].

З проаналізованих матеріалів можна визначити, що реабілітація Куяльницького лиману буде супроводжуватись поступовим відновленням біоти вздовж градієнта солоності до сталої ультрагалобної спільноти гідробіонтів з бальнеологічним значенням. Створення таких умов полягає у розпрісненні Куяльницького лиману до таких значень мінералізації, при яких можливе існування цієї спільноти. Вважається, що ключовою екобіоморфою в таких спільнотах є фільтратори *Artemia* ssp.

Для Куяльницького лиману у попередні періоди визначався такий вид як алохтонний *Artemia salina*. В цьому сенсі звертає на себе увагу та обставина, що для кримських озер цей вид не наводиться і до цього істотним є зауваження (як це було сказано вище) відносно того, що номінативних вид (*Artemia salina* (Linnaeus, 1758) з солоного озера Лівінгтон в Англії вважається вимерлим і його заміщує європейсько-середземноморський *Artemia tunisiana* Bowen and Sterling 1978. Однак в літературі цей таксон практично не згадується. Більш того, вважається, що для більшості водойм, де виявлені артемії їх таксономічний статус є не визначеним і тому рекомендується використовувати для бісексуальних популяцій тільки назва роду *Artemia* Leach, 1819, а для партеногенетичних – *Artemia parthenogenetica* Barigozzi, 1974. [211], що і відбувається в дослідженнях останніх років. Зрозуміло, що таксономічна невизначеність обмежує можливості для практичного використання напрацьованих даних з аутоекології видових популяцій. Зокрема, існують хороші лабораторні опрацювання, наприклад, з вивчення відношення до температури і солоності для виду, позначеного як *Artemia salina* [212], але у зв'язку з неясним таксономічним статусом лабораторного об'єкта ці дані неможливо екстраполювати на природні популяції, так само як і отримані дані в природних умовах.

4.4.1 Очікувані сценарії формування біоти Куяльницького лиману при альтернативному наповненні водами з Чорного моря та інших водних об'єктів

Як було оговорено вище, структура біоти гіпергалінних водойм у своєму становленні залежить від зональної структури, де головним лімітуючим фактором є солоність. Згідно уявленням про бар'єрні зони солоності при наповненні Куяльницького лиману водами різних рівнів

мінералізації очікується формування проміжних комплексів планктону і бентосу згідно тих хорогалінних зон, які будуть утворюватись при розпрісненні вод лиману. Хід становлення буде залежати від джерела наповнення. При цьому треба особливо усвідомити можливість проблеми надлишку органічної речовини, що буде надходити з цими водами. Цей надлишок буде формувати тваринний та рослинний опад з організмів, що будуть надходити з альтернативними водами і загиблих особин планктону та бентосу при стиканні з позамежною для них солоністю. Надлишки органічної речовини в умовах, де ще не існують сталі екологічні механізми її утилізації з великою вірогідністю можуть призвести до евтрофікації з відомими наслідками.

Ризик перенакопичення органіки за рахунок надлишкового органічного баласту визначає потребу у відповідних запобіжних заходах, заснованих на відомих закономірностях впливу солоності по меншій мірі на первинну продукцію. Крім того, відомо, що у зонах перемішування вод з різною солоністю існують ділянки, що характеризуються різними величинами первинної продукції і деструкції органічної речовини. Показано, що там де є, наприклад, підтік морських вод, масовий розвиток фітопланктону спостерігається на самих ранніх стадіях перемішування. При цьому в місцях масового розвитку фітопланктону і у зонах, де концентрується органічна речовина спостерігається підвищення швидкості її деструкції. Важливим моментом в розумінні становлення механізмів деструкції є закономірність, що уздовж градієнта солоності є декілька стабільних гідробіологічних режимів, в яких домінують або планктонні або донні продуценти. Зміна солоності води призводить до зміни цих режимів. Важливими елементами переходу від одного гідробіологічного режиму до іншого є ступінь стійкості екобіоморф конкретних видів до підвищення солоності води і зміни уздовж градієнта солоності біотичних взаємодій між організмами суміжних трофічних рівнів. На цих уявленнях можна створити сценарії найбільш вірогідної динаміки гідробіологічного режиму при наповненні Куяльницького лиману.

Так, за переліком солоноводних гідробіонтів з морськими водами Одеської затоки до лиману гіпотетично можуть потрапити особини близько тисячі видів планктону та бентосу, з них в Куяльницькому лимані вже реєструвалось їх частка (табл.4.5). До таких входять види з широкими ареалами, що визначає можливість їх існування у типових морських водах з мінералізацією, що значно перевищує чорноморську і саме це обумовлює їх адаптаційну здатність до підвищеної мінералізації в Куяльницькому лимані. Крім того, в складі чорноморської біоти присутні евригалоби здатні до існування в ультрагалінних умовах з моменту надходження морських вод.

Таблиця 4.5 - Зведені дані про склад біот солоних водойм північно-західній частині Чорного моря і відзначених в Куяльницькому лимані (за літературними даними та нашими доповненнями: 1 - види, виявлені до 1965 р., 2 - види, виявлені за період 1966-2003 рр.; Б-Будакський, С - Сухий, Х - Хаджібейський, К - Куяльницький, БА-Великий Аджалицький, МА-Малий Аджалицький, Т – Тилігульський; ГІ – галобність.

Вид	ПЗЧМ		Лимани ПЗПЧ							
	1	2	Б	С	Х	К	БА	МА	Т	ГІ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФІТОПЛАНКТОН										
Відділ <i>BACILLARIOPHYCEAE</i>										
<i>Dialoma vulgare</i> Bory, 1828 var. <i>vulgare</i>	+	+				+		+		
Відділ <i>CHLOROPHYTA</i>										
<i>Dunaliella salina</i> (Dunal.) Teod., 1905						+	+			
<i>D. viridis</i> Teod., 1905						+	+			
Відділ <i>PRYMNESIOPHYCEAE</i>										
<i>Pseudokephyrion schideri</i> Conr., 1933						+	+			
Відділ <i>CYANOPHYTA</i>										
<i>Aphanothece salina</i> Elenkin et K. Daniels						+				
<i>Lyngbya confervoides</i> Ag., 1824	+	+				+				М
<i>L. lutea</i> (C. Agardh) Gomont						+				М
<i>Oscillatoria amoena</i> (Kiitz.) Gomont						+				
<i>O. amphibia</i> C. Agardh						+				ГІ
<i>O. brevis</i> (Kiitz.) Gomont						+				ГІ
<i>O. kisselevii</i> Anissimova	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>O. komarovii</i> Anissimova			+			+				

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>O. limosa</i> C. Agardh		+				+				М
<i>O. margaritifera</i> (Kiitz.) Gomont	+	+				+				М
<i>O. nigro-viridis</i> Phw.	+	+				+				
<i>O. quadripunctulata</i> Bruehl						+				
Phormidium sp.		+				+		+		
Spirulina major Kiitz.						+				ГЛ
<i>S. meneghiniana</i> Zanardini	+	+				+				М
<i>Nostocales</i>										
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	+	+				+				М
<i>Calothrix fusca</i> (Kiitz.) Bornet et Flahault			+	+		+		+		
<i>Nostoc sphaeroides</i> Kiitz.						+				
<i>BACILLARIOPHYTA</i>										
<i>Coscinodiscophyceae</i>										
<i>Thalassiosirales</i>										
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Ktitz	+	++				+	+		+	ЗЛ
<i>T. baltica</i> (Grun.) Ostf., 1901	+	+		+		+		+		М
<i>Melosirales</i>										
<i>Melosira moniliformis</i> (O. Mull.) C. Agardh	+	+	+			+		+		М
<i>Fragilariophyceae</i>										
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs) D.M. Williams et Round						+				М
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+				+		+		інд

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kiitz.) Boye Pet.			+		+	+				інд
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams et Round	+		+		+	+		+		інд
<i>T. tabulata</i> (C. Agardh.) Snoeijis					+	+		+		інд
<i>Licmophorales</i>										
<i>Licmophora dalmatica</i> (Kiitz.)		+				+				пг
<i>Bacillariophyceae</i>										
<i>Cymbellales</i>										
<i>Cymbelia helvetica</i> Kiitz.						+				інд
<i>C. ventricosa</i> Kiitz.						+				інд
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb			+			+				інд
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.						+	+			гл
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	+	+				+		+	+	гл
<i>Achnanthales</i>										
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	+	+		+		+		+	+	пг
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenb.	+	+				+	+	+	+	інд
<i>C. kujalnitzkensis</i> Gusl. et Gerasimiuk						+				м
<i>Naviculales</i>										
<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentep.) Grunow			+			+		+		гл
(Bory) Cleve										гл
<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G. Mann				+		+	+			м

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Diploneis smithii</i> (Breb.) Cleve	+	+				+				ЗЛ
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kiitz.) Stickle et D.G. Mann	+	+				+				М
<i>Gyrosigma spenceri</i> (E.I. Quekett) J.W. Griff. et Henfr	+					+				М
N. lorenziana Grunow										ПГ
N. pseudohybrida Hust.						+				ПГ
N. scalpelliformis (Grunow) Grunow						+				М
N. sigma W. Sm.	+					+				М
Tryblionella apiculata W. Greg.	+	+				+				ІНД
T. hungarica Grunow	+					+				ІНД
T. levidensis W. Sm.	+					+				ГЛ
Epithemia sorex Kiitz						+				ГЛ
Rhopalodia gibba (Ehrenb.) O. Mull						+				ГЛ
Rh. gibberula (Ehrenb.) O. Mull.						+				ГЛ
Entomoneis alata (Ehrenb.) Ehrenb						+				ПГ
E. paludosa (W. Sm.) Reimer						+				ПГ
Surirella brebissonii Krammer et Lange-Bert	+	+				+				ГЛ
S. ovalis Breb.	+	+			+	+				ГЛ
S. striatula Turpin						+				М
						+				
						+				
<i>Culicidae</i>										
<i>Aedes caspius</i> Pall		+	+	+	+	+	+	+	+	ЕЗ

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Stratiomyidae</i> - Левинки										
<i>Odontomyia tigrina</i> (F., 1775)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>ind</i>
<i>Odontomyia angulata</i> (Panzer, 1798)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Odontomyia argentata</i> (F., 1784)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh- hl</i>
<i>Stratiomys singularior</i> (Harris, 1776)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>hl</i>
<i>Stratiomys chamaeleon</i> (L., 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>evh</i>
<i>Tabanidae</i> - Гедзи										
<i>Chrysops flavipes</i> Meigen, 1804	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>Tabanus unifasciatus</i> Loew, 1858	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>i</i>
<i>Hybomitra acuminata</i> (Loew, 1858)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>H. erberi</i> (Brauer. et Ber., 1880)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>H. (H.) peculiaris</i> (Szilady, 1914)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>i</i>
<i>H. (H.) ukrainica</i> (Olsufjev, 1952)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>Empididae</i> - Товкунці										
<i>Hemerodromia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>mh (x)</i>
<i>Dolichocephala</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>mh (x)</i>
<i>Syrphidae</i> - Мухи-дзюрчалки (криски)										
<i>Eristalis pratorum</i> Meigen, 1822	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>mh</i>
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>Родина Ephydridae</i> - Мухи-береговушки										
<i>Brachydeutera</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>i (x)</i>
<i>Dichaeta caudata</i> Fallen, 1813	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>
<i>Paracoenia fumosa</i> (Stenh., 1844)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh- mh</i>
<i>Dichaeta caudata</i> Fallen, 1813	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>i</i>
<i>Parydra pusilla</i> (Meigen, 1830)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>oh</i>

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Scatella paludum</i> (Meigen, 1830)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	oh- mh
<i>Chironomus halophilus</i> Kieff., 1913.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	mh
<i>Chironomus salinarius</i> Kieffer, 1915	+	+	+	+	+	+	+	+	+	eh
<i>Cricotopus sylvestris</i> Fabricius, 1794	+	+	+	+	+	+	+	+	+	mh
<i>Procladius choreus</i> Meigen, 1804	+	+	+	+	+	+	+	+	+	hl
<i>Tanypus punctipennis</i> Meigen, 1818	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linne), 1758	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Paratanytarsus inopertus</i> (Walr, 1856)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	oh
<i>Chironomus plumosus</i> (Linne, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	oh- mh
<i>Chironomus annularius</i> Meigen, 1818	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Chironomus albidus</i> Konst., 1956	+	+	+	+	+	+	+	+	+	mh
<i>Chironomus dorsalis</i> Meigen, 1830	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Cupteeladopelma viridula</i> (F., 1805)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i- oh
<i>Parachironomus arcuatus</i> Goet., 1921	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Ceratopogonidae</i> - мокреці										
<i>Sphaeromias candidatus</i> (Loew, 1856).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	eh
<i>Bezzia</i> (Homobezzia) <i>xantocephala</i> Goetghebuer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	oh
<i>Bezzia nobilis</i> (Winnertz, 1852)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	i
<i>Culicoides riethi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	eh
<i>Culicoides puncticollis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	eh
<i>C. transcaspicus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	eh
<i>Жорсткокрилі Hydraphaga</i>										
<i>Haliplidae</i>										

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Peltodetes caesus</i> (Duft.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hatipus lineatocotlis</i> (Mareh.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hatipus obliquus</i> (F.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hatipus ruficollis</i> (De Geer)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Halipus zacharenkoi</i> Gramma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hatipus maculatus</i> Motsch.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Noteridae</i>										
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Noterus crassicornis</i> (Mull.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Dytiscidae</i>										
<i>Liopterus haemorrhoidahs</i> (F.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Bidessus nasutus</i> Sharp, 1887	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Bidessus unistratus</i> (Goeze)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hydrophilus geminus</i> (F.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>c</i>
<i>H. impressapunctatus</i> (Schal)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hygrotus confluens</i> (F.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hvgrotus enneagramus</i> (Aub.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>c</i>
<i>Hvdroporus planus</i> (F.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Hvdroporus discretus</i> Fair.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Agabus biguttatus</i> (Oliv.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Agabus didymus</i> (Oliv.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Laccophilus poecitus</i> Kiug.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Rhantus grapii</i> (Gyllen.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Rhantus frontalis</i> (Marshani)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Colymbetes striatus</i> (L.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Dytiscus circumflexus</i> F.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Oligochaeta</i>										
<i>Limnodrilus profundicola</i> (Verril, 1871)	+					+				<i>n-c</i>
<i>Nais communis</i> Piquet, 1906	+			+		+		+		<i>n-c</i>
<i>Oligochaeta</i> gen. sp.	+	+				+				<i>n-c</i>
<i>Potamothenix bedoti</i> (Piquet, 1913)	+					+	+	+	+	<i>n-c</i>
<i>Водні кліщі - HALACARIDAE</i>										
<i>Rhombognathus</i> (s. str.) <i>magnirostris</i> Trouessart, 1889						+				<i>oh</i>
<i>Rhombognathus</i> (<i>Rhombognathides</i>) <i>pascens</i> (Lohmann), 1889	+	+				+				<i>mh</i>
<i>Поліхети</i>										
<i>Perinereis cultrifera</i>						+		+		<i>mh</i>
<i>Nerinides tridentata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>mh</i>
<i>Microspio mecznikowianus</i>	+	+				+		+	+	<i>mh</i>
<i>Pomatoceros triqueter</i>						+		+	+	<i>mh</i>
<i>Phyllodoce tuberculata</i>						+		+	+	<i>mh</i>

Для більшості видів хорогалінним порогом буде солоність, що відповідає перехідній солонуватоводно – морської зоні у 26-29 ‰. Другу групу складуть мезогалоби з хорогалінними порогами основної морської зони 26-42 ‰. Нарешті, морські води можуть дати екобіоморфи перехідної морської-гіпергалінної зони (40-51 ‰), які здатні натуралізуватись на довгий час. Таким чином морські води здатні сформувати тимчасові спільноти в зонах до 29 ‰ і зоні до 51 ‰. І тут слід зауважити, що функціонально повноцінними вони деякий час бути не можуть через те, що формування бентосних угруповань буде відставати від планктонних. Тобто швидкість деструкції в придонних шарах буде недостатньою, але завдяки мікробіальній петлі можлива швидка трансформація надлишків органіки [213,214].

5.1 Поповнення лиману водами Чорного моря та з інших водойм

Поповнення Куяльницького лиману морською водою має більш ніж столітню історію та невід’ємно пов’язано з розвитком соляного промислу у водоймі. В історичному сенсі соляний промисел на Куяльницькому лимані мав важливу роль в економічному розвитку Східної та Західної Європи. Вже починаючи з XVI ст. найякіснішу сіль з лиману вивозили в Польщу та інші країни Західної Європи. У XVII-XVIII ст. в Україні та Європі сіль була одним з найдорожчих товарів, але нестабільність самостійного випадіння солі в різні роки спричинювало коливання обсягів її видобування в лимані [95,104,215,216].

5.1.1 Господарські перетворення Куяльницького лиману для промислової добути солі та штучне поповнення водойми морськими водами у XIX столітті

Для стабільного функціонування та розвитку промислової добути солі в період з 1859 по 1878 рр. Куяльницький лиман було перегороджено дамбою (рис. 5.1а) навпроти німецької колонії Гільдендорф (нині – с. Красносілка) на дві частини – північну, в якій затримували прісні води весняних водопіль і дощових паводків, та південну (солесадкову), де здійснювалась промислова добуха солі. Дамбу почали будувати в 1859 р. за проектом гірського інженера Рожкова [91,95,217-223]. Крім цієї дамби, щоб припинити приплив прісних вод в південну (солесадкову) частину лиману, були загачені дві балки східного берегу лиману (Гільдендорфська та Корсунцівська). Дамба складалася з глини з кам’яними стінками та повинна була мати довжину 2933 м. Для сполучення обох частин лиману в дамбі передбачався водовипуск. Під час будівництва дамба постійно просідала, тому остаточне завершення робіт по будівництву дамби були припинено до весни 1861 р. Однак, на початку березня 1861 р. в результаті дружного та швидкого танення снігу вода в лимані піднялася і затопила дамбу. Гребінь дамби був розмитий. До 1864 р. обидві частини лиману вільно з’єднувалися. У 1864 р. роботу по будівництву дамби було завершено, проте південна частина лиману солесадковою не стала, що пов’язано з її «опрісненням» водами значних весняних водопіль у 1861-1863, 1870-1871, 1875-1878 рр. У 1871 р. дамба була розмита знову, це повторилося в 1876 і 1878 рр., тому з 1878 р. було вирішено дамбу більше не відновлювати, а обидві частини лиману з тих пір знову утворили єдину водойму [83,91,94,95,215,216,217-220]. Залишки цієї дамби існують до сьогодні. Їх можна бачити на сучасних супутникових знімках (рис. 5.1а), а при низьких рівнях води в лимані по залишкам дамби можна перейти з одного берегу лиману на інший [218-220].

У роки поділу лиману дамбою на дві частини (в 60-ті та 70-ті рр. XIX ст.) рівень води в південній частині лиману регулювався впуском води з моря. З 1860 по 1873 рр. морську воду подавали до лиману декілька разів.

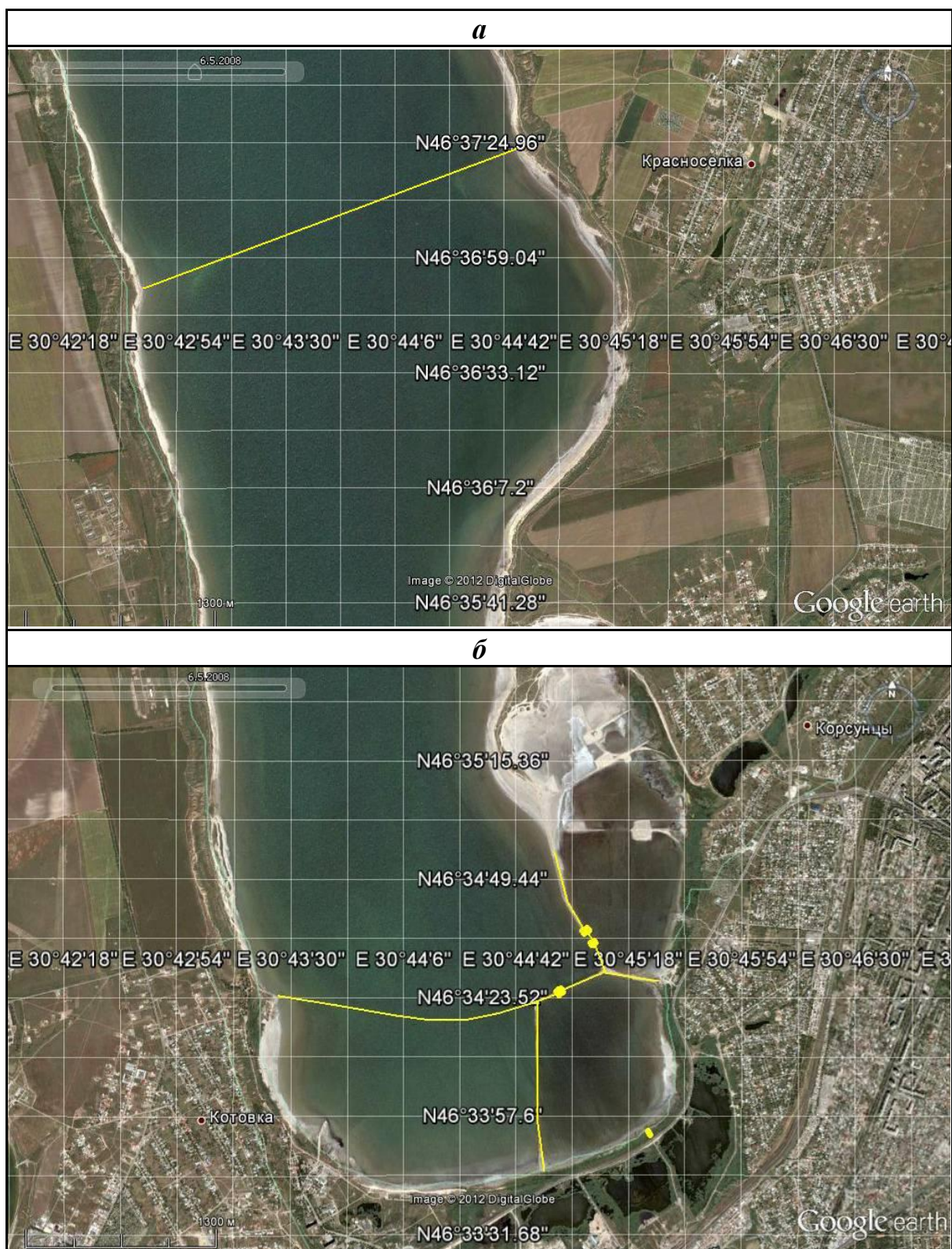


Рисунок 5.1 – Супутниковий знімок Куяльницького лиману з залишками дамб солепромислів (станом на 05.06.2008 р.): *а* – дамба Рожкова, *б* – дамби Корсунцівського та Андріївського солепромислів [104,224]

Однак, в зв'язку з тим, що після значних водопіль вода проривала дамбу Рожкова і «опріснювала» південну частину лиману, видобування солі традиційним на той час способом стало зовсім неможливим. Тому для

стабільного промислового видобування солі вже з 1861 р. почали влаштовувати басейни для випаровування води і збору солі (рис. 5.1б).

Обсяг видобування солі становив: у 1862 р. – 683985 пудів або приблизно 11 тис. т (1 пуд = 16,38 кг), у 1863 р. – 2749650 пудів або $\approx$ 45 тис. т, у 1864 р. – 3841782 пуда або $\approx$ 63 тис. т. Промисел солі здійснювався на Куяльницькому лимані аж до 1931 р. і за 70 років солепромислу було видобуто 1,5 млн. т найякіснішої в Європі солі.

Оцінити інтенсивність промислової добичі солі в південній частині Куяльницького лиману наприкінці XIX ст. (1893 р.) та на початку XX ст. можна за фотознімками грязелікарні, будівлі якої на цих фотознімках розміщені на фоні значних за розмірами ділянок солепромислів (басейнів для випаровування води, дамб солепромислів, настилів для збору солі тощо) [225,226].

5.1.2 Характеристика солепромислів та штучне поповнення південної частини лиману морськими водами через з'єднувальний канал у XX столітті

За офіційними даними, в XX ст. Куяльницький лиман також ще двічі поповнювали морською водою – в 1907 та 1926 рр. [104]. В 1890-1901 рр. для забезпечення потреб солепромислів в південній частині лиману (Корсунцівського – з південно-східної частини лиману, та Андрієвського – з південно-західної частини лиману (рис. 5.1б), в районі санаторію) в східній частині пересипу між лиманом і Одеською затокою Чорного моря було споруджено з'єднувальний канал довжиною 2,6 км [91]. Через канал у 1907 р. до лиману надійшло приблизно 20 % морської води від об'єму води в лимані [91].

З 1921 по 1925 рр. неодноразово розглядалось питання щодо відновлення подачі морської води в Куяльницький лиман. Тому в 1926 р., при рівні води мінус 7,12 м БС, до лиману було знову подано морську воду загальним об'ємом 7,5 млн. м³, що становило 35 % об'єму води в лимані. Схеми з'єднувального каналу «море-лимани», ситуація місцевості вздовж його траси, морфометричні характеристики та схеми соляних промислів в південній частині лиману за різні роки XX ст. (1926, 1931, 1944 рр.) показані на рис. 5.2 та 5.3 [104]. З'єднувальний канал «море-лимани» також добре видно на фотознімках періоду другої світової війни (рис. 5.3).

5.1.3 Наповнення Куяльницького лиману водами Хаджибейського лиману

В 1941-1942 р. Куяльницький лиман на 70 % об'єму поповнився водою з Хаджибейського лиману. Це відбулося після руйнування (підриву) в ніч з 15 на 16 жовтня 1941 р. захисної дамби Хаджибейського лиману-водосховища. Вода затопила територію Куяльницько-Хаджибейського пересипу і потрапила в Куяльницький лиман.

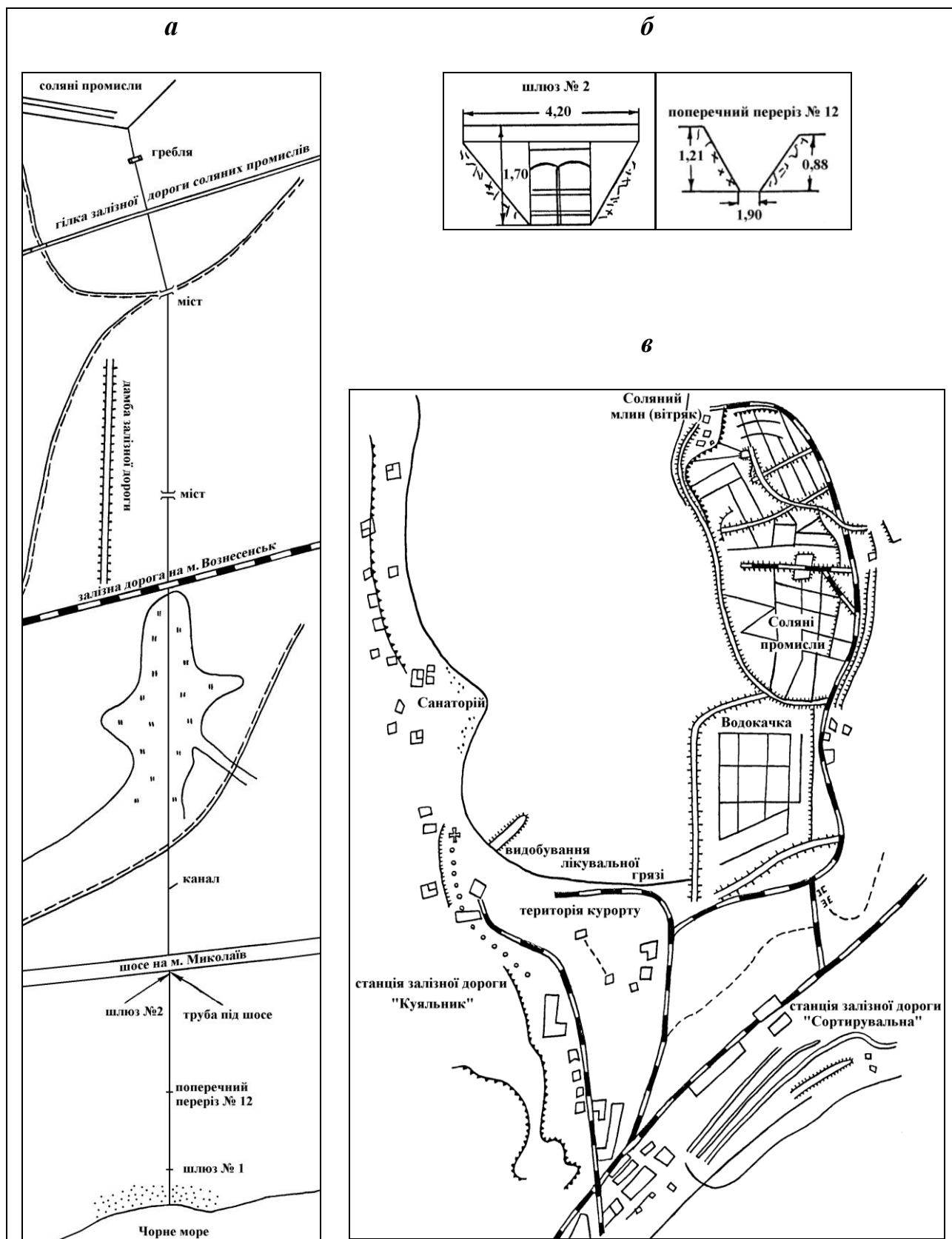


Рисунок 5.2 – Схеми місцезнаходження (а) та поперечні перерізи (б) каналу «море-лиман» і ситуація місцевості станом на 1926 р. та соляних промислів і території пересипу Куяльницького лиману (в) станом на 1931 р. [104]

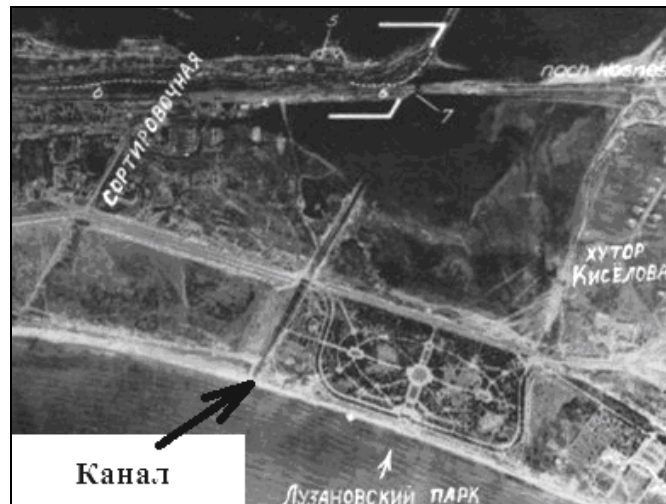


Рисунок 5.3 – Фрагмент аерофотозйомки пересипу між Куяльницьким лиманом та Одеською затокою Чорного моря (станом на 1944 р.) [104]

За даними водомірних спостережень [227] рівень води в лимані перевищив в червні 1944 р. відмітку мінус 2,00 м БС (рис. 5.4), а за даними М.Ш. Розенгурта [92] – в квітні 1942 р. він становив мінус 1,15 м БС. Про це також свідчать фотознімки затопленої території грязелікарні санаторію «Куяльник» того періоду (рис. 5.5) та фрагмент аерофотозйомки території району Лузанівки в 1944 р. (рис. 5.3), де видно частину затопленого пересипу на ділянці з'єднувального каналу.

5.1.4 Поповнення лиману з водою пересипу та фільтрація морських вод

В водоймах (ставках, озерах) пересипу (рис. 5.1б та 5.6), які існували з моменту її появи, в результаті вклинювання фільтраційного потоку з моря та випадання атмосферних опадів постійно накопичувався деякий об'єм води.

Ще в 1898 р. на роль пересипу в водному живленні лиману звернув увагу А. Веріго. За його даними, у водах пересипу спостерігалось збільшення солоності з глибиною. В поверхневих шарах пересипу води були прісні, а на глибині 5 м – досягали солоності та хімічного складу морської води. А. Веріго також відзначає процес випаровування вод, що фільтрувалися через пересип, з її поверхні та водної поверхні озер [91]. До будівництва об'їзної автодороги з озер пересипу йшло природне розвантаження води в лиман у вигляді поверхневого стоку та фільтраційного потоку. Величину цього притоку води врахувати не представляється можливим, оскільки стік здійснювався розосереджено по всій ширині пересипу, а його величина обумовлювалася головним чином кількістю атмосферних опадів і перепадом рівнів води в морі та лимані. У 1973-1975 рр. для вивчення взаємозв'язку між водами лиману та водоносними горизонтами в пересипу між лиманом і морем, були пробурені свердловини та організовані спостереження, які показали, що роль фільтрації морських вод через пересип незначна та становить 0,003-0,004 м³/с або приблизно 0,11 млн. м³/рік [91].

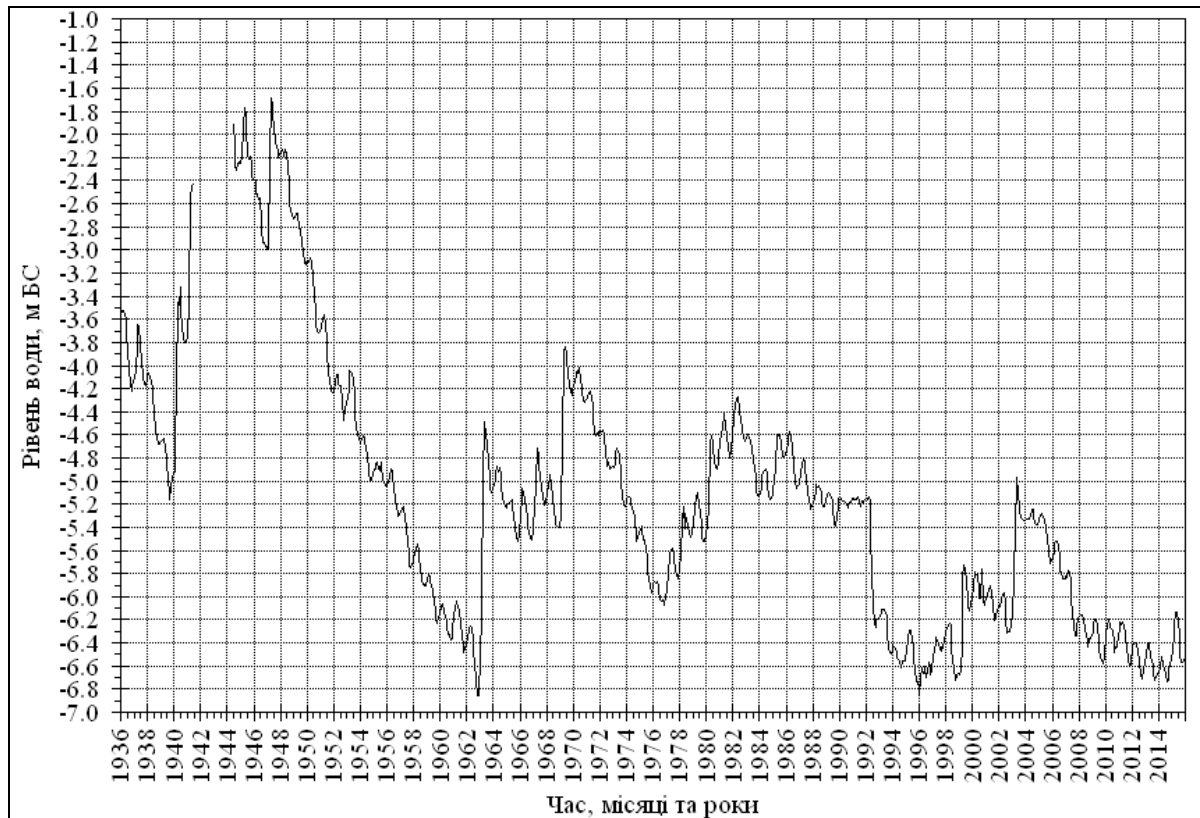


Рисунок 5.4 – Мінливість середньомісячних рівнів води Куяльницького лиману за період з січня 1936 р. по грудень 2015 р.

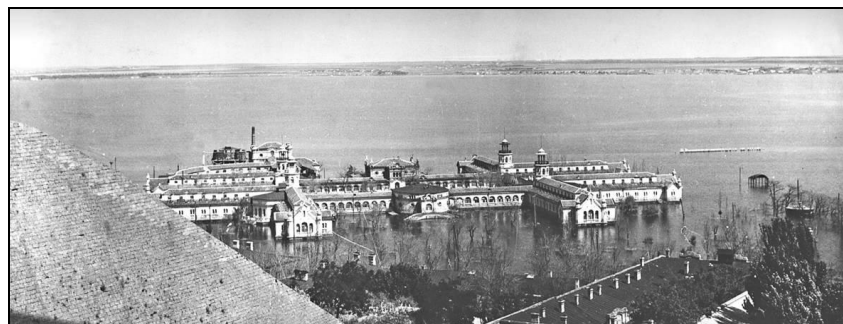


Рисунок 5.5 – Затоплений санаторій «Куяльник» після надходження води з Хаджибейського лиману в 1941 р. (вид з терренкурту на Жеваховій горі) [104]



Рисунок 5.6 – Місцезнаходження водойм пересипу Куяльницького лиману [104]:
1, 2, 3, 4 – умовне позначення штучних водойм (ставків) пересипу

Після будівництва окружної дороги м. Одеси, її насип став своєрідною дамбою для поверхневого та фільтраційного потоків з пересипу, тому об'єм води в його озерах збільшився. Озера пересипу поступово були перетворені в чотири штучні водойми (ставки), що з'єднані між собою нерегульованими водопропускними спорудами, головним чином у вигляді труб.

В періоди інтенсивних зливових дощів, як наприклад, 24.05.2012 р., в ставках пересипу спостерігається швидке та значне підвищення рівня води, в деяких випадках на 0,5 м. Це пов'язано з тим, що водний режим цих ставків на сьогодні головним чином залежить від централізованого скидання зливових та інших стічних вод з території міста, об'єм яких оцінити неможливо через відсутність їхнього обліку.

До недавнього часу перетік води в цих ставках зазвичай був спрямований від східного ставка 1, куди стікають злилові води з с. Шевченково та району Лузанівки, через південно-східний ставок 2, куди також скидаються злилові й інші стічні води, в південно-західний ставок 3 і далі – в західний ставок 4, в який також скидаються води зливової каналізації з вул. Лиманна. Такий напрямок перетоку води в цих ставках обумовлений рівнем води в них при наповненні, який зазвичай є найвищим в східному ставку 1.

Для відведення води з ставків пересипу під окружною дорогою було споруджено нерегульований водовипуск з західного ставка 4 до південно-західної частини лиману. Цей водовипуск складається з залізобетонної труби діаметром 1,20 м (під окружною дорогою) та бетонного лотка з прямокутним перетином, шириною 1,1 м та найбільшою глибиною 0,85 м.

У 2015 р. головними джерелами надходження стоку в ставок 4 та далі в південно-західну частину Куяльницького лиману були стоки дренажно-зливової каналізації з вулиць Лиманної та Залізнодорожньої, стоки зливової каналізації з Об'їзної дороги та стоки з скидного каналу заводу мінеральних вод «Куяльник». За даними обстеження, виконаного 26 травня 2015 р., перетік води з ставка 3 в ставок 4 не відбувався.

За результатами спостережень за скиданням води в лиман через цей водовипуск впродовж періоду з 1986 по 1995 рр. [91] та в 2012 р. [104] встановлено, що величина скидів носить сезонний характер: у осінній та зимово-весняний період, коли рівень води в ставках пересипу найбільш високий, витрати скидних вод становлять в середньому $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$, а в літній період – знижуються до $0,03\text{--}0,16 \text{ м}^3/\text{с}$. Тобто річні об'єми стоку з ставків до лиману становили $4,62\text{--}6,62 \text{ млн. м}^3$. У 2015 р. середня витрата води в гирлі ставка дорівнювала $0,023 \text{ м}^3/\text{с}$, а річний об'єм скидних вод з ставків пересипу в Куяльницький лиман склав лише $0,66 \text{ млн. м}^3$.

Таким чином, починаючи з 1859 р. і по сьогоднішній день (2015 р.) природний водно-сольовий режим Куяльницького лиману було трансформовано інтенсивною господарською діяльністю як в акваторії водойми, так і на водозбірному басейні лиману, тому мінливість рівнів та солоності води в лимані на протязі останніх більш ніж 150 років не є природними.

5.1.5 Поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки у 2014-2015 роках

У 2013-2014 рр. здійснено проектування гідротехнічної споруди по з'єднанню Куяльницького лиману та Одеської затоки Чорного моря (трубопровід «море-лиман») та після проходження будівельної й екологічної експертиз і будівництва (жовтень-грудень 2014 р.), 22 грудня 2014 р. відбувся пробний, а 24 грудня 2014 р. офіційний запуск морських вод до лиману.

До комплексу споруд водогосподарської системи зі з'єднання водних об'єктів – Одеської затоки Чорного моря та Куяльницького лиману (рис. 5.7) входять:

- водозабірна споруда морського розташування;
- існуючий залізобетонний трубопровід Ø1000 мм;
- з'єднувальний трубопровід Ø1000 мм між водозабірною спорудою та існуючим залізобетонним трубопроводом Ø1000 мм;
- футляр під Миколаївською дорогою Ø1420 мм;
- колодязі з запірною арматурою;
- водовипуск до лиману [228].

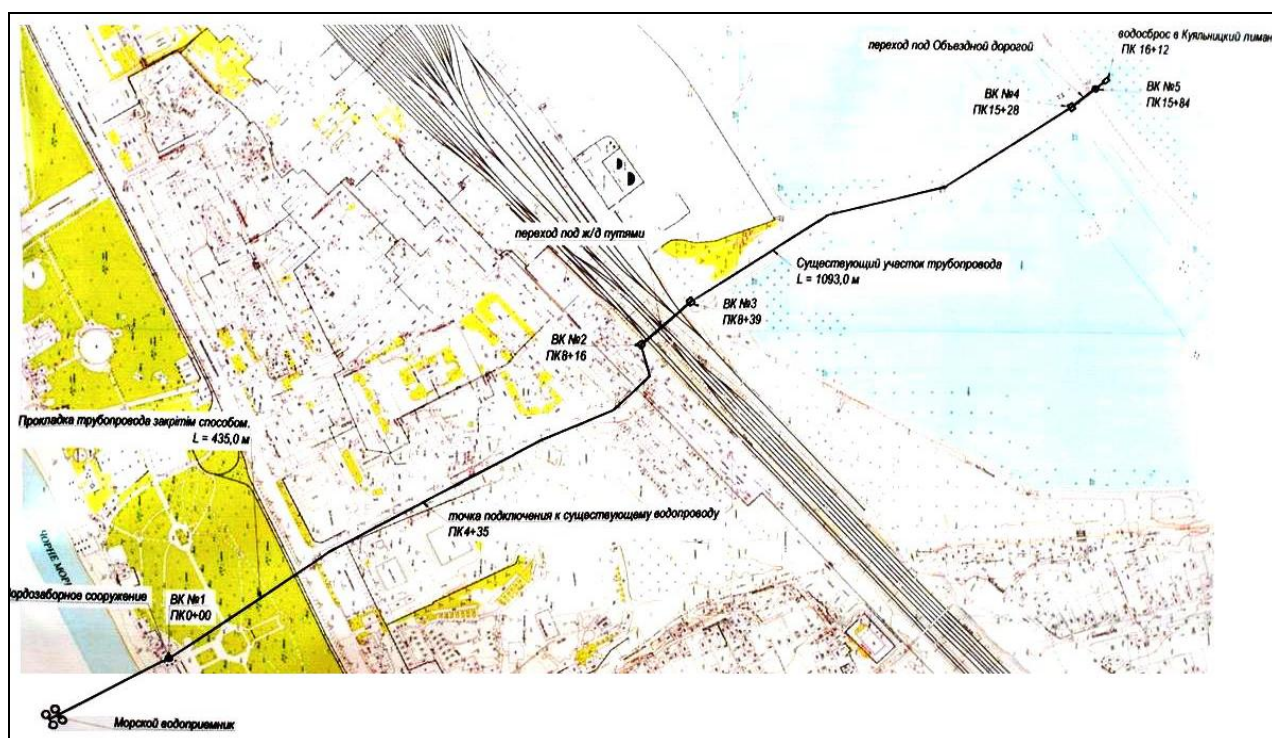


Рисунок 5.7 – Схема гідротехнічної споруди (трубопровід) «море-лиман» (з фотоархіву кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ)

Морський водозабір представляє з себе водозабірну споруду шахтного типу з рибозагороджувальним пристроєм парасолькового типу на кам'яній ліжці з позначкою мінус 5,0 м БС (рис. 5.8).

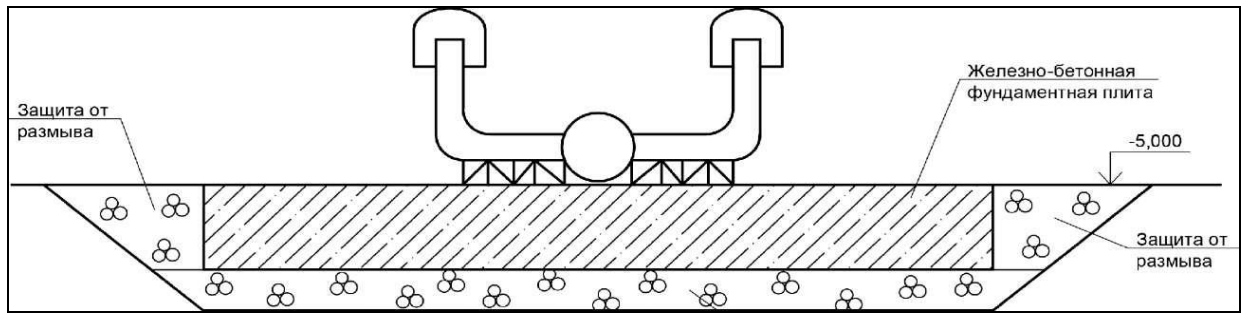


Рисунок 5.8 – Схема водозабірної споруди морського розташування [228]

Відвідна труба – сталева $\varnothing 1020 \times 10$ мм $L = 540$ м, відводить воду до водоприймального колодязю ВК № 1 ($\varnothing 3000$ мм) водопровідної мережі, оснащеного двома щитовими затворами $\varnothing 1000$ мм на ПК0+00.

Конструкція водозабору парасолькового типу є блоком, що складається з чотирьох секцій, кожна з яких розрахована на витрату $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$. Загальна витрата водозабірної споруди становить $1,00 \text{ м}^3/\text{с}$. Пристрій змонтований на оголовку споруди. Внутрішній діаметр на вході в парасольку оголовка становить 1600 мм (труба 1620×10 мм). Вхідна частина зонтичного пристрою заглиблена під рівень води на 3,34 м. Верхні торці водоприймальних патрубків розташовані нижче розрахункового мінімального рівня води в морі.

Довжина з'єднувального трубопроводу «море-лиман» – 1696 м, траса має вигляд дещо ламаної лінії (рис. 4.7), яка проходить через такі ділянки сучасної території пересипу:

- а) ділянка довжиною 238 м – парк «Лузанівка» (60-70 м західніше центральної алеї);
- б) ділянка довжиною 56 м – під трамвайними шляхами та Миколаївською дорогою (50 м східніше вул. Красна);
- в) ділянка довжиною 227 м – від Миколаївської дороги вздовж східної сторони вул. Красна до точки підключення до існуючого трубопроводу;
- г) ділянка довжиною 283 м – на території КНС-10 (вздовж її західної межі) або вздовж східної сторони вул. Красна;
- д) ділянка довжиною 99 м – на території гаражів, розташованих вздовж південної сторони насипу залізної дороги (район станції «Сортирувальна», напроти вул. Красна);
- е) ділянка довжиною 83 м – під насипом залізної дороги (район станції «Сортирувальна», по лінії між вул. Красна і дамбою між ставками 1 та 2);
- ж) ділянка довжиною 628 м – вздовж дамби між ставками 1 та 2 (з сторони ставка 1);
- з) ділянка довжиною 56 м – під насипом Об'їзної дороги м. Одеса.
- и) ділянка довжиною 26 м – від Об'їзної дороги до водовипуску [104].

Водоскид трубопроводу «море-лиман» розташований в підшві укусу автодороги «Об'їзд м. Одеси по дамбі Куяльницького лиману» та виконаний з збірного залізобетонного оголовка, встановленого на габіонний матрац [228].

5.2 Водогосподарські споруди на водозбірному басейні р. В. Куяльник

Серед малих та середніх річок Північно-Західного Причорномор'я найбільш високу зарегульованість має р. В. Куяльник (поняття «природний стік» для неї цілком утратило своє значення). Основну роль у цьому відіграють численні ставки та водосховища та інші гідротехнічні споруди, розташовані у басейні цієї річки.

В 2010 р., по даним досліджень ОДЕКУ, кількість водойм дорівнювала 135 шт. (рис. 5.9), з загальним об'ємом (при максимальному наповненні) близько 15,6 млн. м³ і площею водної поверхні – 6,26 км² [86].

В середні за водністю роки, ставками та водосховищами може перехоплюватися половина природного стоку річки, а в маловодні – практично весь стік. Тільки під час особливо високих водопіль і паводків вода переливалася через гребені «глухі» дамб або руйнувала їх та рухалась далі в Куяльницький лиман.

На зменшення об'єму водного стоку річки помітно вплинуло спрямлення 78 % (132 з 170 км) основного русла р. В. Куяльник. Спрямлення русла було першою частиною в системі заходів з регулювання стоку цієї малої річки.

Другою її частиною була (приблизно до 2000 р.) мережа з більш ніж 20 шлюзів-регуляторів (рис. 5.10), які побудували для затримки вод водопіль і паводків (об'ємом 2,0 млн. м³), а також лиманного зрошення (зволоження) сільськогосподарських угідь на заплаві річки [227]. В 1995-2000 рр. більшість з цих шлюзів знаходилися в несправному стані [97]. Після 2000 р. затвори шлюзів (за даними опитувань мешканців прилеглих сіл) майже всі зникли.

Дані про режим функціонування (роботи) цих шлюзів-регуляторів (періоди – коли вони були закриті; витрати води або рівні води в верхньому та нижньому б'єфах – коли вони були відкриті) не має.

В зв'язку з цим, для оцінки впливу роботи шлюзів-регуляторів (рис. 5.10) на стік в руслі р. В. Куяльник за період гідрологічних спостережень з 1 січня 1986 р. по 31 грудня 2011 р. використані дані вимірювань на гідрологічному посту в с. Северинівка, що знаходиться в 5 км вище місця впадіння річки в Куяльницький лиман [227].

5.3 Оцінка впливу ставків і водосховищ та шлюзів-регуляторів на русловий стік в гирлі р. В. Куяльник за даними гідрологічних вимірювань

За період з 01.01.1986 р. по 31.12.2011 р. в створі гідрологічного поста в гирловій ділянці р. В. Куяльник в межах с. Северинівка (рис. 5.11) з 9496 діб стік спостерігався 2096 діб або 22 % всього періоду.

Багаторічна середньодобова витрата води за період, коли був стік, дорівнює 0,63 м³/с, а за весь період – 0,14 м³/с.

Найбільша середньодобова витрата води дорівнює 34,5 м³/с, а найбільша виміряна витрата води – 35,9 м³/с, які визначені 26.03.2003 р. [227].

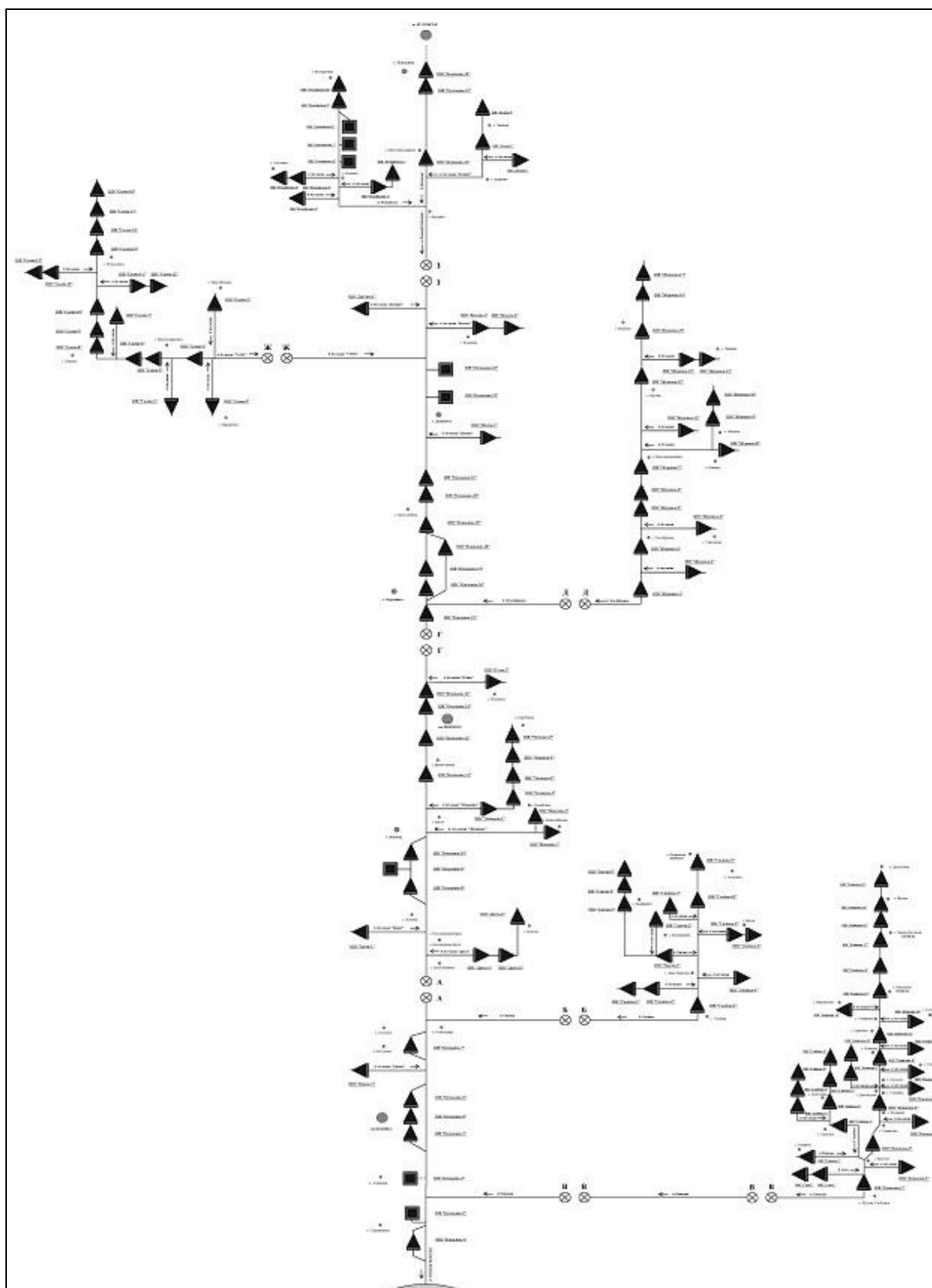


Рисунок 5.9 – Схема розташування штучних водойм і гідротехнічних споруд в басейні р. В. Куляк [86]



Рисунок 5.10 – Нижній б'єф одного з шлюзів-регуляторів на р. В. Куяльник (станом на 27.06.2014 р.)

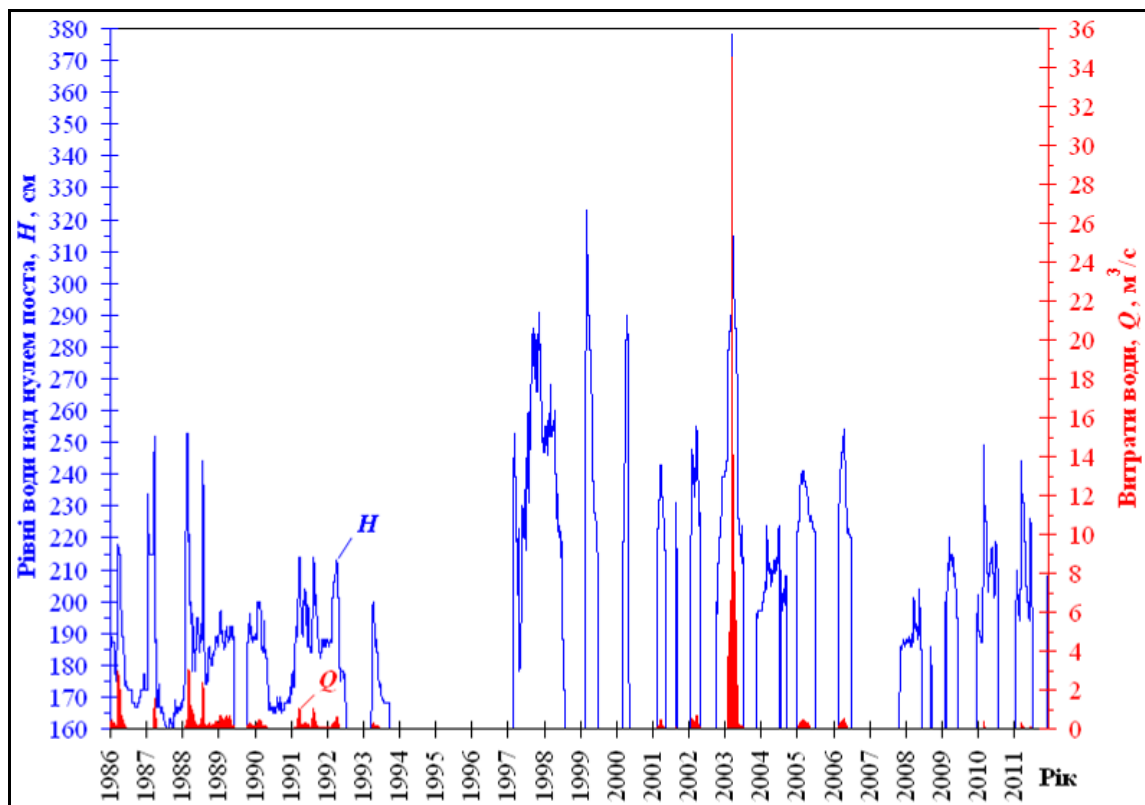


Рисунок 5.11 – Мінливість середньодобових рівнів і витрат води, р. В. Куяльник – с. Северинівка, за період з 01.01.1986 р. по 31.12.2011 р.

Загальна кількість діб, коли стік на посту був відсутнім ($Q = 0 \text{ м}^3/\text{с}$) дорівнює 7400 діб або 78 % всього періоду, з них:

- при пересиханні річки (перевищення дна русла над нулем поста 1,59 м) 4496 діб або 47,4 % всього періоду, чи 60,8 % періоду, коли стік був відсутнім;
- при перемерзанні води (середня товщина льоду – 0,39 м, найбільша – 0,56 м, найменша – 0,13 м) 135 діб або 1,4 % всього періоду, чи 1,8 % періоду, коли стік був відсутнім;
- при стоячій воді (середнє значення максимальної глибини в створі поста – 0,45 м, найбільше – 1,64 м, найменше – 0,01 м) 2769 діб або 29,2 % всього періоду, чи 37,4 % періоду, коли стік був відсутнім.

Найдовшим безперервним періодом, коли стік в створі гідрологічного поста був відсутнім, є час з 11.06.1993 р. по 28.02.2001 р., що дорівнює 2820 діб або 7 років 8 місяців і 20 діб (чи 38 % загальної кількості діб, при $Q = 0 \text{ м}^3/\text{с}$). Більш ніж 44 % цього терміну був найдовший за весь час вимірювань безперервний період пересихання русла в створі гідрологічного поста – 1247 діб або 3 роки і 5 місяців (з 01.10.1993 р. по 28.02.1997 р.).

Такі тривалі безстічні періоди пояснюються значним регулюванням стоку річки ставками і водосховищами на її басейні та шлюзами-регуляторами в її основному руслі і не пов'язані з відсутністю атмосферних опадів (рис. 5.12).

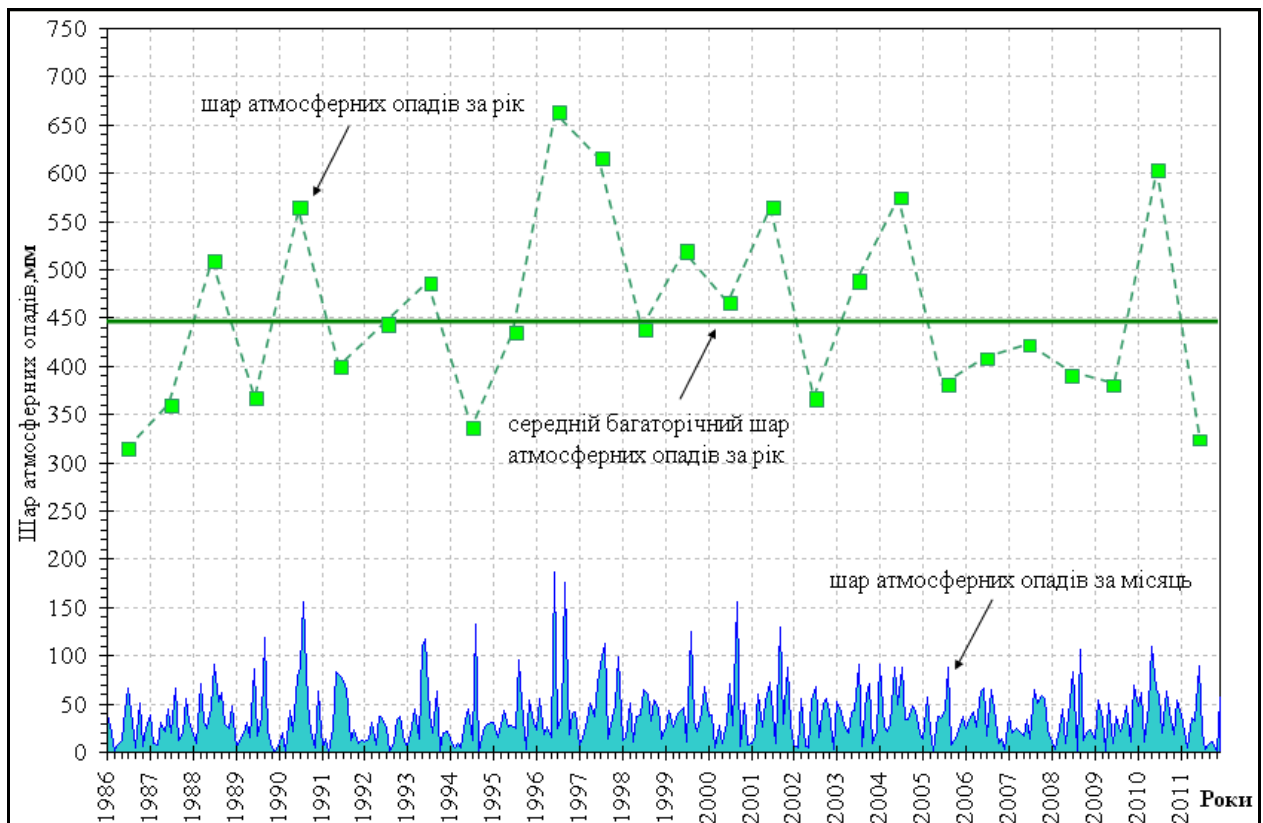


Рисунок 5.12 – Мінливість шарів атмосферних опадів на метеостанції «Сербка», за період з 1986 по 2011 рр.

З рис. 5.12 видно, що в період з 01.10.1993 р. по 28.02.1997 р., коли русло річки в створі гідрологічного поста було пересохлим, шар атмосферних опадів, виміряний на метеостанції «Сербка», становив майже 1,5 м, дорівнюючи в окремі місяці (наприклад, в серпні 1994 р.) 133,1 мм, що майже в 2,6 разів більше середнього багаторічного значення в цей місяць року (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Багаторічні шари атмосферних опадів за місяці року на метеостанції «Сербка», визначені за період з січня 1986 р. по грудень 2011 р.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Середній	24,2	25,4	25,9	25,1	39,7	59,7	49,4	51,8	53,1	29,2	30,7	32,5	446,7
Найбільший	90,6	61,6	70,8	51,3	109,8	186,7	91,4	155,6	175,7	71,6	88,0	99,1	186,7
Найменший	4,4	3,3	0,2	1,2	5,2	9,5	10,1	0,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0

Регулювання стоку р. В. Куяльник шлюзами-регуляторами добре видно на суміщених річних гідрографах рівнів і витрат води, наприклад, за 1986 р. (рис. 5.13), 1989 р. (рис. 5.14), за 1997 р. (рис. 5.15), за 2003 р. (рис. 5.16), а також графіках зв'язку витрат і рівнів води при вільному руслі (рис. 5.17 і 5.18).

З рис. 5.13 видно, що русло в продовж року не пересихало (глибини в створі поста змінювались в межах 0,08-0,59 м), але стік на ділянці поста був лише в період з 01.01.1986 р. по 12.06.1986 р., хоча заростання русла водяною рослинністю (очеретом, рогозом тощо) або інших природних умов, які б могли зупинити стік не було [227]. Тобто, затримка води в руслі могла відбуватись лише за рахунок штучного підпору від шлюзу (чи дамби) нижче за течією річки. Крім того, можна відзначити певну ступінчасту форму гідрографів рівнів та витрат води, що свідчить про штучне регулювання стоку шлюзом, який був розташований вище за течією річки.

З рис. 5.14 видно, що в 1989 р. стік води в гирловій ділянці річки регулювався лише одним шлюзом, який знаходився вище поста. Це пояснюється тим, що коливання рівнів і витрат води майже повністю синхронні, з чіткою ступінчастою формою, а їх зв'язок при вільному руслі є тісним (рис. 5.17). Крім того, одночасно з зупинкою стоку 03.06.1989 р. пересохло русло річки, а після появи води в руслі (після його пересихання в продовж 131 доби) 12.10.1989 р. – одночасно з'являється стік, хоча річка на ділянці поста вже тривалий час була заросла водяною рослинністю, розвиток якої почався 11 квітня і тривав до кінця 1986 р. [227].

З рис. 4.15 видно, що в 1997 р. стік в гирловій ділянці р. В. Куяльник був відсутній, хоча зростання водяних рослин або інших природних явищ, які б могли впливати на запинку стоку, не відмічено [227]. Рівні води в цей рік були одними з найбільших за весь період гідрологічних спостережень, поступаючи лише рівням в 1999 та 2003 рр. (рис. 5.11 та 5.16). Русло було пересохлим лише в зимовий період року (з 1 січня по 28 лютого), а в продовж періоду з 1 березня по 31 грудня в створі поста була стояча вода з глибинами в межах 0,20-1,32 м.

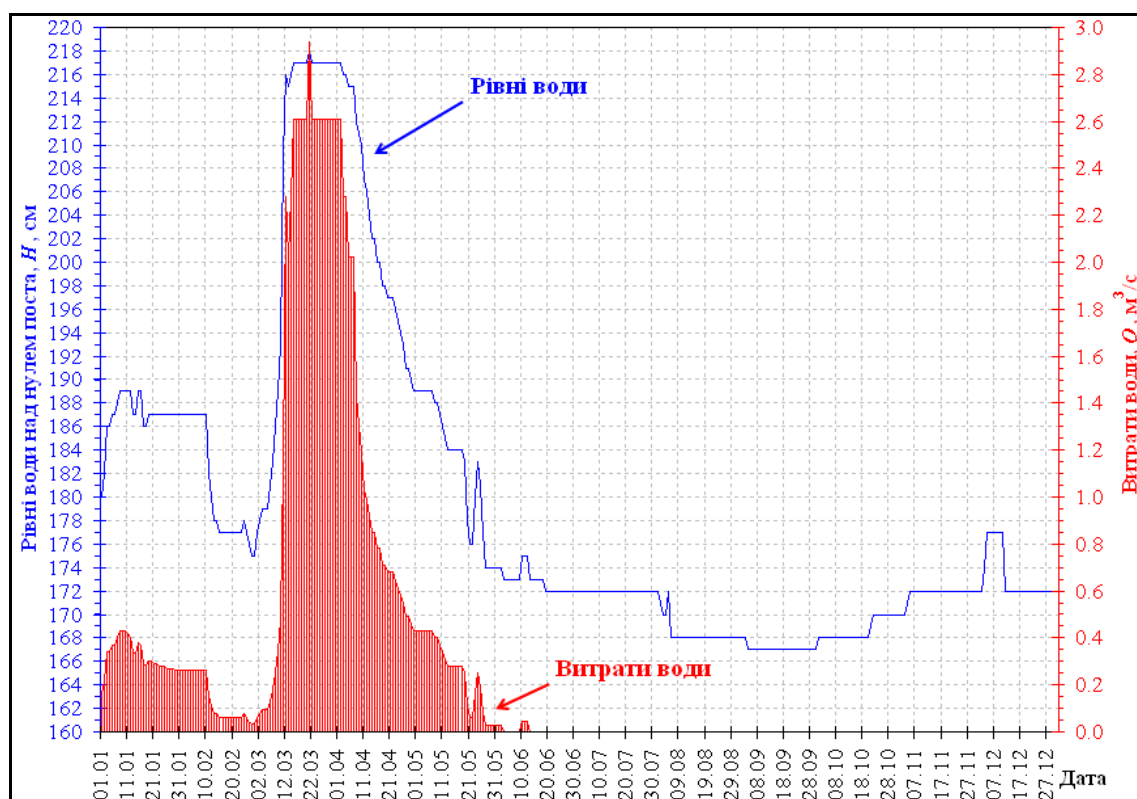


Рисунок 5.13 – Мінливість середньодобових рівнів і витрат води, р. В. Куяльник – с. Северинівка, 1986 р.

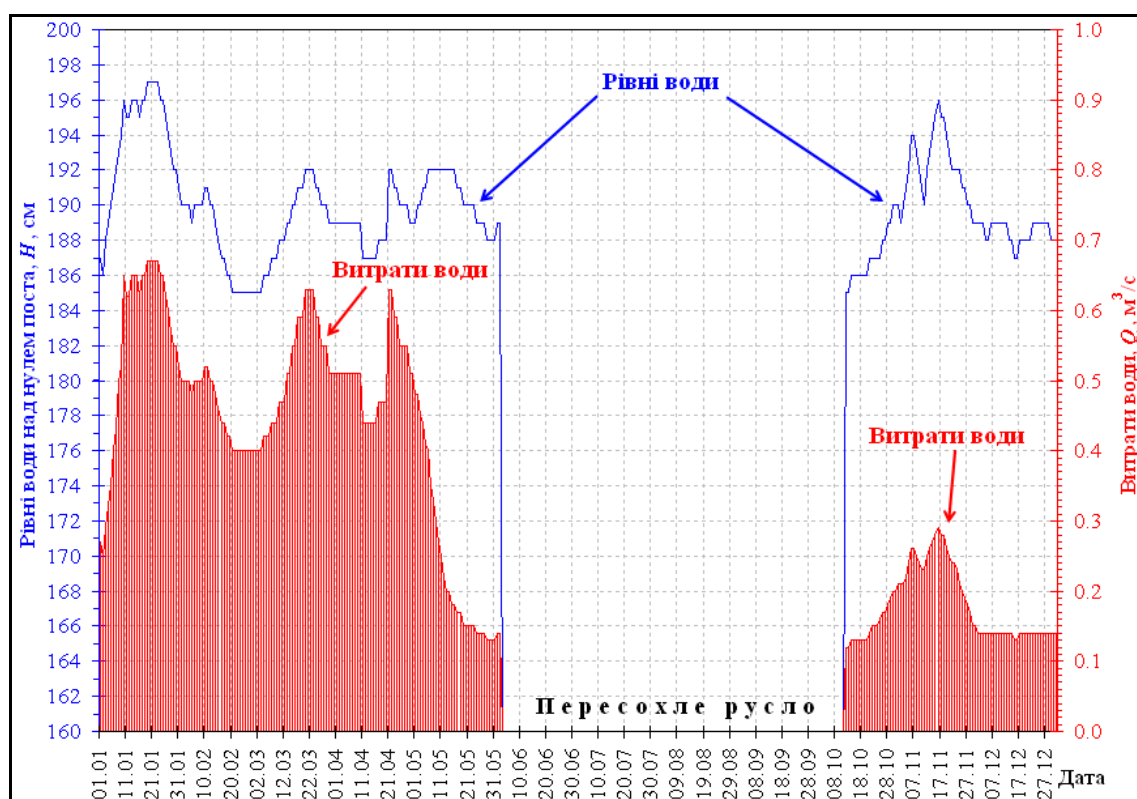


Рисунок 5.14 – Мінливість середньодобових рівнів і витрат води, р. В. Куяльник – с. Северинівка, 1989 р.

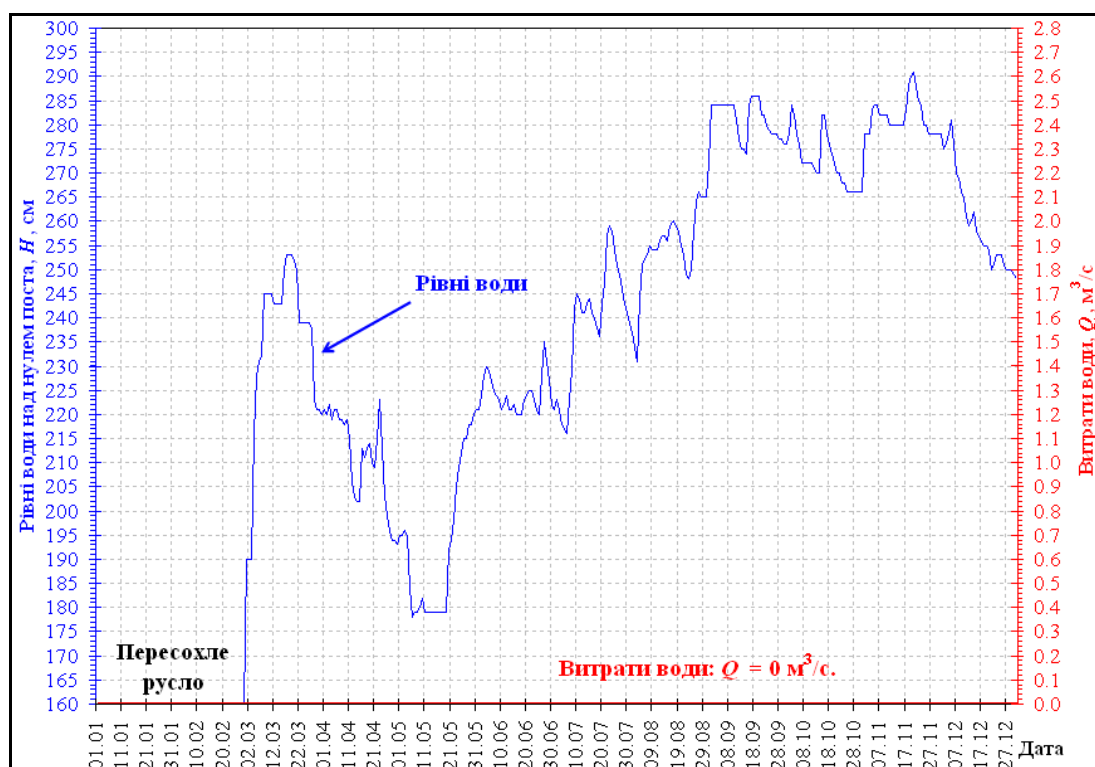


Рисунок 5.15 – Мінливість середньодобових рівнів і витрат води, р. В. Куяльник – с. Северинівка, 1997 р.

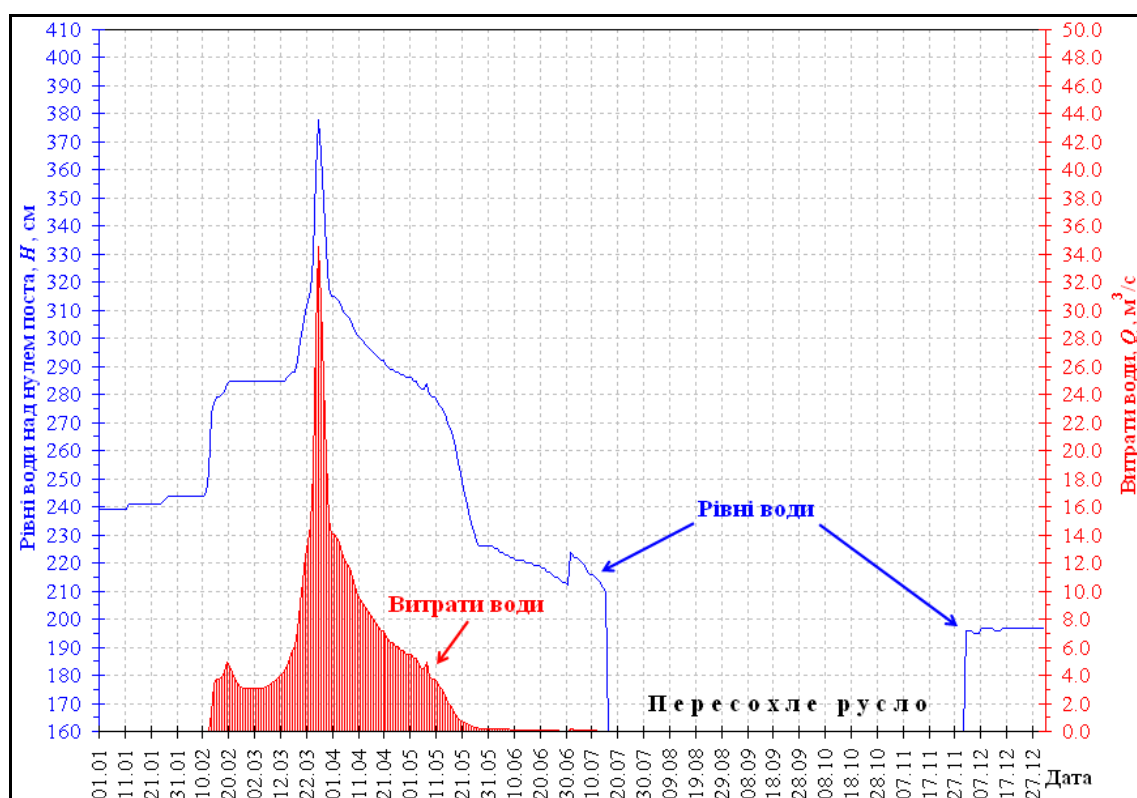


Рисунок 5.16 – Мінливість середньодобових рівнів і витрат води, р. В. Куяльник – с. Северинівка, 2003 р.

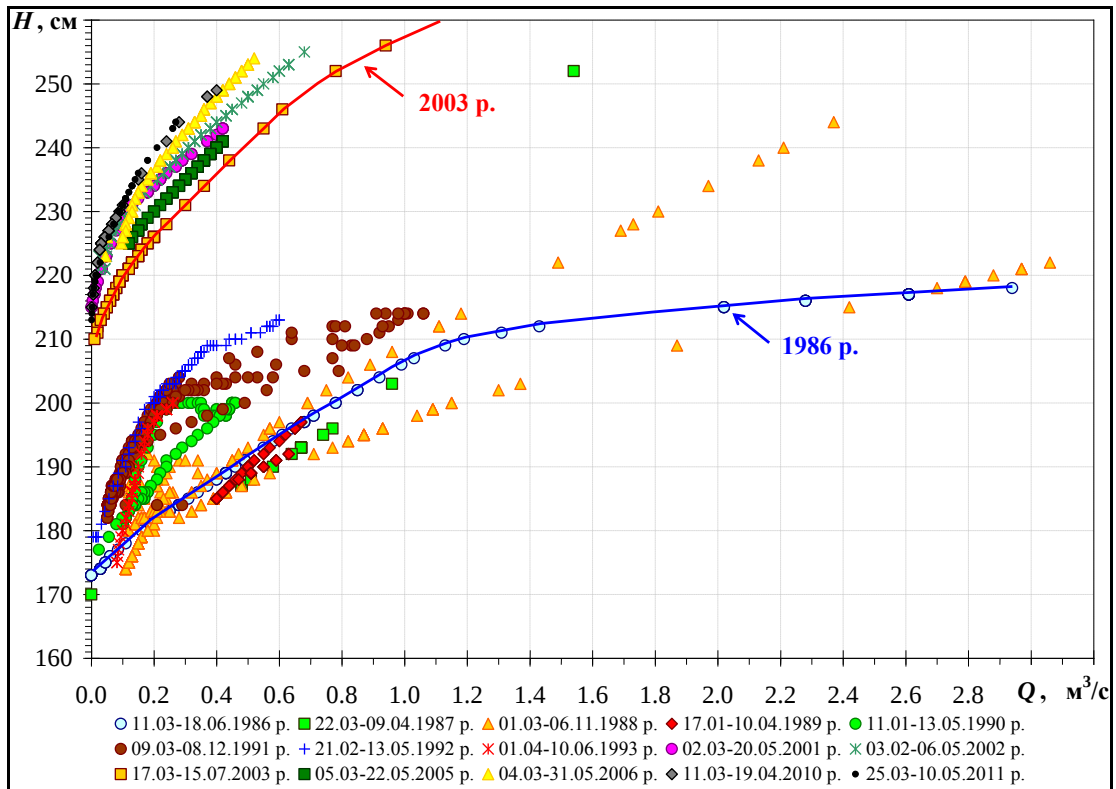


Рисунок 5.17 – Зв'язок середньодобових рівнів і витрат води при вільному руслі, р. В. Куяльник – с. Северинівка, за період 1986-2011 рр. (при $H = 160\text{-}260$ см)

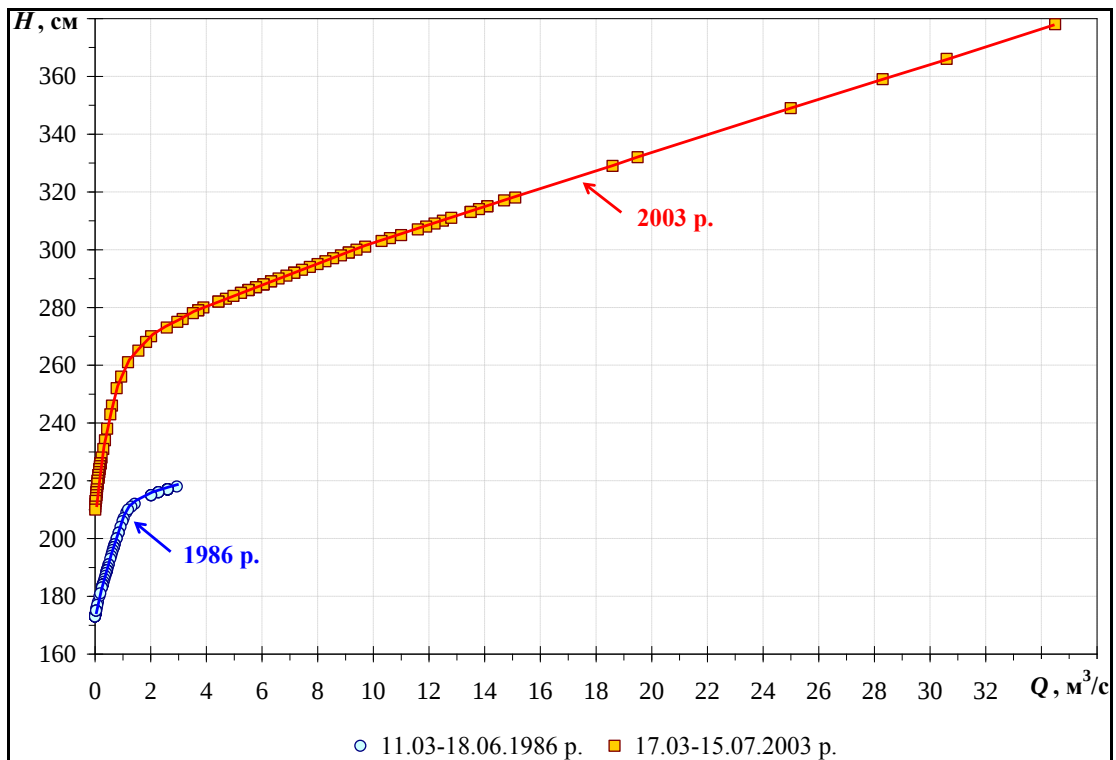


Рисунок 5.18 – Зв'язок середньодобових рівнів і витрат води при вільному руслі, р. В. Куяльник – с. Северинівка, в 1986 та 2003 рр.

Такий водний режим на ділянці русла в гирловій частині р. В. Куяльник пояснюється затримкою води шлюзом або дамбою в руслі нижче поста. Ця вода скоріше за все використовувалася для так званого лиманного зрошення сільськогосподарських угідь [97], розміщених в заплаві річки. При застосуванні такого способу зрошення спочатку води весняного водопілля затримуються дамбою або шлюзом в руслі річки, а потім через систему водовипусків і каналів направляються на заплаву, утворюючи на ній шар води висотою 0,10-0,30 м, яка, інфільтруючись у ґрунт, насичує його вологою. Це підтверджується мінливістю рівнів води на ділянці поста в період з 20 березня по 6 травня, коли рівні води майже поступово знизилися на 0,78 м. Крім того, з рис. 5.15 видно, що у 1997 р. найбільшому рівню води (291 см над нулем поста), спостереженому 20.11.1997 р., відповідає витрата $0 \text{ м}^3/\text{с}$, а такому ж рівню води у дуже багатоводному 2003 р. (рис. 5.16), спостереженому 21.04.2003 р., витрата дорівнювала $6,88 \text{ м}^3/\text{с}$ [227].

5.4 Водогосподарські споруди на східному та західному берегах лиману

Фрагменти карт з водотоками східного та західного берегів Куяльницького лиману (рр. Довбока та Кубанка, бб. Гільдендорфська та Корсунцівська тощо) показані на рис. 5.19 та 5.20.

З використанням цих карт (рис. 5.19 та 5.20), супутникових знімків [224], різної довідникової літератури [49,83,99,215,216,229] та результатів експедиційних досліджень ОДЕКУ в 2012 р. [98] було побудовано схеми русло-балкової мережі з положенням гідротехнічних споруд (ГТС) і штучних водойм (ШВ), що затримують поверхневий стік (ставків, копаней, водосховищ тощо), східного берегу лиману (рис. 5.21 та 5.22). Крім того, підготовлено інформацію про місцезнаходження ГТС, ШВ, колодязів, ГХС (табл. 5.2 та 5.3).

При складанні схем та підготовці інформації щодо ГТС, для кожної з них було прийнято умовну назву з порядковими номерами, наприклад, «К1», «К6К(Т)» або «Д1» чи «Д5(С)» і т. п. (рис. 5.21 та 5.22). Умовна назва ШВ вибиралася в залежності від назви річки чи балки («Д» – Довбока, «К» – Кубанка, «Г» – Гільдендорфська, «Кор.» – Корсунцівська і т. д.). Якщо ШВ є колодязь, то він позначався з першою літерою «к.», наприклад, «к.1Д» – колодязь № 1 в басейні р. Довбока, і т. д.

Для ШВ на балках, які мають офіційні назви, що позначені на використаних картографічних матеріалах та в іншій довідниковій літературі, також були прийняті умовні позначення, наприклад, «К8(Д)» – ШВ № 8 в басейні р. Кубанка в руслі б. Дикарська. Якщо водотоки не мали офіційні назви (на використаних картографічних матеріалах та в іншій довідниковій літературі), то вони позначалися римськими цифрами (I, II, III, IV і т. д.) – спочатку праві притоки, а потім ліві (від нижнього до верхнього на яких є ШВ), наприклад, «б. Без назви (I)» і т. д. Такі ж самі умовні назви ШВ тощо використані в табл. 5.2 та 5.3.

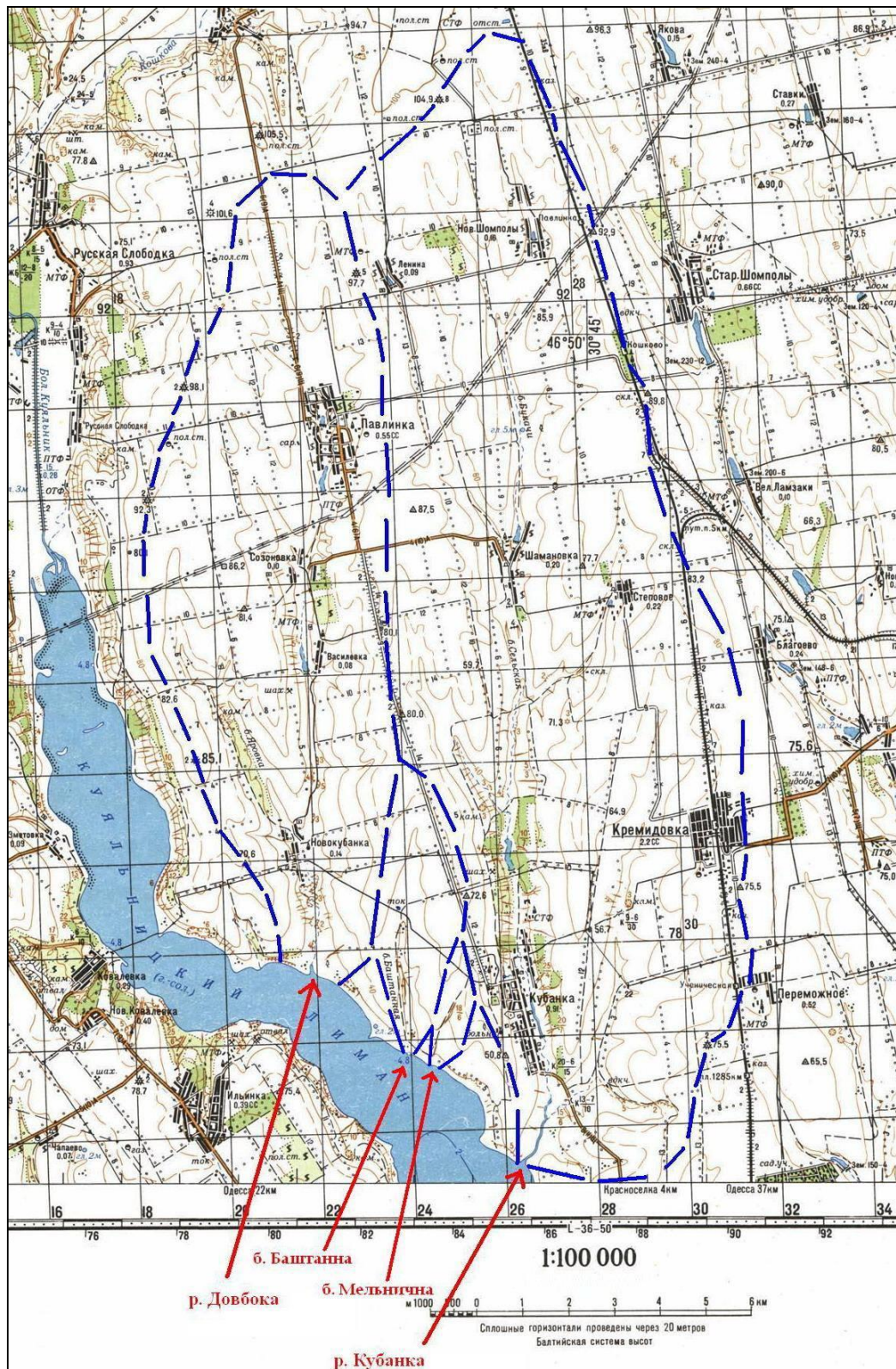
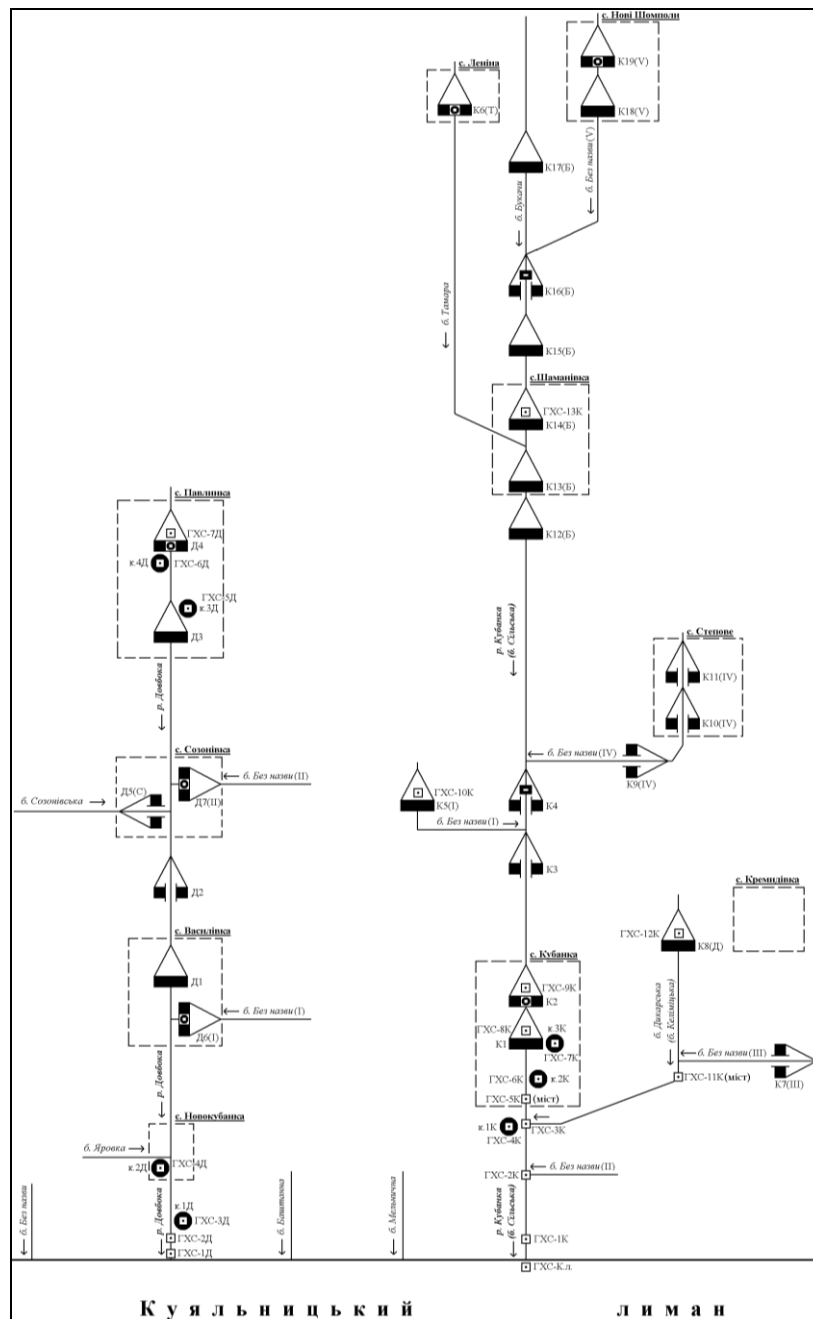


Рисунок 5.19 – Картосхема східного берегу Куяльницького лиману з позначенням водозбірних басейнів рр. Довбока та Кубанка (фрагмент карти масштабу 1:100000 – лист L-36-38):
 — — — — межі водозбірних басейнів водотоків [98]



Рисунок 5.20 – Карта басейну бб. Гільдендорфська та Корсунцівська (фрагменти карт масштабу 1:50000 – листи L-36-38-Г та L-36-50-Б):
 — — — — межі водозбірних басейнів водотоків [98]



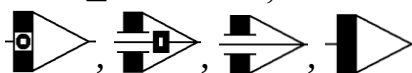
с. Кубанка – умовне позначення меж та назва населеного пункту;

← *р. Кубанка* – напрямок течії та прийнята (стара) назва водотоку;
 ← *(б. Сільська)* – напрямок течії та прийнята (стара) назва водотоку;

K1, K8(Д) – прийнята назва ГТС (у т. ч., ШВ);

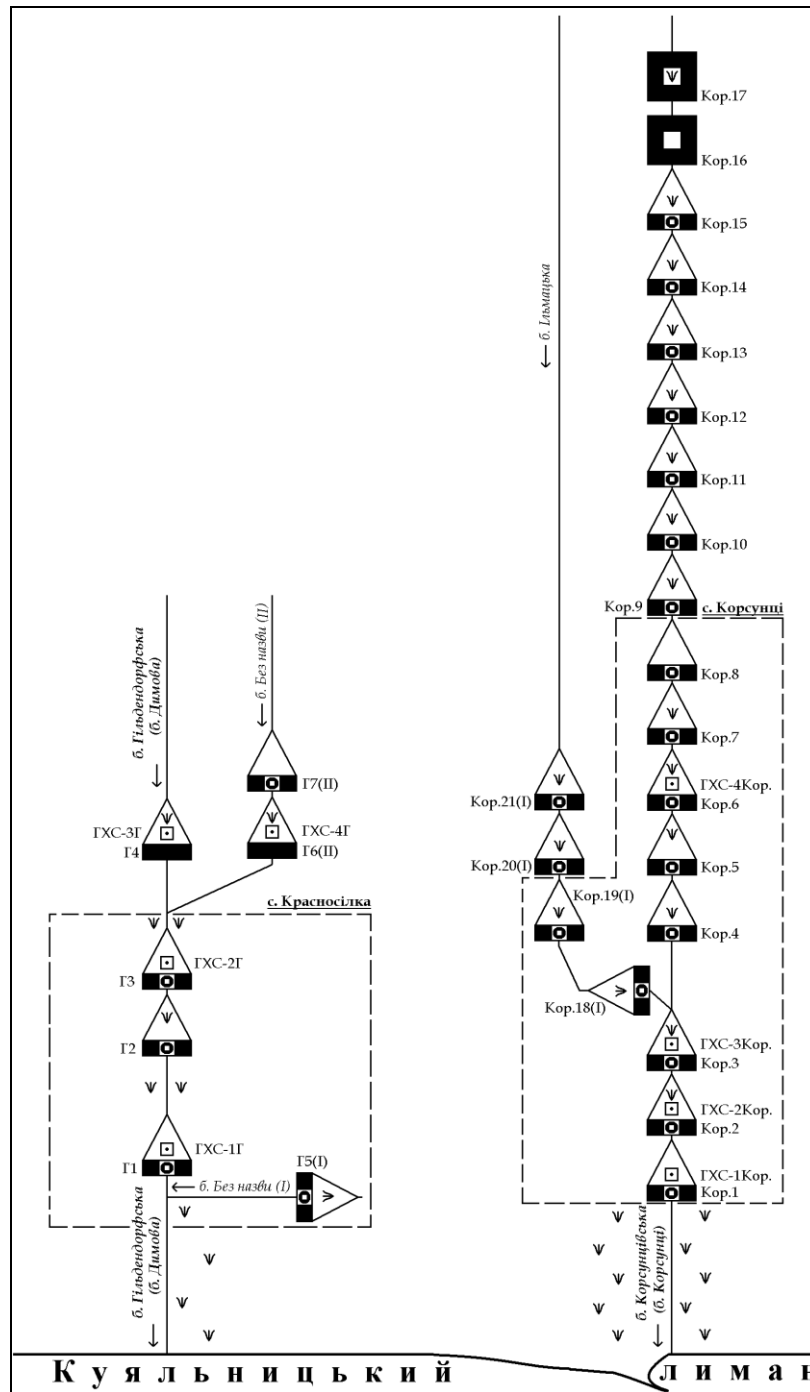
● к.1К – позначення, назва та номер колодязя;

□ ГХС-К.л., ГХС-1К – позначення, назва та номер гідрохімічної станції



– позначення ГТС (у т. ч., ШВ), відповідно: ШВ з водозливом, ШВ у вигляді копани з прораном в дамбі ГТС, ГТС у вигляді дамби з прораном, ШВ з «глухою» дамбою

Рисунок 5.21 – Схема розташування ГТС (у т. ч., ШВ), колодязів та ГХС в басейні рр. Довбока та Кубанка [98]



с. Корсунці – умовне позначення меж та назва населеного пункту;

← б. Корсунцівська (б. Корсунці) – напрямок течії та прийнята (стара) назва водотоку;

Г1, Кор.1 – прийнята назва ГТС (у т. ч., ШВ);

▽ – зарості вищої водної рослинності (очерет тощо);

□ ГХС-1Г, ГХС-1Кор. – позначення, назва та номер гідрохімічної станції



– позначення ГТС (у т. ч., ШВ), відповідно: ШВ з водозливом, ШВ у вигляді копані, ШВ з «глухою» дамбою

Рисунок 5.22 – Схема розташування ГТС (у т. ч., ШВ) та ГХС в басейні бб. Гільдендорфська та Корсунцівська [98]

Таблиця 5.2 – Інформація про ГТС (у т. ч., ШВ) в басейні р. Довбока (за даними топографічних карт і супутникових знімків території водозбору річки) [98]

№ п/п	Умовне позначення ГТС (у т. ч., ШВ)	Населений пункт (пункти)	Місцеположення ГТС (у т. ч., ШВ) в руслі водотоку відносно населених пунктів, координати центра ГТС, ° півн. ш., ° сх. д.	Прийнята назва водотоку (річка, балка)	Місцеположення водотоку в русловій мережі
1	2	3	4	5	6
1	Д1	с. Василівка	в межах села, 46,766824° півн. ш., 30,667876° сх. д.	р. Довбока	основне русло
2	Д2	с. Созонівка, с. Василівка	між селами, 46,778715° півн. ш., 30,666495° сх. д.	р. Довбока	основне русло
3	Д3	с. Павлінка	нижче села, 46,802128° півн. ш., 30,672492° сх. д.	р. Довбока	основне русло
4	Д4	с. Павлінка	в межах села, 46,815377° півн. ш., 30,672438° сх. д.	р. Довбока	основне русло
5	Д5(С)	с. Созонівка	вище села, 46,790339° півн. ш., 30,670404° сх. д.	б. Созонівська	права притока р. Довбока
6	Д6(І)	с. Василівка	нижче села, 46,765121° півн. ш., 30,669354° сх. д.	б. Без назви (І)	ліва притока р. Довбока
7	Д7(ІІ)	с. Созонівка	вище села, 46,789089° півн. ш., 30,664245° сх. д.	б. Без назви (ІІ)	ліва притока р. Довбока

Таблиця 5.3 – Інформація про ГТС (у т. ч., ШВ) в басейні р. Кубанка (за даними топографічних карт і супутникових знімків території водозбору річки) [98]

№ п/п	Умовне позначення ГТС (у т. ч., ШВ)	Населений пункт (пункти)	Місцеположення ГТС (у т. ч., ШВ) в руслі водотоку відносно населених пунктів, координати центра ГТС, ° півн. ш., ° сх. д.	Прийнята назва водотоку (річка, балка)	Місцеположення водотоку в русловій мережі
1	2	3	4	5	6
1	K1	с. Кубанка	в межа села (нижній), 46,695173° півн. ш., 30,735022° сх. д.	р. Кубанка	основне русло
2	K2	с. Кубанка	в межа села (верхній), 46,701342° півн. ш., 30,731706° сх. д.	р. Кубанка	основне русло
3	K3	с. Кубанка	≈ в 2,0 км вище села, 46,727581° півн. ш., 30,725957° сх. д.	р. Кубанка	основне русло
4	K4	с. Кубанка	≈ в 3,0 км вище села, 46,742674° півн. ш., 30,725458° сх. д.	р. Кубанка	основне русло
5	K5(I)	с. Кубанка	≈ в 4 км вище села, 46,743643° півн. ш., 30,719484° сх. д.	б. Без назви (I)	права притока р. Кубанка
6	K6(T)	с. Леніна	в межа села, 46,842465° півн. ш., 30,693064° сх. д.	б. Тамара	права притока р. Кубанка
7	K7(III)	с. Кубанка	≈ в 2 км півд.-сх. (нижче) села, 46,684444° півн. ш., 30,756426° сх. д.	б. Без назви (III)	ліва притока б. Дикарська
8	K8(D)	с. Кремидівка	≈ в 1 км західніше села, 46,737903° півн. ш., 30,764730° сх. д.	б. Дикарська	ліва притока р. Кубанка
9	K9(IV)	с. Шаманівка	≈ в 1,5 км нижче села, 46,765449° півн. ш., 30,737708° сх. д.	б. Без назви (IV)	ліва притока р. Кубанка

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6
10	K10(IV)	с. Степове	в межа села (нижній), 46,778844° півн. ш., 30,754165° сх. д.	б. Без назви (IV)	ліва притока р. Кубанка
11	K11(IV)	с. Степове	в межа села (верхній), 46,780225° півн. ш., 30,754649° сх. д.	б. Без назви (IV)	ліва притока р. Кубанка
12	K12(Б)	с. Шаманівка	≈ в 0,5 км нижче села, 46,775579° півн. ш., 30,726547° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
13	K13(Б)	с. Шаманівка	в межа села (нижній), 46,779913° півн. ш., 30,725854° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
14	K14(Б)	с. Шаманівка	в межа села (верхній), 46,792438° півн. ш., 30,727367° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
15	K15(Б)	с. Шаманівка	≈ в 2,0 км вище села, 46,811178° півн. ш., 30,729653° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
16	K16(Б)	с. Нові Шомполи	≈ в 1,5 км нижче села, 46,834577° півн. ш., 30,723777° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
17	K17(Б)	с. Нові Шомполи	≈ в 1,0 км нижче села, 46,842582° півн. ш., 30,721589° сх. д.	б. Букачі	ліва притока р. Кубанка
18	K18(V)	с. Нові Шомполи	в межа села (нижній), 46,851406° півн. ш., 30,733064° сх. д.	б. Без назви (V)	ліва притока б. Букачі
19	K19(V)	с. Нові Шомполи	в межа села (верхній), 46,860927° півн. ш., 30,729326° сх. д.	б. Без назви (V)	ліва притока б. Букачі

За результатами комплексних натурних гідроекологічних досліджень штучних водойм (ШВ) на водозбірних басейнах рр. Довбока і Кубанка визначалися такі гідравліко-морфометричні характеристики гідротехнічних споруд (ГТС) та ШВ (табл. 5.4 та 5.5):

- 1) довжина греблі ШВ, B_{gp} , м;
- 2) максимальна висота греблі ШВ, H_{gp} , м;
- 3) площа водної поверхні ШВ, при максимальному наповненні, $F_{ШВ-max}$, м²;
- 4) об'єм ШВ, при максимальному наповненні, $W_{ШВ-max}$, м³;
- 5) довжина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні (відстань між двома найбільш віддаленими точками берегової лінії водойми), $L_{ШВ-max}$, м;
- 6) середня ширина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні (відношення площі водної поверхні до довжини водойми), $B_{ШВ-сер}$, м;
- 7) максимальна ширина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні, $B_{ШВ-max}$, м;
- 8) ширина прорізу (прориву, промоїни) в греблі (дамбі) ШВ, B_{np} , м;
- 9) середня глибина ШВ, при максимальному наповненні (визначається як відношення об'єму води у водоймі до площі її водної поверхні), $H_{ШВ-сер}$, м;
- 10) максимальна глибина ШВ, при максимальному наповненні, $H_{ШВ-max}$, м;
- 11) діаметр водопропускної труби, d , м;
- 12) характеристики ГТС, за супутниковими знімками (в Google Earth);
- 13) характеристики ГТС, без урахування проривів і промоїн в греблі;
- 14) сучасні характеристики ГТС, з урахуванням прорізів (проривів, промоїн) в греблі (станом на 2012 р.).

5.5 Оцінка замулювання річок Довбока та Кубанка після паводку 24.05.2012 р. та рекомендації щодо розчистки їх русел і відновлення стоку

В зв'язку з тим, що стаціонарні гідрологічні спостереження в басейнах річок Довбока і Кубанка не здійснюються, в 2012 р. ОДЕКУ були виконані натурні експедиційні дослідження гирлових ділянок цих річок з метою визначення максимальних витрат води підчас паводків, які пройшли на цих річках в кінці травні 2012 р. після інтенсивних зливових опадів 24.05.2012 р., з величиною 70,9 мм, що більш ніж в 2 рази вище місячної норми для травня (34,9 мм) за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія». Для цього використано гідравлічний метод визначення максимальних витрат води за позначками рівнів високих вод (РВВ), який засновано на гідравлічних розрахунках і використовується на річках, де відсутні гідрометричні пости [98,230,231].

За даними розрахунків [98,230] встановлено, що максимальні витрати під час паводку склали: 8,65 м³/с – на р. Довбока, 78,6 м³/с – на р. Кубанка. Наприклад, на р. Кубанка однією з причин (крім зливових опадів) такої значної максимальної витрати води є те, що стік води під мостом на б. Дикарська на початку паводку було перекрито затором з сміття (залишки сільгоспкультур, гілки дерев тощо), змитого схиловим і русловим стоком з її басейну на початку зливи, а потім, прорвавши цю тимчасову загату, вода хлинула в р. Кубанку.

Таблиця 5.4 – Характеристика ГТС (у т. ч., ШВ) в басейні р. Довбока (за даними топографічних карт і супутникових знімків території водозбору річки та натурних польових досліджень ОДЕКУ в 2012 р.) [98]

№ п/п	Умовне позначення та тип ГТС (у т. ч., ШВ)	Характеристика греблі ГТС (у т. ч., ШВ)	$B_{гр}$, м	$H_{гр}$, м	$H_{ШВ-мах}$, м	$H_{ШВ-сер}$, м	$F_{ШВ-мах}$, м ²	$W_{ШВ-мах}$, м ³	$L_{ШВ-мах}$, м	$B_{ШВ-сер}$, м	$B_{ШВ-мах}$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Д1, ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна з лівого берегу)	165	4,0	3,0	2,0	33000	66000	400	83	400
2	Д2, гребля	земляна, з прорізом до дна в центрі греблі ($B_{пр} = 20$ м)	145	4,0	$\frac{4,0}{0}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{31850}{0}$	$\frac{63700}{0}$	$\frac{350}{0}$	$\frac{91}{0}$	$\frac{145}{0}$
3	Д3, ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна з правого берегу)	165	5,8	2,5	2,0	105850	211700	730	145	125
4	Д4, ставок	земле-кам'яна, з ВПС (з/б міст – квадратний водозлив)	145	4,5	2,5	1,5	28875	43313	225	128	135
5	Д5(С), гребля	земляна, з прорізом до дна в центрі греблі ($B_{пр} = 15$ м)	100	4,0	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1,5}{0}$	$\frac{6020}{0}$	$\frac{9030}{0}$	$\frac{172}{0}$	$\frac{35}{0}$	$\frac{85}{0}$
6	Д6(І), ставок	земляна, з ВПС (труба діаметром $d = 0,5$ м)	200	4,0	2,5	1,5	26250	39375	300	88	180

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Д7(II), ставок	земляна, з ВПС (труба діаметром $d = 0,5$ м)	60	3,0	2,5	1,5	3800	5700	200	19	55
ВСЬОГО (всі ГТС та ШВ):							235645	438818			
ВСЬОГО (станом на 2012 р.):							197775	366088			

Примітки до табл. 5.4 та 5.5:

$B_{гр}$ – довжина греблі ШВ, м;

$H_{гр}$ – максимальна висота греблі ШВ, м;

$F_{ШВ-мах}$ – площа водної поверхні ШВ, при максимальному наповненні, m^2 ;

$W_{ШВ-мах}$ – об'єм ШВ, при максимальному наповненні, m^3 ;

$L_{ШВ-мах}$ – довжина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні, м;

$B_{ШВ-сер}$ – середня ширина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні, м;

$B_{ШВ-мах}$ – максимальна ширина ШВ (по поверхні води), при максимальному наповненні, м;

ВПС – водопропускна споруда;

$B_{пр}$ – ширина прорізу (прориву, промоїни) в греблі (дамбі) ШВ, м;

$H_{ШВ-сер}$ – середня глибина ШВ, при максимальному наповненні, м;

$H_{ШВ-мах}$ – максимальна глибина ШВ, при максимальному наповненні, м;

з/б міст – залізобетонний міст;

d – діаметр водопропускної труби, м;

цифри курсивом (косим шрифтом) – характеристики ГТС, визначені тільки за супутникових знімків в Google Earth;

цифри в чисельнику – характеристики ГТС, визначені без урахування прорізів (проривів, промоїн) в греблі;

цифри в знаменнику – сучасні характеристики ГТС, визначені з урахуванням прорізів (проривів, промоїн) в греблі.

Таблиця 5.5 – Характеристика ГТС (у т. ч., ШВ) в басейні р. Кубанка (за даними топографічних карт і супутникових знімків території водозбору річки та натурних польових досліджень ОДЕКУ в 2012 р.) [98]

№ п/п	Умовне позначення та тип ГТС (у т. ч., ШВ)	Характеристика греблі ГТС (у т. ч., ШВ)	$B_{гр}$, м	$H_{гр}$, м	$H_{ШВ-мах}$, м	$H_{ШВ-сер}$, м	$F_{ШВ-мах}$, м ²	$W_{ШВ-мах}$, м ³	$L_{ШВ-мах}$, м	$B_{ШВ-сер}$, м	$B_{ШВ-мах}$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	К1, ставок	земляна, без ВПС	90	3,0	3,0	1,5	49292	98583	845	40	75
2	К2, ставок	земляна, з ВПС (дві труби діаметром $d = 0,5$ м кожна)	25	2,0	1,5	0,8	3315	4973	195	17	20
3	К3, гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з проривом (промоїною) з лівого берегу ($B_{пр} = 25$ м)	215	5,0	$\frac{5,0}{1,0}$	$\frac{2,5}{0,5}$	$\frac{66000}{6750}$	$\frac{165000}{3375}$	$\frac{550}{150}$	$\frac{120}{45}$	$\frac{185}{100}$
4	К4, копанка з греблею (залишки від ГТС ставка)	земляна, з прорізом (проривом, промоїною) в центрі греблі ($B_{пр} = 10$ м)	185	4,0	$\frac{4,0}{1,0}$	$\frac{2,0}{0,5}$	$\frac{40000}{4875}$	$\frac{80000}{2438}$	$\frac{400}{75}$	$\frac{100}{65}$	$\frac{150}{65}$
5	К5(І), ставок	земляна, без ВПС	135	10,0	9,0	6,0	63750	382500	750	85	120
6	К6(ІІ), ставок	земляна, з ВПС (дві труби діаметром $d = 0,9$ м кожна)	140	4,0	2,0	1,0	39000	39000	600	65	125

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	К7(III), гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з прорізом до дна в центрі греблі ($B_{np} = 10$ м)	125	4,0	$\frac{3,0}{0}$	$\frac{1,5}{0}$	$\frac{46475}{0}$	$\frac{69713}{0}$	$\frac{715}{0}$	$\frac{65}{0}$	$\frac{110}{0}$
8	К8(Д), ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна з лівого берегу)	90	4,0	3,0	1,5	35500	53250	710	50	80
9	К9(IV), гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з прорізом (проривом, промоїною) до дна в центрі греблі ($B_{np} = 10$ м)	90	3,5	$\frac{3,0}{0}$	$\frac{1,5}{0}$	$\frac{15000}{0}$	$\frac{22500}{0}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{60}{0}$	$\frac{75}{0}$
10	К10(IV), гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з проривом (промоїною) з лівого берегу греблі ($B_{np} = 10$ м)	75	5,0	$\frac{4,0}{0}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{7975}{0}$	$\frac{15950}{0}$	$\frac{145}{0}$	$\frac{55}{0}$	$\frac{70}{0}$
11	К11(IV), гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з проривами (промоїнами) в центрі та з правого берегу греблі (по $B_{np} = 10$ м)	80	3,0	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,0}{0}$	$\frac{10450}{0}$	$\frac{10450}{0}$	$\frac{190}{0}$	$\frac{55}{0}$	$\frac{80}{0}$
12	К12(Б), ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна) з правого берегу ($B_{np} = 15$ м)	225	3,0	2,5	1,5	60160	90240	470	128	185

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	К13(Б), гребля (залишки від ГТС ставка)	земляна, з прорізом (проривом, промоїною) до дна в центрі греблі ($B_{np} = 30$ м)	150	2,5	$\frac{2,0}{0,5}$	$\frac{1,0}{0,5}$	$\frac{38500}{2500}$	$\frac{38500}{1250}$	$\frac{550}{50}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{135}{50}$
14	К14(Б), ставок	земляна, без ВПС	170	6,5	6,0	3,0	69000	207000	600	115	150
15	К15(Б), ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна) з правого берегу ($B_{np} = 15$ м)	110	3,0	2,5	2,0	10875	21750	145	75	110
16	К16(Б), копанка	земляна, без ВПС	45	2,5	1,5	1,5	1125	1688	25	45	45
17	К17(Б), ставок	земляна, з ВПС (канал-промоїна) з правого берегу ($B_{np} = 15$ м)	55	2,5	2,0	1,0	7000	7000	200	35	55
18	К18(В), ставок	земляна, без ВПС	135	5,0	4,0	2,0	24375	48750	325	75	115
19	К19(В), ставок	земляна, з ВПС (труба діаметром $d = 0,9$ м)	80	3,0	2,5	1,5	8000	12000	200	40	65
ВСЬОГО (всі ГТС та ШВ):							595792	1368847			
ВСЬОГО (станом на 2012 р.):							385517	973797			

Крім того, за даними обстеження греблі ставка в межах с. Кубанка та за результатами опитування мешканців села встановлено, що дамба цього ставка приблизно в середині паводку 24.05.2012 р. була прорвана, тому вода після цього стрімким потоком хлинула в гирлову частину річки, що також підтверджують позначки РВВ на водопропускній споруді моста в нижній частині с. Кубанка. Це вплинуло на формування такого значного за величиною максимальної витрати ($78,6 \text{ м}^3/\text{с}$) і швидкості течії води ($1,03 \text{ м/с}$), але короточасного за періодом проходження, паводку на р. Кубанка [98,230]. Якщо припустити, що максимальна витрата води (або величини близькі до неї) в р. Кубанка спостерігалися б в продовж лише однієї години (3600 с), то в Куяльницький лиман надійшло б майже 300 тис. м^3 води. Отже, в сукупності з стоком р. Довбока, балок Гільдендорфська і Корсунцівська, скидного лотка з ставків пересипу та боковим припливом, це спричинило швидкий добовий приріст рівнів води у лимані на 23 см (з мінус 6,46 м БС – 24.05.2012 р., до мінус 6,23 м БС – 25.05.2012 р.).

Аналізуючи наслідки паводку 24.05.2012 р. на рр. Довбока і Кубанка треба також відмітити значне замулювання русел річок в їх гирлових і середніх частинах. Наприклад, за результатами обстежень русел цих річок працівниками ОДЕКУ влітку 2012 р. встановлено, що на деяких (пересохлих на час обстежень) ділянках русел шар нового намулу становив 15-30 см і більше – в руслі р. Довбока на ділянці довжиною майже 1 км вище с. Новокубанка шар нових донних мулистих відкладів дорівнював 35-40 см. Це пов'язано з змивом схиловим паводковим стоком поверхневого шару ґрунтів з ораних сільськогосподарських угідь (полів), межі яких в останні роки зрівнялися з межами долин цих малих річок, а в деяких частинах – сільськогосподарськими угіддями зайняті навіть заплави та русла річок (наприклад, ділянки в середній частині р. Довбока, ділянка р. Кубанка в межах с. Кубанка тощо), в яких також місцеві жителі влаштували ґрунтові («польові») автомобільні дороги.

Відкладанню наносів на даній ділянці русла р. Довбока також сприяла затримка паводкового стоку вище водопропускної споруди під дамбою дороги між с. Новокубанка і с. Кубанка, яка розташована майже перпендикулярно до напрямку русла річки та складається з п'яти залізобетонних труб з діаметром 1200 мм. За результатами натурних обстежень працівниками ОДЕКУ влітку 2012 р. було встановлено, що ця водопропускна споруда в період паводку 24.05.2012 р. була деякий час перекрита сміттям – залишками сільгоспкультур, гілок дерев тощо, змитими схиловим і русловим стоком з її водозбірного басейну, тому швидкість течії зменшилась, а відповідно завислі і волочені наноси відклалися на дно річки, замуливши таким чином її русло новим шаром відкладі товщиною до 35-40 см [98,230].

З урахування цього, можна стверджувати, що при сучасному рівні сільськогосподарського та водогосподарського використання басейнів малих річок Довбока і Кубанка їх русла після декількох подібних паводків остаточно замуляться, а вони – як малі річки, скоро зникнуть з карти України.

5.6 Рекомендації щодо заходів з оптимізації водогосподарської діяльності для підвищення водності річок і балок басейну Куяльницького лиману

Оптимізація водогосподарської діяльності необхідна для підвищення водності у гирлах річок і балок басейну Куяльницького лиману, що має призвести до відновлення самого лиману. Попередньо визначено, що відновлювальні заходи мають включати до себе підвищення водності річок за рахунок оптимізації роботи штучних водойм, очищення русел від донних відкладень, посилення водообміну та умов для інтенсифікації самоочищення, реконструкції планових форм русел річок на ділянках, з штучно зміненими, наприклад спрямленими, формами русел.

Важливу роль при розробці рекомендацій мають відігравати оцінки наслідків зміни клімату на природний стан водних ресурсів з використанням даних кліматичних сценаріїв. Крім того, необхідним є установлення ролі стоку річок і балок у формуванні водності та якості вод лиману як у минулому, так і оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси р. В. Куяльник та інших водотоків в залежності від кліматичних умов та масштабів водогосподарської діяльності у майбутньому (не менш ніж на 25 років або до середини ХХІ ст.). Це дозволяє оцінити можливе збільшення об'ємів надходження прісних вод до лиману, головним чином, за рахунок скорочення чисельності штучних водойм у басейні р. В. Куяльник та інших водотоків у басейні Куяльницького лиману.

Здійснення заходів для оптимізації водогосподарської діяльності з підвищення водності в гирлах річок (Великий Куяльник, Довбока, Кубанка й інших) і балок (Гільдендорфська – в районі с. Красносілка, Корсунцівська – в районі с. Корсунці, без назви – в районі с. Ільїнка й інших), що живлять Куяльницький лиман, рекомендується провести в декілька етапів за черговістю (послідовністю), які представлені нижче.

I етап. Інвентаризація в руслах і заплавах водотоків (річках і балках) штучних водойм (водосховищ, ставків, копанок, затоплених кар'єрів), гідротехнічних і підпірних споруд (гребель, дамб, шлюзів, загат, автомобільних переїздів, пішохідних переходів, мостів), або їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік. Цей етап виконується за наступною послідовністю.

1. Складання переліку, визначення місцеположення в руслах і заплавах водотоків та сучасного стану штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік), типу та матеріалу їх конструкції (з використанням топографічних і тематичних карт, схем і планів місцевості; супутникових знімків поверхні Землі; довідникової літератури; даних натурних обстежень).

2. Визначення об'ємів води (на час обстеження та найбільших можливих), що накопичуються штучними водоймами та затримуються гідротехнічними і підпірними спорудами (їх залишками, якщо вони можуть затримувати стік), а також розрахунок площ водної поверхні (або площ додаткового випаровування

та інфільтрації) при різних об'ємах води (з використанням топографічних і тематичних карт, схем і планів місцевості; супутникових знімків поверхні Землі; довідникової літератури; даних натурних обстежень).

3. Оцінка хімічного складу води та вмісту у ній забруднювальних речовин алохтонного й автохтонного походження та просторово-часову мінливість змін показників якості води (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, санітарно-бактеріологічних, специфічних речовин токсичної дії тощо), що накопичується у штучних водоймах і затримується гідротехнічними та підпірними спорудами або їх залишками (з використанням довідникової літератури; наукових звітів; даних натурних обстежень).

II етап. Обґрунтування (наукове, економічне, юридичне) рекомендацій щодо ліквідації/реконструкції штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік) або їх розмірів (головним чином, найбільших можливих об'ємів води та/чи площ водної поверхні). Цей етап виконується за наступною послідовністю.

1. Оцінка об'ємів природного (непорушеного господарською діяльністю) стоку річок і балок в залежності від кліматичних умов за ретроспективний період (з використанням архівних даних) та у майбутньому (за даними кліматичних сценаріїв).

2. Визначення з урахуванням зміни клімату можливих майбутніх об'ємів побутового стоку та надлишків/дефіциту води для наповнення існуючих штучних водойм або ємностей для затримки руслового стоку, що утворені гідротехнічними та підпірними спорудами (їх залишками).

3. Оцінка відповідності показників екологічного стану води (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, санітарно-бактеріологічних, специфічних речовин токсичної дії тощо) існуючих штучних водойм і ємностей для затримки стоку в руслах річок і балок, що утворюються гідротехнічними та підпірними спорудами (або їх залишками), вимогам до якості вод, які використовуються для господарсько-побутового споживання, зрошування, риборозведення, купання та рекреації й інших видів водокористування (за даними вимірювань або архівними даними).

4. Перевірка дотримання власниками/орендарями штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд вимог чинного законодавства, у тому числі Водного кодексу України, які стосуються збереження водності та екологічного стану малих річок, особливостей їх користування, регулювання стоку та створення штучних водойм в їх басейнах, насамперед статті 80 «Особливості користування малими річками», статті 81 «Комплекс заходів щодо збереження водності річок і охорони їх від забруднення» та статті 82 «Регулювання стоку річок, створення штучних водойм», згідно якої для будь-яких за розміром річок *«забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років»*.

5. Перевірка наявності у власників/орендарів штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд необхідних дозвільних документів на їх

використання, водогосподарських паспортів тощо, а також відповідності використання цих об'єктів за цільовим призначенням.

6. Визначення економічної рентабельності (прибутковості/збитковості) від використання існуючих штучних водойм, гідротехнічних, підпірних споруд.

7. Формулювання рекомендацій щодо подальшого використання кожної штучної водойми, гідротехнічної та підпірної споруд (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік) та складання переліку тих, які необхідно ліквідувати.

8. Визначення ділянок старого природного русла, що можна відновити, а також ділянок сучасного спрямленого (каналізованого) русла, які необхідно буде рекультивувати після відновлення природного русла (його окремих ділянок або меандрів), та обґрунтування оптимальних морфометричних характеристик нового (після розчищення чи відновлення) русла.

III етап. Ліквідація/реконструкція штучної водойми, гідротехнічної та підпірної споруд рекомендується у випадках, якщо:

- її власник/орендар не дотримується вимог чинного законодавства, у тому числі Водного кодексу України;

- її використання є економічно нерентабельним (збитковим);

- показники екологічного стану води (гідрофізичні, гідрохімічні, гідробіологічні, санітарно-бактеріологічні, специфічні речовини токсичної дії тощо) існуючих штучних водойм і ємностей не відповідають вимогам до якості вод, які використовуються для господарсько-побутового споживання, зрошування, риборозведення, купання та рекреації й інших видів водокористування;

- існує, буде зберігатися чи збільшуватися в майбутніх кліматичних умовах (за даними кліматичних сценаріїв) дефіцит води для наповнення штучної водойми або ємності для затримки руслового стоку, утвореної гідротехнічною чи підпірною спорудою, тобто об'єми природного руслового стоку є меншими ніж ємності його регулювання (затримання).

IV етап. Відновлення природного русла річки (окремих його ділянок, меандрів, джерел розвантаження підземних вод) та рекультивація ділянок сучасного спрямленого (каналізованого) русла, де відновлено природне русло (його окремі ділянки або меандри).

V етап. Заліснення прибережних захисних смуг нового розчищено-відновленого русла та штучних водойм, що не рекомендовані до ліквідації. Впровадження цього заходу дозволить у майбутньому (після підростання дерев і кущів) зменшити випаровування з поверхні (за рахунок затінення поверхні води, зменшення температури, збільшення вологості повітря, переведення поверхневого стоку у підземний). Дерев та кущі також сприятимуть збільшенню водності шляхом затримки та накопичення у своїх заростях додаткової кількості атмосферних опадів (насамперед при від'ємних температурах повітря) [233].

Крім того, для зменшення втрат води на випаровування з водної поверхні штучних водойм, що залишаються, пропонується (за наявності такої можливості) змінити їх тип (конфігурацію в плані). Для цього необхідно штучним водоймам,

створеним у руслах річок і балок та ставкам-копаням переважно атмосферного живлення (в сухих балках, що наповнюються винятково водами поверхневого стоку) надати форму подібну меандру, як це показано на рис. 5.23*a* та рис.5.23*б* [99].

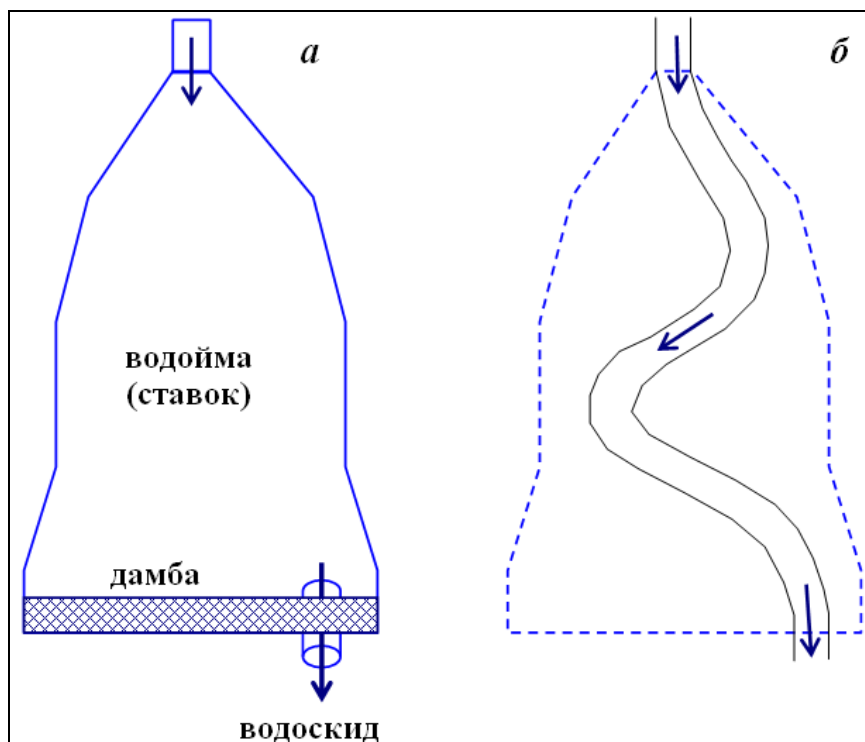


Рисунок 5.23 – Схема зміни конфігурації звичайної (традиційної) штучної водойми форми (а) на водойму (русло) у вигляді правильного слабковигнутого меандру (б)

Об'єм штучної водойми в цьому випадку може залишитись не змінним, але площа поверхні води, а відповідно і об'єм випареної води, зменшиться у три-п'ять разів. Для цього в місці існуючої штучної водойми (рис. 5.23*a*) споруджується копань (рис. 5.23*б*), наприклад, у вигляді русла за формою правильного слабковигнутого меандру з вигином рівномірної крутизни [234]. Визначення нових морфометричних характеристик штучних водойм може бути виконано наступним чином. Наприклад, є водойма з морфометричними характеристиками, які властиві багатьом ставкам басейну Куяльницького лиману [86,98]: довжина – 250 м, середня ширина – 50 м, середня площа водної поверхні – 25000 м², середня глибина – 0,5 м, середній об'єм – 12500 м³. Оцінка нових морфометричних характеристик штучної водойми, які будуть після зміни її конфігурації (типу), визначається в наступній послідовності: об'єм води не змінюється – 12500 м³, нові ширина та глибина копаної водойми (в залежності або з урахуванням можливостей екскаваторної техніки) приймаються, відповідно – 12,5 м та 2,5 м (тобто площа поперечного перерізу русла копаної водойми дорівнюватиме 31,25 м²), тоді довжина водойми становитиме – 400 м, а площа поверхні води – 5000 м². Отже, площа водної поверхні ставка, а

відповідно і об'єм випареної води, зменшиться у п'ять разів. Таким чином, щороку у періоди весняного водопілля або/та дощових паводків втрати стоку на поповнення об'єму цієї водойми також будуть у п'ять разів меншими, а «зеконормлений» об'єм руслового стоку піде на поповнення Куяльницького лиману. Зауважимо, що це можливе лише за сприятливих геологічних та гідрогеологічних умов або унеможливлені втрат води на інфільтрацію.

6 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ ТА ОЦІНКА ЇХ ЗМІН

6.1 Оцінка змін кліматичних чинників формування стоку на початку XXI сторіччя

Зв'язок стоку з кліматичними чинниками витікає з рівняння водного балансу замкненого водозбору за багаторічний період [235]

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}, \quad (6.1)$$

де $\bar{X}$, $\bar{E}$, $\bar{Y}$ – річні норми опадів, випаровування з поверхні суші та стоку, відповідно.

Норма річних опадів та випаровування з поверхні суші є кліматичними чинниками формування річного стоку, які розподіляються у просторі згідно із законами широтної або вертикальної зональності. Оскільки норма річного стоку залежить від кліматичних чинників, то її просторовий розподіл також визначається широтою місцевості або висотою, якщо мова йде про гірські райони.

Величина випаровування з поверхні суші $\bar{E}$ залежить від зволоження підстильної поверхні та теплоенергетичних ресурсів клімату та [236]. Кількісна оцінка зволоження підстильної поверхні за багаторічний період надається у виді середньо багаторічної суми опадів $\bar{X}$. Теплоенергетичні ресурси клімату визначаються припливом до земної поверхні сонячної радіації, яка обумовлює термічний режим приземного шару повітря. Дуже часто температури повітря використовуються як основний чинник при розрахунках теплоенергетичних ресурсів та випаровування [237]. У північній півкулі випаровування з поверхні суші збільшується у напрямі з півночі на південь. Якщо на півночі випаровування з поверхні суші обмежене теплоенергетичними ресурсами, то на півдні ця величина обмежується ресурсами вологи. За рахунок цього у аридних та напіваридних зонах випаровування з поверхні суші може зменшуватися. У загальному випадку температури повітря та опади розглядаються як головні кліматичні чинники формування стоку.

Зміни глобального клімату, а разом із ним регіонального клімату, які спостерігаються на протязі останніх десятиріч, впливають на умови формування стоку річок України, а, отже, обумовлюють зміни її поверхневих водних ресурсів [3]. За даними В.В. Гребіня [238] середня річна температура повітря на метеостанції Роздільна зросла на 0,7 °C за період 1989-2008 рр. при порівнянні із періодом до 1951-1988 рр., а опади зменшилися з 518 мм до 494 мм.

Дослідження змін метеорологічних характеристик були виконані для метеорологічних, розташованих на водозборі Куяльницького лиману або прилеглих до нього територій: Роздільна, Любашівка, Одеса, Затишшя та

Сербка [239]. Розглядалися середня температура повітря й кількість опадів за рік, середня температура повітря та кількість опадів за теплий (з квітня по жовтень) та холодний (з листопада по березень) періоди. Тривалість спостережень на метеостанції Одеса становила 113 років (1900 – 2013 рр.), на метеостанції Затишшя – 61 рік (1951-2012 рр.), на інших метеостанціях – 60 років (1951-2011 рр.). Аналіз змін кліматичних чинників був проведений на основі порівняння даних до 1989 року та після: від початку спостережень до 1988 р.; 1989-2012 рр.).

Установлено, що середня річна температура повітря (табл. 6.1) за період 1989-2012 рр. на всіх метеостанціях збільшилась від 0,8°C (Роздільна) до 1,1°C (Одеса, Любашівка) у порівнянні із попереднім періодом спостережень (1951-1988 рр.).

Таблиця 6.1 – Зміна температури повітря у абсолютних величинах ($\Delta T, ^\circ\text{C}$) за період 1989-2012 рр. у порівнянні із періодом 1951-1988 рр.

Метеостанція	За рік	За теплий період	За холодний період
Одеса	1,1	1,0	2,0
Роздільна	0,8	0,7	1,0
Любашівка	1,1	0,7	1,2
Затишшя	1,0	0,7	1,2
Сербка	0,9	0,7	1,0

Значення ΔT розраховувалось за формулою $\Delta T = T' - T$; де T' – температура за період 1989-2012 рр., T – температура за період 1951-1988 рр.

Виявлено, що за теплий період (з квітня по жовтень) за період 1989-2012 рр. на всіх метеостанціях середня температура повітря збільшилась на 0,7°C, на м/ст. Одеса – на 1,0°C (табл. 6.1), що склало 4,3 – 6,1% по відношенню до періоду 1951-1988 рр.

З листопада по березень на всіх метеостанціях середня температура повітря збільшилась на 1,0 – 2,0°C (табл. 6.1) за 1989-2012 рр. по відношенню до попереднього розрахункового інтервалу. Характерно, що у 1951-1988 рр. середня температура за холодний період знаходилася у межах від'ємних значень від -0,2 °C до -1,4 °C, в останні десятиріччя середня температура коливається від -0,2 °C до 0,8 °C. В Одесі середня температура повітря холодного періоду за 1900–1988 рр. становила 0,2 °C, а в інтервал після 1989 р. досягла 2,2 °C. За даними метеостанції Роздільна в зимовий сезон (XII – II) зросли середньомісячні температури січня та лютого на 1,6-1,9 °C (в межах від'ємних значень), однак знизилася температура повітря за грудень на 0,6 °C. У весняний сезон (III – V) основне підвищення температур повітря припадало на березень (1,8 °C). В літні місяці (VII – VIII) середньомісячна температура повітря зросла на 1,2-1,8 °C.

Порівняльний аналіз температур повітря за спостереженнями на метеостанції Любашівка за періоди 1951-1988 та 1989-2011 рр. показав, що з

1989 р. середня місячна температура повітря осені підвищилася в середньому на $0,8^{\circ}\text{C}$, зими – на $1,5^{\circ}\text{C}$.

На хронологічних графіках ходу температур середніх за рік (рис. 6.1), теплий (рис. 6.2) та холодний (рис. 6.3) періоди відзначається тенденція до зростання температур повітря. У холодний період спостерігається перехід середніх температур від від'ємних до додатних. Розгляд даних по всіх метеорологічних станціях дозволив виявити, що побудовані тренди температур за рік і теплий та холодний періоди характеризуються статистично значущими коефіцієнтами кореляції (табл. 6.2).

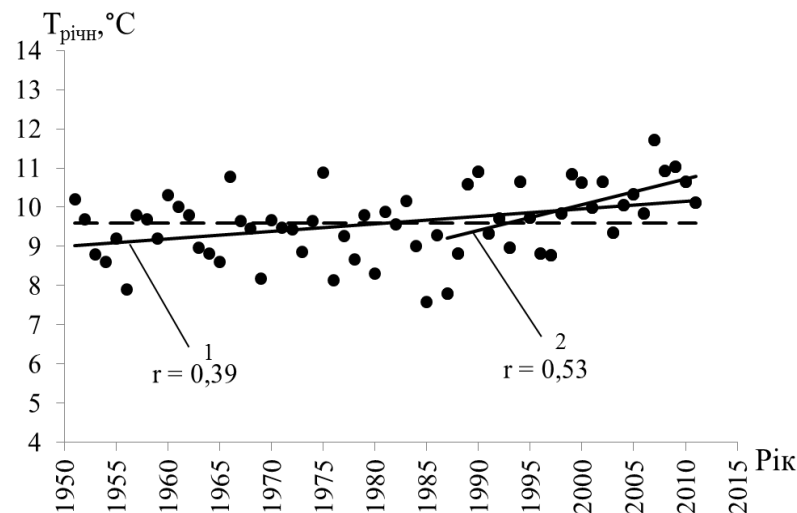


Рисунок 6.1 – Хронологічний хід річної температури повітря за даними метеорологічної станції Роздільна (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда, 1—лінія тренда за 1951-2011 рр., 2—лінія тренда за 1989-2011 рр.)

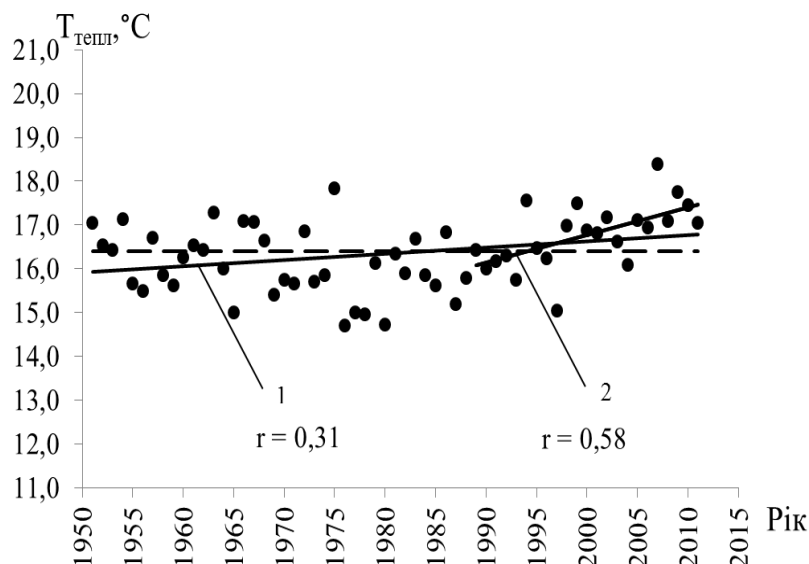


Рисунок 6.2 – Хронологічний хід температури повітря теплого періоду (IV-X) за даними метеорологічної станції Роздільна (---- середнє багаторічне значення, 1 – лінія тренда за 1951-2011 рр., 2 – лінія тренда за 1989-2011 рр.)

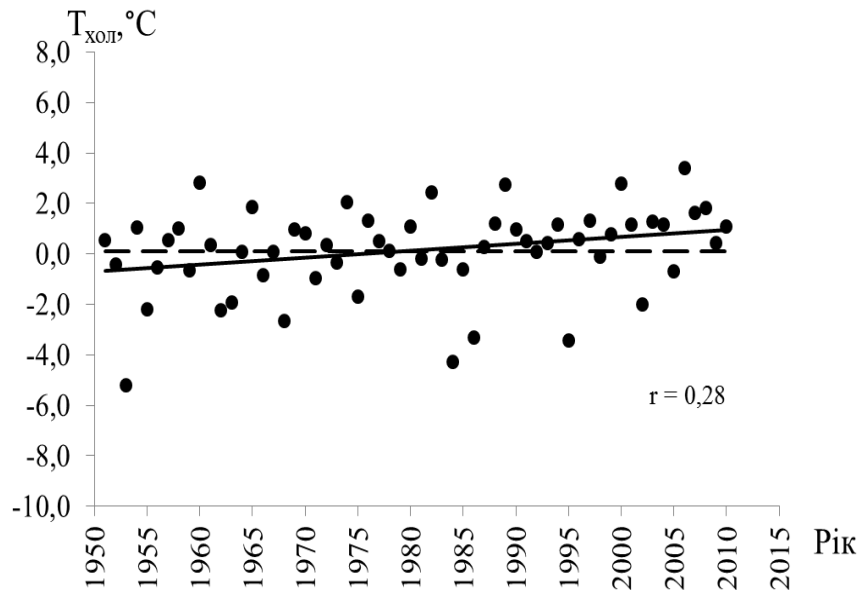


Рисунок 6.3 – Хронологічний хід температури повітря холодного періоду (ХІ-ІІІ) за даними метеорологічної станції Роздільна, 1951-2011 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

Перевірка значущості коефіцієнта кореляції виконувалась за двома критеріями. По-перше, коефіцієнт кореляції r вважається значущим, якщо виконується умова $r \geq 2\sigma_r$, де σ_r – середня квадратична похибка визначення емпіричного коефіцієнта кореляції, яка при довжині ряду n розраховується за рівнянням $\sigma_r = (1 - r^2) / \sqrt{n-1}$. По-друге, на рівні значущості $\alpha=0,05$ перевірялася гіпотеза про статистичну значущість коефіцієнта кореляції r . Розраховувалися значення критерію Стюдента $t = |r| / \sigma_r$ і порівнювалися із значеннями $t_{кр}$ (α ; $\nu = n-1$). 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 [240].

Для середньої кількості річних опадів (табл. 6.3) за період 1989-2012 рр. по розглянутих метеостанціях не виявлені статистично значущі тренди. У холодний період переважає зменшення сум опадів, у теплий – зростання.

Значення ΔX розраховувалось за формулою $\Delta X = X' - X$; де X' – опади за період 1989-2012 рр., X – опади за період 1951-1988 рр.

Таблиця 6.2 – Перевірка коефіцієнтів кореляції для рівнянь лінійної регресії, які описують тренди температур повітря на значущість

n , ро- ків	Характе- ристика	Коефіцієнт кореляції r	Середня квадратична похибка σ_r	Критерій Стьюдента t	Значення $t_{кр}$	Значущість коефіцієнта кореляції
м/ст. Одеса						
11 3	$T_{річн}$	0,43	0,08	5,58	1,98	значущий
	$T_{тепл}$	0,37	0,08	4,54	1,98	значущий
	$T_{хол}$	0,36	0,08	4,38	1,98	значущий
м/ст. Роздільна						
60	$T_{річн}$	0,42	0,12	3,53	2,00	значущий
	$T_{тепл}$	0,39	0,12	2,63	2,00	значущий
	$T_{хол}$	0,29	0,13	2,33	2,00	значущий
м/ст. Любашівка						
60	$T_{річн}$	0,42	0,11	3,92	2,00	значущий
	$T_{тепл}$	0,30	0,12	2,53	2,00	значущий
	$T_{хол}$	0,32	0,12	2,74	2,00	значущий
м/ст. Затишшя						
61	$T_{річн}$	0,45	0,12	4,23	2,00	значущий
	$T_{тепл}$	0,47	0,12	3,09	2,00	значущий
	$T_{хол}$	0,28	0,14	2,55	2,00	значущий
м/ст. Сербка						
60	$T_{річн}$	0,46	0,09	3,41	2,00	значущий
	$T_{тепл}$	0,41	0,10	2,53	2,00	значущий
	$T_{хол}$	0,37	0,10	2,14	2,00	значущий

Таблиця 6.3 – Зміна сум опадів у абсолютних величинах (ΔX , мм) за період 1989-2012 рр. у порівнянні із періодом 1951-1988 рр.

Метеостанція	За рік	За теплий період	За холодний період
Одеса	23	20	3
Роздільна	-11	13	-19
Любашівка	-8	20	-24
Затишшя	16	31	-16
Сербка	2	18	-12

За теплий період – з квітня по жовтень – на всіх метеостанціях сумарна кількість опадів за 1989-2012 рр. зросла на 13 – 31 мм (табл. 6.3), що становить 3,9 – 9,8 % по відношенню до попереднього розрахункового інтервалу.

Кількість опадів за холодний період зменшилася на 12 – 24 мм (табл. 6.3)

за останні роки по відношенню до попереднього розрахункового інтервалу, по станції Одеса – їх кількість практично однакова за обидва періоди.

Хронологічний хід річних сум атмосферних опадів за даними метеорологічної станції Роздільна за 1951-2011 рр. (рис. 6.4а) показує, що кількість опадів практично не змінюється у часі. Ця ж тенденція спостерігається і на станції Сербка. За той же період спостережень по метеорологічних станціях Одеса, Любашівка (рис. 6.4б) і Затишшя у 1951-2011 роках виявлено тенденцію до збільшення річних сум атмосферних опадів, така ж тенденція встановлена для опадів, які випали з квітня по жовтень для всіх метеостанцій. Для прикладу показано хронологічний хід опадів за даними станції Роздільна (рис. 6.5).

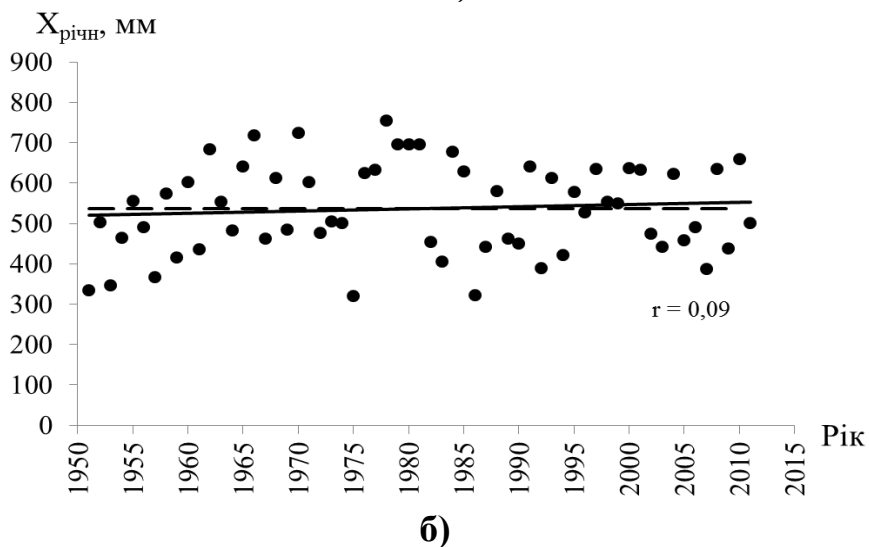
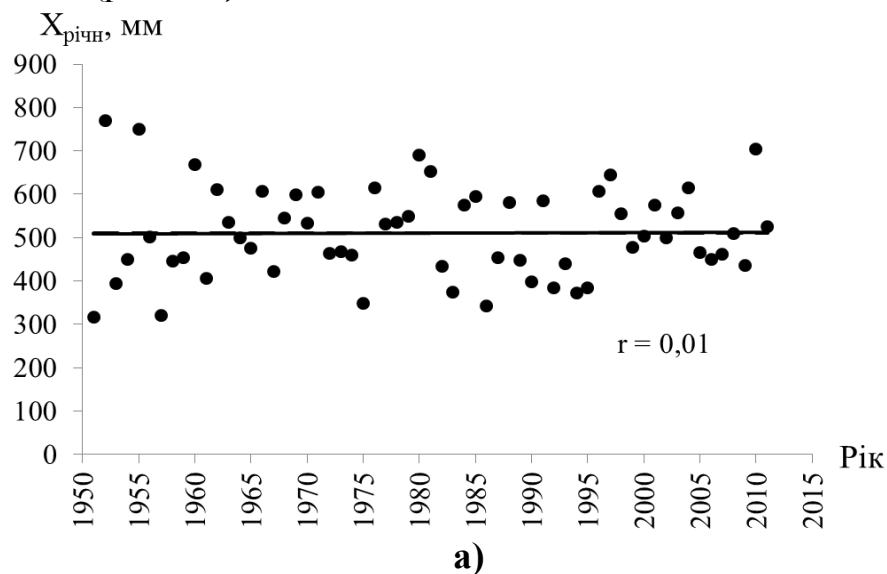


Рисунок 6.4 – Хронологічний хід річних сум атмосферних опадів за даними метеорологічної станції Роздільна (а) і Любашівка (б), 1951-2011 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда).

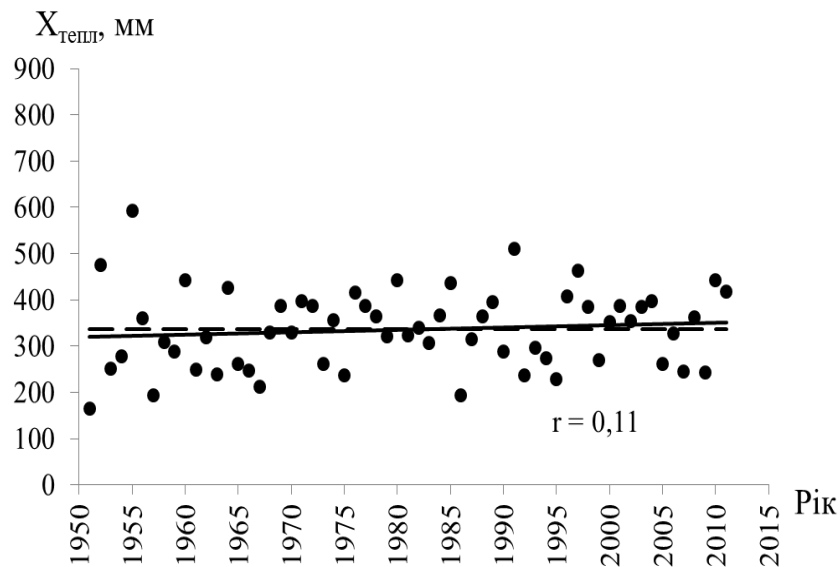


Рисунок 6.5 – Хронологічний хід сум опадів теплого періоду (IV-X) за даними метеорологічної станції Роздільна, 1951-2011 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

Хронологічний хід сум опадів холодного періоду (XI- III) за даними метеорологічної станції Роздільна показує, що їх кількість зменшується у часі (рис. 6.6). Для інших метеостанцій визначені схожі залежності.

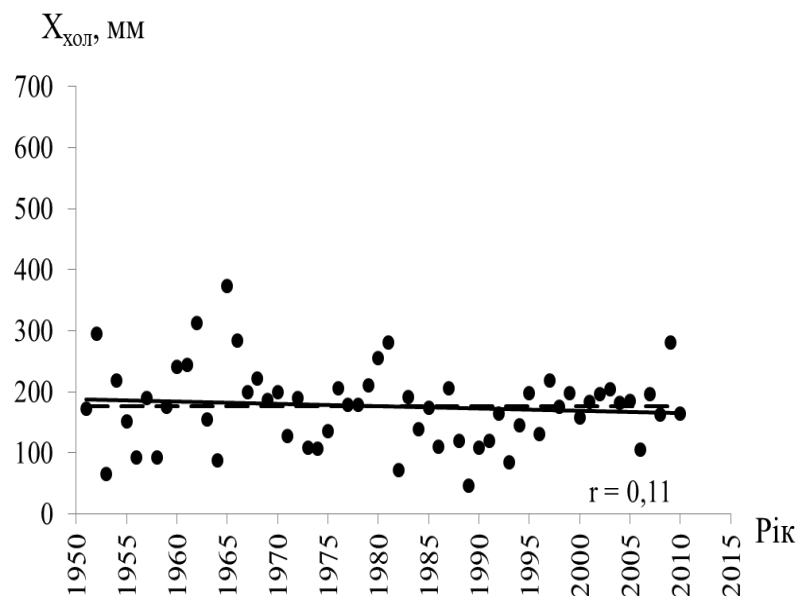


Рисунок 6.6 – Хронологічний хід сум опадів холодного періоду (XI- III) за даними метеорологічної станції Роздільна, 1951-2011 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

Перевірка на статистичну значущість коефіцієнтів кореляції, які оцінюють тісноту зв'язку між опадами та часом, показала (табл. 6.4), що

більшість з них є статистично незначущими. На рис. 7а показано хронологічний хід сум опадів теплового періоду (IV-X) за даними метеорологічної станції Одеса за 1900-2013 рр., для цього періоду коефіцієнт кореляції є незначущим. На ст. Одеса залежності річних опадів та опадів за холодний період (рис. 7б) мають значущі коефіцієнти кореляції.

Таблиця 6.4 – Перевірка коефіцієнтів кореляції для рівнянь лінійної регресії, які описують тренди опадів на значущість

n , ро- ків	Характе- ристика	Коефіцієнт кореляції r	Середня квадратична похибка σ_r	Критерій Стюдента t	Значення $t_{кр}$	Значущість коефіцієнта кореляції
м/ст. Одеса						
113	$X_{річн}$	0,27	0,09	3,08	1,98	значущий
	$X_{тепл}$	0,12	0,09	1,29	1,98	незначущий
	$X_{хол}$	0,29	0,09	3,35	1,98	значущий
м/ст. Роздільна						
60	$X_{річн}$	0,00	0,14	0,08	2,00	незначущий
	$X_{тепл}$	0,16	0,14	0,86	2,00	незначущий
	$X_{хол}$	0,19	0,14	0,86	2,00	незначущий
м/ст. Любашівка						
60	$X_{річн}$	0,09	0,13	0,70	2,00	незначущий
	$X_{тепл}$	0,21	0,12	1,69	2,00	незначущий
	$X_{хол}$	0,13	0,13	1,02	2,00	незначущий
м/ст. Затишшя						
61	$X_{річн}$	0,01	0,15	1,36	2,00	незначущий
	$X_{тепл}$	0,11	0,15	1,61	2,00	незначущий
	$X_{хол}$	0,15	0,15	0,47	2,00	незначущий
м/ст. Сербка						
60	$X_{річн}$	0,30	0,11	0,08	2,00	незначущий
	$X_{тепл}$	0,23	0,11	0,39	2,00	незначущий
	$X_{хол}$	0,20	0,11	0,46	2,00	незначущий

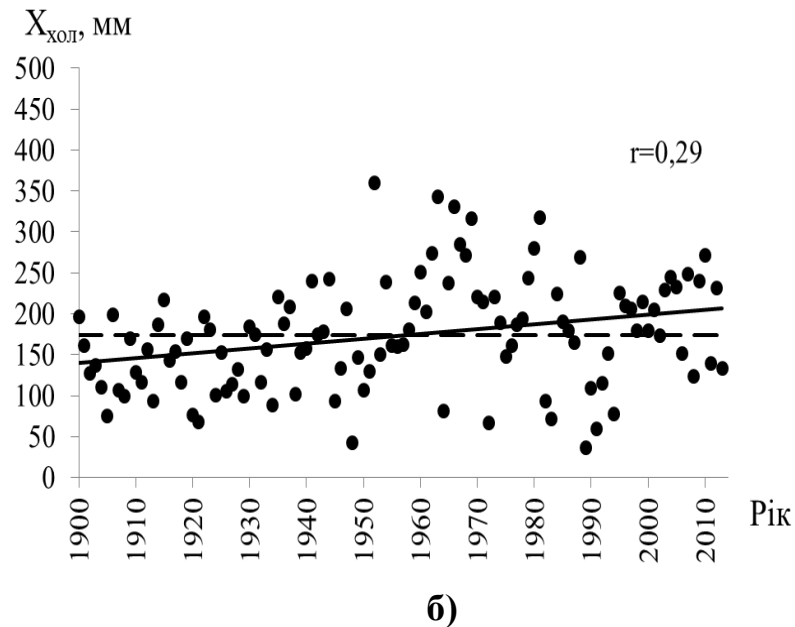
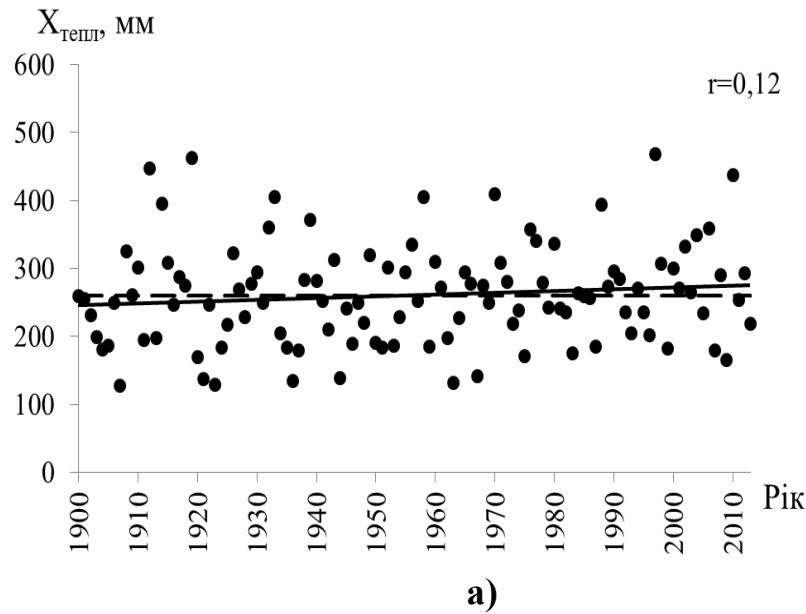


Рисунок 6.7 – Хронологічний хід сум опадів теплового (а) і холодного (б) періодів за даними метеорологічної станції Одеса, 1900-2013 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

На всіх метеорологічних станціях, розташованих у межах або поблизу водозбірної басейну Куяльницького лиману, встановлена тенденція до зростання річних температур повітря від $0,8^{\circ}\text{C}$ до $1,1^{\circ}\text{C}$. Причому з 1989 р. інтенсивність зростання збільшується. Так само зростають температури холодного ($0,7 - 1,0^{\circ}\text{C}$) та теплового ($1,0 - 2,0^{\circ}\text{C}$) періодів.

Характерною рисою холодного періоду є перехід середніх температур повітря (після 1989 р.) від від'ємних значень до додатних. Аналіз змін опадів показав, що значущі зміни опадів (зростання) спостерігалися лише на метеостанції Одеса. На водозборі Куяльницького лиману та прилеглих територіях тенденцій щодо змін опадів не виявлено. Таким чином, тенденції

змін кліматичних чинників на водозборі Куяльницького лиману вказують на несприятливі умови формування стоку. Зростання температур повітря холодного сезону буде сприяти формуванню відлиг і зменшенню витрат та об'ємів весняного водопілля. Збільшення температур повітря теплого періоду призвело до зростання випаровування з поверхні суші і особливо з водної поверхні водойм. Ці втрати не компенсуються збільшенням зволоження території за рахунок опадів. Отже на водозборі Куяльницького лиману сформувалися кліматичні умови, які сприяють зменшенню водних ресурсів території.

6.2 Посушливість клімату та посухи

Потепління в зоні степу супроводжується посухами. Посуха є явищем, на протязі якого спостерігається тривала (багатоденна, багатомісячна, багаторічна) суха погода, часто при підвищеній температурі повітря, з відсутністю чи вкрай незначною кількістю опадів, яка призводить до виснаження запасів води (вологи) у ґрунті та різкого зниження відносної вологості повітря. Внаслідок посухи створюються несприятливі умови для розвитку рослин, формування стоку у річках, через що виникає дефіцит водоспоживання. З агрометеорологічної точки зору наслідками посухи є неврожаї сільськогосподарських культур, деградація луків, зниження приросту деревини, загибель худоби та різкі коливання чисельності мікроорганізмів [241]. Посуха супроводжується такими посушливими явищами як тривале бездощів'я, висока температура повітря, суховії, атмосферна та ґрунтова посухи.

Для оцінки наявності та інтенсивності посух у сучасний період використовується стандартизований індекс опадів (CIO) або (SPI), який може бути розрахований для будь-якого пункту за допомогою тривалого ряду спостережень за опадами і ґрунтується на понятті стандартизованих опадів [242]. Під стандартизованими опадами розуміють відхилення їх величини для певного періоду часу від середньої багаторічної величини, поділене на середньоквадратичне відхилення, тобто використовуються нормовані величини. Далі цей індекс було модифіковано залученням поняття про потенціальне сумарне випаровування PE [243], після чого розрахований індекс дістав назву стандартизований індекс опадів та сумарного випаровування (CIOCB) або (SPEI). Установлена класифікація посух в залежності від значення, яке прийняла величина SPEI (табл. 6.5).

Процедура визначення SPEI базується на обчисленні середньомісячних різниць між опадами та потенціальним сумарним випаровуванням і впроваджена у міжнародну практику з 2009 року. Наявність та інтенсивність посухи визначаються відповідно до значень SPEI, представлених в табл. 6.5. Розрахунок індексів SPEI проводився за допомогою спеціального комп'ютерного забезпечення [244]. У вхідному файлі містилася інформація про

середньомісячні температури повітря, суми опадів та координати метеостанцій [245].

Таблиця 6.5 – Класифікація значень SPEI [242]

Значення SPEI	Категорія періоду	Категорія посухи
$SPEI \geq 2,00$	Вкрай вологий	
$1,50 \leq SPEI \leq 1,99$	Дуже вологий	
$1,00 \leq SPEI \leq 1,49$	Помірно вологий	
$0 \leq SPEI \leq 0,99$	Близький до нормального	
$0 \geq SPEI \geq -0,99$	Близький до нормального	Слабка посуха
$-1,00 \geq SPEI \geq -1,49$	Помірно сухий	Помірна посуха
$-1,50 \geq SPEI \geq -1,99$	Дуже сухий	Інтенсивна посуха
$SPEI \leq -2,00$	Вкрай сухий	Екстремальна посуха

Аналіз динаміки посух у часі виконувався за інтенсивністю посух та їх тривалістю [12]. Розглядалися посухи усіх категорій (при $SPEI \leq 0,00$). За період 1952-2011 рр. на метеостанціях, розташованих на водозборі Куяльницького лиману та прилеглих територіях було зареєстровано 21-23 випадки посух різної тривалості та інтенсивності. Установлено, що після 1989 р. на досліджуваній території відбувається зменшення частоти появи інтенсивних посух та зростає частота появи слабких, помірних та екстремальних посух (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Частота появи (%) посух різної суворості згідно значень індексу SPEI

Метео-станція	Період спостережень	Категорія посухи			
		слабка	помірна	інтенсивна	екстремальна
Любашівка	1952-2011 рр.	23	50	18	9
	до 1989 р.	15	46	31	8
	після 1989 р.	33	56	0	11
Баштанка	1952-2011 рр.	24	48	19	10
	до 1989 р.	18	45	27	9
	після 1989 р.	30	50	10	10
Одеса	1952-2011 рр.	32	32	18	18
	до 1989 р.	31	31	23	15
	після 1989 р.	33	33	11	22
Затишшя	1952-2011 рр.	35	22	35	9
	до 1989 р.	27	33	40	0
	після 1989 р.	50	0	25	25

Для аналізу тривалості посух різних категорій була визначена загальна кількість місяців, коли спостерігалась посуха ($SPEI \leq 0,00$), та кількість місяців, яка припадала на кожну категорію (табл. 6.7). При розгляді усього періоду спостережень виявлено, що слабкі посухи тривають найдовше, проте після 1989 р. зростає тривалість екстремальних посух. Аналіз відношення кількості місяців із $SPEI \leq 0,00$ до загального числа місяців в досліджуваному періоді показав, що після 1989 р. кількість місяців із посухою зросла в середньому на 20 %.

Оцінка внеску тривалості посух кожної категорії у загальну їх тривалість (табл. 6.8) також виявила зростання частки слабких, помірних та екстремальних посух.

Таблиця 6.7 – Тривалість посух різних категорій (по даним метеостанцій Північно-Західного Причорномор'я), у місяцях

Метео-станція	Період спостережень	Загальна кількість місяців з посухою	Категорія посухи			
			слабка	помірна	інтенсивна	екстремальна
Любашівка	1952-2011 рр. (720 міс.)	368	251	69	34	14
	до 1989 р. (444 міс.)	205	137	34	30	4
	після 1989 р. (276 міс.)	163	114	35	4	10
Баштанка	1952-2011 рр. (720 міс.)	352	209	99	34	10
	до 1989 р. (444 міс.)	209	121	55	27	6
	після 1989 р. (276 міс.)	143	88	44	7	4
Одеса	1952-2011 рр. (720 міс.)	368	231	78	48	11
	до 1989 р. (444 міс.)	181	121	31	25	4
	після 1989 р. (276 міс.)	187	110	47	23	7
Затишшя	1952-2011 рр. (720 міс.)	339	208	83	42	6
	до 1989 р. (444 міс.)	203	118	55	30	0
	після 1989 р. (276 міс.)	136	90	28	12	6

Таблиця 6.8 – Внесок посухи кожної категорії у загальну їх тривалість, %

Метео-станція	Період спостережень	Категорія посухи			
		слабка	помірна	інтенсивна	екстремальна
1	2	3	4	5	6
Любашівка	1952-2011 рр.	68	19	9	4
	до 1989 р.	67	17	15	2
	після 1989 р.	70	21	2	6
Баштанка	1952-2011 рр.	59	28	10	3
	до 1989 р.	58	26	13	3
	після 1989 р.	62	31	5	3

Продовження табл.6.8

1	2	3	4	5	6
Одеса	1952-2011 рр.	63	21	13	3
	до 1989 р.	67	17	14	2
	після 1989 р.	59	25	12	4
Затишшя	1952-2011 рр.	61	24	12	2
	до 1989 р.	58	27	15	0
	після 1989 р.	66	21	9	4

З хронологічного ходу індексу SPEI (рис. 6.8, 6.9) видно, що метеорологічні посухи переривалися помірно вологими періодами та періодами близькими до нормального зволоження, проте саме на початку XXI сторіччя з'являються “екстремальні посухи”. На метеостанції Любашівка найбільш тривала посуха спостерігалася з липня 2005 р. по червень 2008 р., яка з травня 2007 р. по квітень 2008 р. набула категорії «екстремальна посуха» із $SPEI \leq -2,00$ (рис. 6.8). Формуванню цієї метеорологічної посухи передувало найбільш тривале бездощів'я (з 06.04.2007 р. по 22.06.2007 р. - 78 діб), визначене за період з 1989 р. по 2011 р. Довготривалий посушливий період за даними метеостанції Одеса спостерігався з липня 1989 р. до червня 1995 р., причому з квітня по липень 1994 р. посуха перейшла з категорії інтенсивної до екстремальної (рис. 6.9). В цей час у 1994 р. зареєстрований найдовший бездощовий період тривалістю 85 діб (почався 11.03 і закінчився 03.06). Екстремальні посухи супроводжуються довгими бездощовими періодами і призводять до зменшення мінімального стоку річок Північно-Західного Причорномор'я [246] або при відсутності стійкого підземного живлення по їх пересихання. Зменшення водності річок або повне припинення припливу прісних вод до лиманів викликає їх обміління, що призводить до певних екологічних, соціальних та економічних проблем [7,38].

Аналіз тривалості бездощових періодів до та після 1989 року показав, що у останні десятиріччя тривалість бездощових періодів зростає (табл. 6.9).

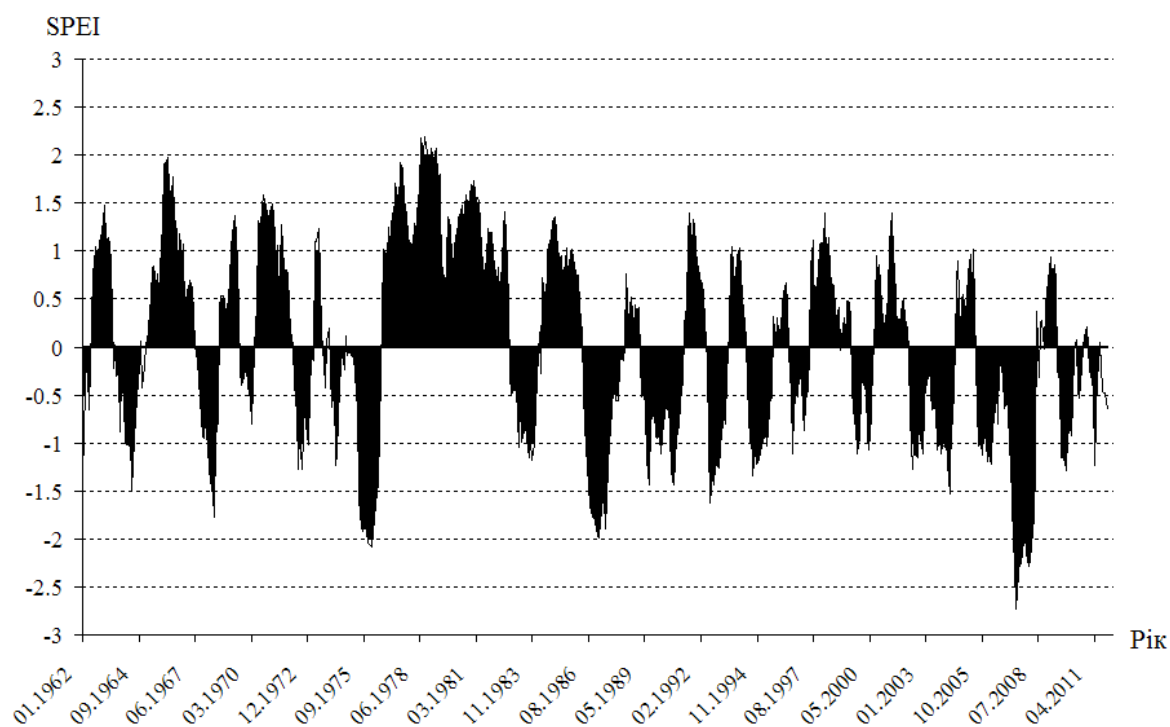


Рисунок 6.8 – Хронологічний хід індексів посушливості SPEI, метеостанція Любашівка, 1962-2011 рр.

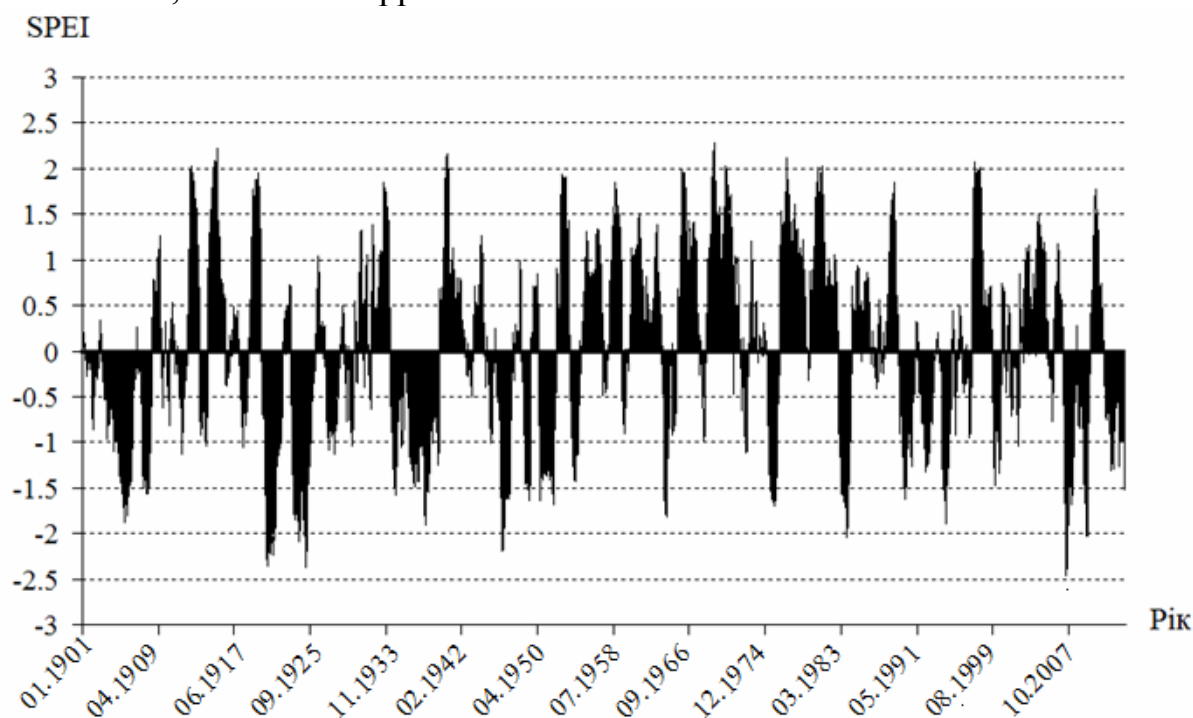


Рисунок 6.9 – Хронологічний хід індексів посушливості SPEI, метеостанція Одеса, 1901-2013 рр.

Таблиця 6.9 – Найбільша тривалість (діб) бездощових періодів різної забезпеченості на метеостанціях Північно-Західного Причорномор'я

Метео-станція	Період	Забезпеченість (%)						Найбільша тривалість	Дати початку та кінця бездощового періоду найбільшої тривалості
		5	10	25	50	75	90		
Люба-шівка	До 1989 р.	50	47	42	36	26	18	59	15.08-12.10.1983 р.
	Після 1989 р.	75	56	47	39	29	25	78	06.04-22.06.2007 р.
Баштанка	До 1989 р.	83	70	57	43	31	27	92	06.07-05.10.1954 р.
	Після 1989 р.	91	68	51	45	32	25	96	12.10-15.01.1989 р.
Одеса	До 1989 р.	88	71	55	43	37	26	90	15.08-12.11.1983 р.
	Після 1989 р.	85	72	57	43	36	33	85	11.03-03.04.1994 р.
Затишшя	До 1989 р.	75	61	47	34	28	24	78	29.07-14.10.1975 р.
	Після 1989 р.	67	58	45	40	32	26	69	31.07-07.10.2011 р.

7 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК У ПРИРОДНИХ ТА ПОРУШЕНИХ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ УМОВАХ

Водними ресурсами називаються запаси поверхневих та підземних вод певної території [247]. За В.М. Тимченком [58] приплив підземних вод до Куяльницького лиману дуже незначний і становить лише 4 млн.м³. У такому випадку, водні ресурси водозбору Куяльницького лиману можуть бути кількісно оцінені через середній багаторічний річний стік, який надходить до лиману з водотоками та запаси води, зосереджені безпосередньо в лимані.

Проблема оцінки водних ресурсів басейну Куяльницького лиману полягає у нестачі даних спостережень за стоком річок. Суттєву роль у формуванні водних ресурсів відіграє водогосподарська діяльність, яка трансформує річковий стік й обумовлює неоднорідність рядів спостережень. Головним чинником водогосподарської діяльності у басейні є вплив штучних водойм, який проявляється у вигляді акумуляції стоку річок численними ставками й малими водосховищами та подальшому його витрачанні на випаровування з водної поверхні та споживання води населенням.

Розрахунки водних ресурсів річок басейну Куяльницького лиману мають виконуватися у два етапи. На першому етапі необхідне їх визначення для природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умов формування стоку, на другому – для побутових (трансформованих діяльністю людини) умов. У останні десятиріччя на стан водних ресурсів України впливають зміни глобального клімату Землі [248,249]. За даними В.В. Гребіня [8] «переламним» роком, починаючи з якого зміни температурного режиму на території України набули значущості, став 1989 рік. Таким чином, до вирішення задач розрахунків водних ресурсів у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах додалася задача оцінки впливу на них змін клімату. Такого роду розрахунки передбачають наявність достатньої кількості даних спостережень як за стоком річок, так і за його споживанням, а також за основними метеорологічними характеристиками (суми опадів, температури повітря, дефіцит вологи у повітрі та інше). У метеорологічному відношенні територія Північно-Західного Причорномор'я вивчена набагато краще ніж у гідрологічному. Нестача необхідної гідрологічної інформації може бути компенсованою математичним моделюванням характеристик стоку на основі використання метеорологічних даних та матеріалів про масштаби водоспоживання. У Одеському Державному Екологічному університеті (ОДЕКУ) під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Н.С. Лободи [250] було розроблено математичну модель, на вході якої використовуються кліматичні чинники формування стоку, визначені на основі даних спостережень у минулому чи за моделями розвитку глобального потепління у майбутньому, а на виході отримуються характеристики природного та побутового стоку у різних кліматичних умовах. Оскільки побудована в ОДЕКУ математична модель формування стоку базується на даних про клімат, вона отримала назву

модель «клімат-стік». Модель вміщує у собі два блоки. Перший блок слугує для оцінки природного річного стоку на основі метеорологічних даних, другий – для оцінки побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю) стоку. Теоретичною базою першого блоку моделі є рівняння водно-теплового балансу водозбору, другого – рівняння водогосподарського балансу водозбору, представлене у стохастичній (ймовірнісній) формі. Модель розглядає ланцюг послідовностей формування стоку: «клімат → кліматичний стік → підстильна поверхня → природний стік → водогосподарські перетворення → побутовий стік». Таким чином, вивчається та моделюється робота водогосподарської системи, яка підлягає зовнішнім (кліматичним) та внутрішнім (водогосподарським) впливам й певним чином реагує на ці впливи. Модель пройшла калібрування й верифікацію на гідрометеорологічних матеріалах різних географічних зон України, а також водозборів окремих (великих, середніх та малих) річок [251-254] й увійшла складовою частиною до нормативних документів по розрахунках характеристик річного стоку при відсутності та недостатності даних спостережень України [255] та республіки Молдова [256].

7.1 Оцінка водних ресурсів за даними спостережень

Водозбір Куяльницького лиману має площу, яка дорівнює 2250 км². Основними річками, які впадають у Куяльницький лиман, є р. Великий Куяльник (В. Куяльник) з площею водозбору $F = 1860$ км², р. Довбока із площею $F = 68,3$ км² та р. Кубанка, для якої площа водозбору F дорівнює 129 км². Таким чином, площа водозбору р. В. Куяльник складає 83 % від загальної площі водозбору Куяльницького лиману і може розглядатися як головна річка, що постачає більшу частину прісної води з усього водозбору. На цій річці гідрометслужбою були організовані досить тривалі гідрологічні спостереження, які проводились у створі с.Северинівка у періоді 1986-2011рр. Відстань створу від гирла становить 5 км, площа водозбору дорівнює 1840 км², відмітка нуля графіка поста дорівнює мінус 4,15 м БС [257].

Згідно із просторово-часовими узагальненнями побутового стоку, виконаними А.І. Шерешевським та П.Ф. Вишневським [258] середня багаторічна величина річного стоку р. В. Куяльник змінюється від 0,6 л/(с·км²) на північному заході водозбору до 0,2 л/(с·км²) при її впадінні у Куяльницький лиман, коефіцієнт варіації річного стоку зростає у цьому ж напрямку від 0,8 до 1,0, відповідно.

За даними про стік р. В. Куяльник в створі Северинівка отримано, що найбільший річний стік спостерігався у 2003 р. (34 мм), найменший – у 1994-2000 рр., 2004 р., 2007-2009 рр. і становив 0 мм [57]. Середня багаторічна величина річного стоку р. В. Куяльник за період 1986-2011 рр. становить 2,4 мм, коефіцієнт варіації C_V дорівнює 2,77, коефіцієнт асиметрії C_S – 4,51,

відношення $C_S / C_V = 1,6$. Статистично значущий лінійний зв'язок між річним стоком попередніх та наступних років, який оцінюється через коефіцієнт автокореляції $r(1)$, не установлений ($r(1) \approx 0,00$). Відносна середня квадратична похибка розрахунку середньої багаторічної величини стоку становить 54 %, що обумовлено високою варіацією річного стоку та коротким періодом спостережень (табл. 7.1). З 26 років спостережень річний стік дорівнював нулю у 11 випадках.

Установлено, що існує тісний лінійний зв'язок між коливаннями річного стоку у створі р. В. Куяльник – с. Северинівка та р. Тилігул – смт Березівка. Коефіцієнт кореляції за 22 роки сумісних спостережень становить 0,84 (рис. 7.1). За побудованою залежністю відновлені значення стоку за 31 рік, що дозволило уточнити характеристики річного стоку. Порівняння середніх багаторічних величин стоку, визначених за періоди до та після 1989 р. показало зменшення стоку більш, ніж в 3 рази. Перевірка гіпотези про статистичну приналежність середніх арифметичних значень та дисперсій двох вибірок (до та після 1989 р.) до однієї генеральної сукупності, показала що ряд спостережень за річним стоком у створі Северинівка можна розглядати як статистично неоднорідний.

Таблиця 7.1 – Оцінки статистичних параметрів річного стоку, визначені за даними спостережень на р. Великий Куяльник – с. Северинівка за різні періоди

Період спостережень	n	$\bar{Y}$, мм	$\varepsilon_{\bar{Y}}$, %	C_V	ε_{C_V} , %	C_S	σ_{C_S}	C_S / C_V
1986-2011 рр.	26	2,4	54,2	2,77	18,7	4,51	8,85	1,6
1953-2011 рр. (після відновлення)	57	5,3	23,5	1,78	15,6	2,62	2,71	1,5
1953-1988 рр. (після відновлення)	34	7,5	23,8	1,38	16,9	2,20	2,34	1,6
1989-2011 рр.	23	2,1	68,1	3,26	17,6	4,62	12,8	1,4

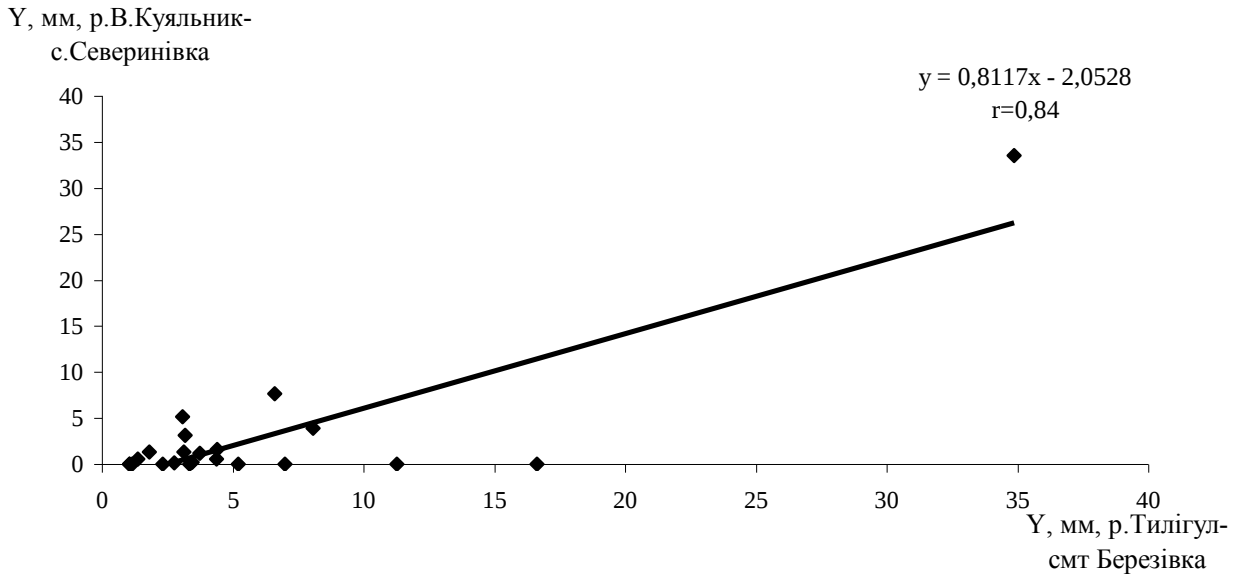


Рисунок 7.1 - Графік зв'язку річних шарів стоку Y , р.Тилігул – смт Березівка, р.В.Куяльник – с.Северинівка, 1986-2011 рр.

Установлено, що за весь період спостережень максимальна середня місячна витрата води ($10,3 \text{ м}^3/\text{с}$) у створі р. В. Куяльник – с. Северинівка спостерігалась у березні 2003 р. Мінімальне значення добових та середньомісячних витрат у створі дорівнює нулю. Річка пересихала у всі роки спостережень окрім 1986-1988 рр., 1990-1991 рр. В середньому у період після 1989 р. річка пересихає 195 днів на рік. У 1986-1987 рр., 2010-2011 рр. відбувалося перемерзання річки.

Формування високих максимальних витрат можливе у роки із стійкими від'ємними температурами повітря, коли створюються умови для накопичення снігового покриву. Так, наприклад, у 2003 році від'ємні температури повітря спостерігалися на протязі усього зимового сезону. Найбільш холодними були грудень (середня місячна температура становила мінус $7,9^\circ\text{C}$) та лютий (мінус $7,4^\circ\text{C}$). Найбільш низька середньодобова температура повітря відмічена у січні місяці (мінус $19,5^\circ\text{C}$). Перехід температури повітря до додатних значень відбувся 25.03.2003 р. Найбільша витрата дорівнювала $35,9 \text{ м}^3/\text{с}$ (26.03.2003 р.). Саме у зимовий сезон 2003 р. стійкий льодовий покрив спостерігався з 09.12.2002 р. до 12.02.2003 р., а сума опадів за грудень-березень склала 123 мм.

Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонах і місяцях може описуватися згідно із типовою схемою, наведеною в [229]. Звідки витікає, що близько 50 % річного стоку р. В. Куяльник надходить до лиману у весняний сезон (III-V), а найменший приплив води спостерігається у осінній сезон (IX-XI). Визначення внутрішньорічного розподілу стоку по даних характерних років показало (табл. 7.2), що більшу частину року річка пересихає. У багатоводні роки річка пересихає з червня – серпня до грудня або січня включно. У середні за водністю роки дата початку пересихання спостерігається і у зимові місяці. У маловодні роки річка пересихає на протязі року.

Оскільки річка пересихає на протязі основної частини року, то можна зробити висновок, що її підземне живлення вкрай незначне. Це припущення підтверджується роботою В.Г. Сорокіна [60], згідно з якою значення підземної складової річного стоку у басейні Куяльницького лиману складає 2,5 мм, у той час коли поверхнева складова досягає 15 мм.

Таблиця 7.2 – Внутрішньорічний розподіл стоку по місяцях для характерних по водності років (на основі даних спостережень на р. В. Куяльник – с. Северинівка)

Рік	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Дуже багатоводний рік, $P = 4 \%$												
2003	43,8	37,3	9,61	0,43	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,59
Багатоводний рік, $P = 22 \%$ (2005 р.), $P = 30 \%$ (1992 р.)												
2005	34,1	27,9	10,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	24,3
1992	34,4	42,9	3,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,0	10,7
Середній за водністю рік, $P = 52 \%$ (2011 р.), $P = 56 \%$ (2010 р.)												
2010	83,0	15,2	0,89	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011	18,6	71,9	4,19	1,20	4,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Маловодний рік, $P = 59-100 \%$												
1994-2000, 2004, 2007-2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таким чином, у створі р. Великий Куяльник – с. Северинівка у середні та багатоводні роки головна частина стоку надходить до Куяльницького лиману у період весняної повені (рис. 7.2). У роботах по визначенню характеристик максимального стоку весняного водопілля річок Причорноморської низовини, виконаних під керівництвом Є.Д. Гопченка [259,260], зазначається, що велике значення у формуванні весняного водопілля мають опади $x_{\text{весна}}$, які випадають після дати накопичення максимальних снігозапасів S_m до кінця водопілля. Зливові опади як чинник формування дощових паводків розподіляються дуже нерівномірно, але вони можуть викликати катастрофічні паводки, які будуть мати місце, якщо кількість опадів перевищить 160 мм [261].

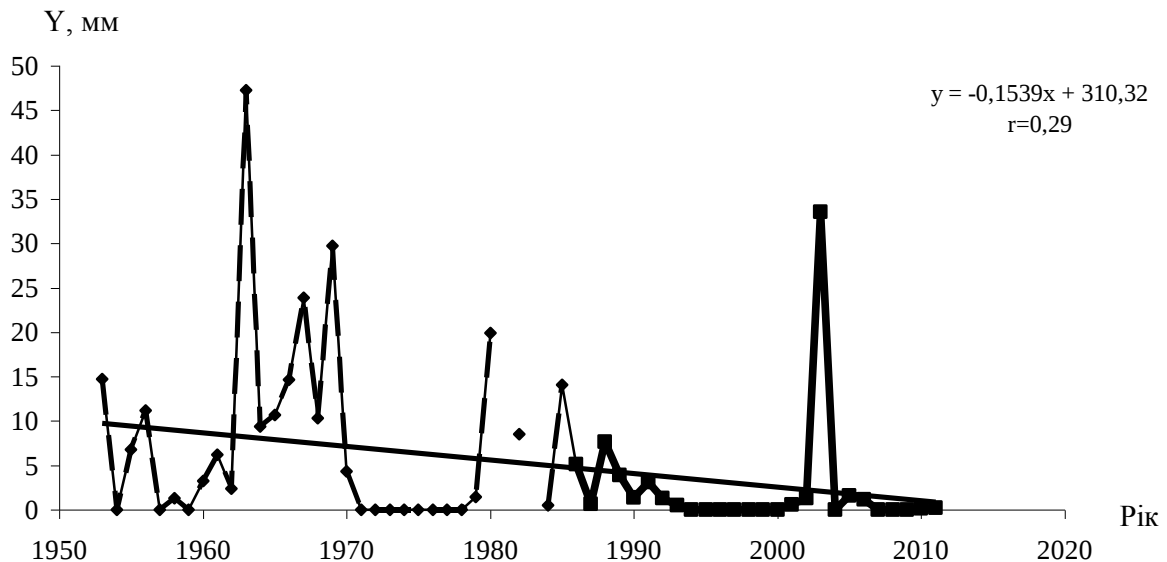


Рисунок 7.2 - Хронологічний хід річних шарів стоку Y у створі р.В.Куяльник – с.Северинівка за період 1953-2011 рр. (— 1953-1985 рр. (відновлені дані), — 1986-2011 рр. (спостережені дані))

Хід різницевих інтегральних кривих середніх річних температур повітря, сум опадів, річного стоку (рис. 7.3) показує, з 1989 р. коливання температур повітря знаходяться у додатній фазі; коливання опадів – у від’ємній з 2005 р. Коливання стоку малих та середніх річок Північно-Західного Причорномор’я (межіріччя Дністер-Південний Буг) знаходяться у маловодній фазі, яка добре позначається на усіх розглянутих річках на початку сторіччя XXI .

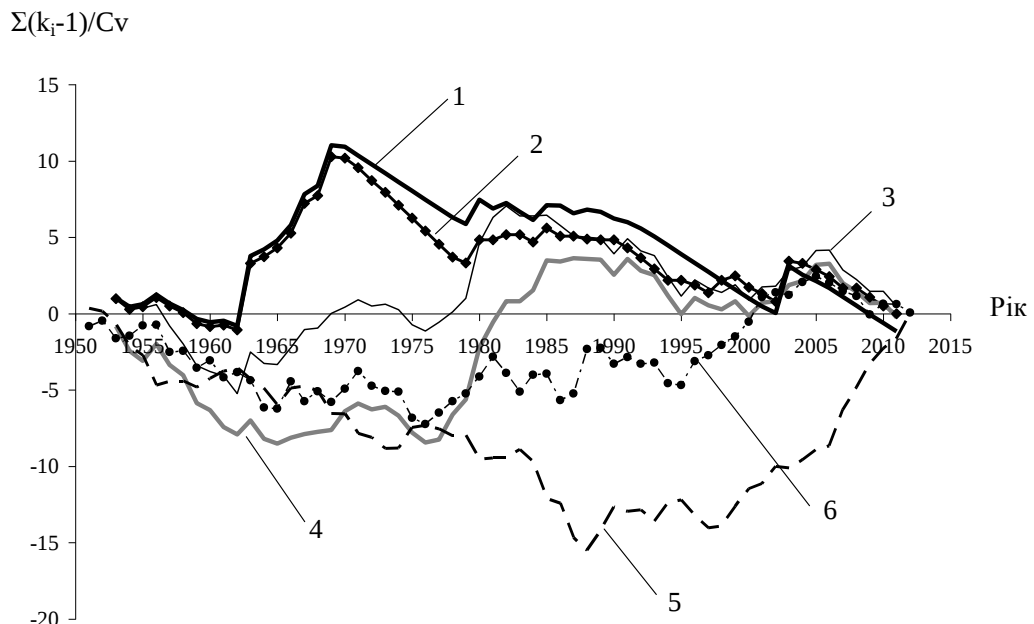


Рисунок 7.3 – Різницеві інтегральні криві гідрометеорологічних характеристик межиріччя Дністер-Південний Буг (1 – річний стік р. В.Куяльник – с. Северинівка з 1953 р. до 1985 р. відновлений на основі кореляційного зв’язку із стоком р. Тилігул; 2 – річний стік р. Тилігул – смт Березівка; 3 – річний стік

р. Тилігул - с. Новоукраїнка з 1988 р. відновлений на основі кореляційного зв'язку із стоком р. Савранка; 4 – річний стік р. Савранка - с. Осички; 5 – середня річна температура повітря, метеостанція Затишшя; 6 – річні суми опадів, метеостанція Затишшя)

7.2 Теоретичні основи визначення природних водних ресурсів за моделлю «клімат–стік»

Водні ресурси річок басейну Куяльницького лиману є недостатньо вивченими: гідрологічні спостереження організовані лише на р. Великий Куяльник. Стік цієї річки суттєво перетворений водогосподарською діяльністю, а на інших річках, які живлять лиман спостереження не ведуться.

При відсутності даних гідрометричних спостережень або їх трансформації водогосподарською діяльністю доцільно використовувати просторово-часові узагальнення у вигляді карт ізоліній або порайонних залежностей головних характеристик стоку. На території України практично не лишилось річок, стік яких не був би перетворений антропогенним впливом. Особливо проблематичним з точки зору оцінки характеристик стоку за даними спостережень є південь України, для території якого ізолінії характеристик стоку проводилися пунктиром [262-264]. Ураховуючи, що метеорологічна вивченість півдня України набагато краща ніж гідрологічна, в Одеському державному екологічному університеті під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Н.С. Лободи була розроблена математична модель річного стоку, яка базується на використанні метеорологічних даних і відноситься до моделей типу «клімат-стік» [265].

Теоретичним базисом моделі «клімат-стік» при розрахунках природного стоку є рівняння водно-теплогового балансу у модифікації, запропонованій В.С. Мезенцевим [266]. У цьому методі розглядаються рівняння водного та теплового балансів ділянки суші, які містять у собі загальну складову – випаровування з поверхні суші. Рівняння водного балансу ділянки суші за будь-який проміжок часу представляється у виді

$$H = E + Y, \quad (7.1)$$

де H - характеристика зволоження території.

Під характеристикою зволоження H розуміють опади X , які випадають за розрахунковий період та зміни $w_1 - w_2$ запасів вологи в ґрунті $H = X + w_1 - w_2$.

Рівняння теплового балансу описує процес теплообміну в будь-якій точці простору і за будь-який проміжок часу у вигляді статей приходу й витрат енергії

$$R^+ + P^+ + B_1 - B_2 = LE + P^- + I_H - LC, \quad (7.2)$$

де R^+ - позитивна (прибуткова) частина радіаційного балансу;

P^+ - позитивна складова турбулентного теплообміну або тепло, що приходить на ділянку суші у зв'язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло;

$B_1 - B_2$ - зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті ΔB);

L - «приховане» тепло пароутворення;

LE - витрата тепла на випаровування;

P^- - витрата тепла на нагрівання повітря (негативна частина турбулентного теплообміну);

I_H - довгохвильове випромінювання земної поверхні у нічні часи доби;

LC - витрата тепла на конденсацію.

Ліва (прибуткова) частина рівності (7.2) розглядається як граничні ресурси енергії, які забезпечують процес випаровування у визначених кліматичних умовах й називаються «теплоенергетичними ресурсами клімату»

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2), \quad (7.3)$$

де E_m - так званий «теплоенергетичний еквівалент», тобто шар води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені усі теплоенергетичні ресурси клімату

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L}. \quad (7.4)$$

Таким чином, теплоенергетичний еквівалент E_m є величиною, яка за своїм фізичним змістом близька до величини E_0 - випаровуваності або максимально можливого випаровування. Величина E_0 визначалася багатьма авторами як верхня межа випаровування, але інтерпретувалася по-різному: «випар зі зволоженої поверхні» (М.І. Будико); «випар з водної поверхні при тім же комплексі метеорологічних умов, що і над сушею» (Н.А.Багров); «випар з поверхні полів, вкритих рослинністю, коли вологість ґрунту близька до найменшої польової вологоємності» (А.Р.Константинов). На відміну від інших авторів В.С.Мезенцеву вдалося надати однозначний фізичний зміст поняттю «випаровуваність» [267].

Введення характеристики теплоенергетичних ресурсів у рівняння водного балансу (7.1) досягається діленням лівої і правої частин цього рівняння на величину E_m

$$\frac{H}{E_m} = \frac{E}{E_m} + \frac{Y}{E_m}. \quad (7.5)$$

Складові рівняння (7.4) H, E, Y після ділення позначаються як $\beta_H, \beta_E, \beta_Y$, відповідно. Отже вираз (7.5) можна записати у вигляді

$$\beta_H = \beta_E + \beta_Y. \quad (7.6)$$

Співвідношення β_H для багаторічного періоду, коли $w_1 - w_2 = 0$, записується як $\beta_X = \frac{X}{E_m}$.

Граничні умови складових рівняння (7.7) є такими

$$0 \leq \beta_E \leq 1 \text{ при } 0 \leq \beta_H \leq \infty \text{ та } 0 \leq \beta_Y \leq \beta_H \leq \infty. \quad (7.7)$$

Після диференціювання рівняння (7.6) за величиною співвідношення ресурсів води і тепла β_H , В.С. Мезенцев [268] одержав рівняння такого виду

$$\frac{\partial \beta_E}{\partial \beta_H} + \frac{\partial \beta_Y}{\partial \beta_H} = 1. \quad (7.8)$$

Наближений розв'язок виразу (7.8) наданий В.С. Мезенцевим у такий спосіб:

$$\beta_E = (1 + \beta_H^{-n})^{-\frac{1}{n}}, \quad (7.9)$$

де n - параметр, що інтегрує вплив фізико-географічних умов формування стоку. З урахуванням позначень виразу (7.5), прийдемо до рівняння виду

$$E = E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (7.10)$$

Відповідно рівняння водного балансу (7.1) набуде вигляду

$$H = Y + E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (7.11)$$

Рівняння водного балансу виду (7.11) містить складову, яка визначається

через складові теплового балансу земної поверхні і позначається як E_m , у зв'язку з чим вираз (3.11) називають рівнянням водно-теплового балансу.

Балансове співвідношення (3.11), виражене відносно величини стоку Y , записується у такий спосіб

$$Y = H - E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (7.12)$$

З урахуванням виразу $H = X + w_1 - w_2$ визначення шару стоку Y за розрахунковий інтервал часу набуде виду

$$Y = X + w_1 - w_2 - E_m \left[1 + \left(\frac{X + w_1 - w_2}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \quad (7.13)$$

Різниця $w_1 - w_2$, яка представляє собою зміну вологовмісту розрахункового шару ґрунту, приймає істотні додатні та від'ємні значення для внутрішньорічних інтервалів часу. Для багаторічного періоду, коли виконується умова

$$w_1 - w_2 = 0, \quad (7.14)$$

рівняння водно-теплового балансу має вид

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[1 + \left(\frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (7.15)$$

де $\bar{Y}, \bar{X}, \bar{E}_m$ - багаторічні величини (норми) річного стоку, опадів та теплоенергетичного еквівалента, відповідно [42].

Результати досліджень показали, що при розрахунках норм річного стоку для рівнинних територій необхідно використовувати $n = 3$.

Найбільші труднощі виникають при оцінці теплоенергетичних ресурсів клімату за рівнянням (7.15), оскільки матеріали про зміни запасів тепла у діяльному шарі ґрунту $B_1 - B_2$ відсутні. Однак, у цілому за рік, а тим більше за багаторічний період виконується умова $B_1 - B_2 = 0$. Отже, можна прийняти

$$E_m = \frac{R^+ + P^+}{L}. \quad (7.16)$$

Через невелику кількість актинометричних станцій, дані яких мають використовуватися для розрахунків за формулою (7.16), для території України Є.Д. Гопченком та Н.С. Лободою отримана залежність середніх багаторічних величин максимально можливого випаровування від температур повітря [265]

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_V^{IX} \bar{T}_M - 307, r = 0,94; \quad (7.17)$$

де $\bar{E}_m$ – середня багаторічна величина (норма) максимально можливого випаровування; $\sum_V^{IX} \bar{T}_M$ – сума норм середніх місячних температур повітря за літній період (із травня по вересень, включно); r – коефіцієнт кореляції.

Норма річного стоку $\bar{Y}$, розрахована за (7.15), визначається кліматичними чинниками – нормою річних опадів $\bar{X}$ й нормою максимально можливого випаровування $\bar{E}_m$, які підкоряються закону географічної зональності та представляються у вигляді карт ізоліній. Величини стоку, розраховані за метеорологічними даними з використанням рівнянь (7.14) або (7.15), отримали назву «кліматичного». Норма кліматичного стоку, отримана за рівнянням (7.15), у подальшому позначена як $\bar{Y}_K$.

Кarti ізоліній середніх багаторічних величин (норм) річних опадів, максимально можливого випаровування та розрахованого за (7.15) кліматичного стоку побудовані на топографічній основі 1:500000 для рівнинної території України [42]. При побудові карт ізоліній норм річного кліматичного стоку значення $\bar{Y}_K$ визначалися за даними метеорологічних станцій. На карті ці значення були віднесеними до точок, які відповідають географічному положенню кожної з цих метеорологічних станцій. При визначенні норми річного кліматичного стоку з виділеного водозбору за побудованою картою ізоліній шукана величина $\bar{Y}_K$ має визначатися як середня зважена по частинних площах водозбору, які містяться між ізолініями, величина стоку. Порівняння норм річного кліматичного стоку із фактичними даними, виконані для водозборів річок, що мають усталене підземне живлення, показали задовільну відповідність цих величин у різних географічних зонах України. Установлено, що норма річного кліматичного стоку є тотожною нормі зонального річного стоку. Точність визначення норми річного кліматичного стоку за картою ізоліній, побудованою на основі метеорологічних даних, становить $\pm 10\%$.

Для річок з нестійким підземним живленням [269] характерна суттєва відмінність природного стоку від зонального. Для таких випадків модель «клімат-стік» передбачає використання коефіцієнтів переходу від норм річного кліматичного стоку, визначеного за картами ізоліній, до природного. Ці коефіцієнти описують вплив чинників підстильної поверхні у процесі формування річного стоку.

Територія Північно-Західного Причорномор'я знаходиться у зоні недостатнього зволоження і поділяється на область додатних виправлень до норм річного кліматичного стоку та область від'ємних виправлень. Границею між ними є границя зим із стійким сніговим покривом, який устанавлюється менше ніж у 50% випадків. Область додатних виправлень знаходиться вище цієї межі, область від'ємних – нижче. Для розрахунку коефіцієнтів переходу від норм річного кліматичного стоку до норм природного стоку річок Північно-Західного Причорномор'я в області додатних поправок $K_{ПЕР,1}$ розроблені емпіричні рівняння, які ураховують нерівномірність випадіння дощів та розподілу снігового покриву по площі водозбору [41]

$$k_{ПЕР,1} = 2,4 - 0,7(\lg(F + 1) - 1) - \text{при } F < 1000 \text{ км}^2; \quad (7.18)$$

$$K_{ПЕР,1} = 1 - \text{при } F \geq 1000 \text{ км}^2, \quad (7.19)$$

де F – площа водозбору, км².

В області від'ємних поправок до норм річного кліматичного стоку велике значення у формуванні стоку річок мають втрати на поверхневе затримання. Перехідні коефіцієнти $K_{ПЕР,2}$ від норм кліматичного до природного стоку устанавлюються в залежності від середньої висоти водозбору, яка є непрямою характеристикою пласкості земної поверхні і пов'язана певним чином із уклоном поверхні:

$$K_{ПЕР,2} = 1 - 0,003(280 - H_{СЕР}), \text{ при } H_{СЕР} < 280 \text{ м}, \quad (7.20)$$

$$K_{ПЕР,2} = 1, \text{ при } H_{СЕР} \geq 280 \text{ м}, \quad (7.21)$$

де $H_{СЕР}$ – середня висота водозбору.

Чим менша висота місцевості, тим менший уклон поверхні й тим більше втрати талого та дощового поверхневого стоку на затримання у безстічних низинах.

За моделлю «клімат-стік» норма природного стоку $\bar{Y}_{ПР}$ малого або середнього за розмірами водозбору розраховується як добуток норми кліматичного стоку, що визначається за картою ізоліній, на перехідний коефіцієнт

$$\bar{Y}_{ПР} = K_{ПЕР} \bar{Y}_K. \quad (7.22)$$

На базі аналізу статистичних параметрів, розрахованих по рядах річного кліматичного стоку 30-річної тривалості (1951-1980 рр.) були устанавлені

зв'язки між багаторічною мінливістю річного стоку (коефіцієнтом варіації C_V) та нормою річного кліматичного стоку $\bar{Y}_K$ [41]:

$$C_V = \frac{1,5}{\left(\frac{\bar{Y}_K}{10}\right)^{0,62}}, \quad (7.23)$$

де C_V – коефіцієнт варіації річного стоку.

Значення у чисельнику, яке дорівнює 1,5 є коефіцієнтом варіації, що відповідає нормі річного кліматичного стоку рівній 10 мм ($C_V=1,5$ при $\bar{Y}_K=10$ мм). Така норма річного кліматичного стоку відповідала кліматичним умовам узбережжя Чорного моря до початку суттєвого впливу змін глобального клімату.

Між коефіцієнтами асиметрії та варіації для території Північно-Західного Причорномор'я для умов минулого сторіччя установлене співвідношення

$$C_S = 1,7C_V, \quad (7.24)$$

де C_S – коефіцієнт асиметрії.

Приймається, що закономірності, описані рівняннями (7.23) та (7.24) справедливі як для кліматичного, так і для природного стоку.

На основі методу сумісного аналізу складових просторової дисперсії статистичних параметрів стоку [269] було встановлено, що коефіцієнт автокореляції природного річного стоку $r(1)$ для річок Північно-Західного Причорномор'я можна приймати рівним нулю.

Апробація моделі «клімат-стік» для визначення характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку річок показала задовільний збіг розрахункових і фактичних даних як для малих, так і великих річок України [253]. Установлено, що точність визначення статистичних параметрів річного стоку за моделлю «клімат-стік» знаходиться у межах точності розрахунків цих параметрів за даними гідрометричних спостережень.

Слід зазначити, що карти ізоліній норм річного кліматичного стоку, наведені у роботах [41,42], відповідають умовам, які були характерними до початку суттєвих змін клімату України. Отже, ці норми річного кліматичного стоку, визначені на основі просторово-часових узагальнень річного стоку, можуть використовуватися як базові при оцінках змін водних ресурсів за сценаріями глобального потепління.

7.3 Оцінка природних водних ресурсів за моделлю «клімат-стік»

Природні (непорушені водогосподарською діяльністю) водні ресурси річок водозбору Куяльницького лиману, які відповідають кліматичним умовам до початку суттєвого впливу глобального потепління, визначалися на основі метеорологічних даних з Довідників по клімату РССР [270-272] з використанням розрахункових формул (7.15-7.24). Норма річних опадів водозборі Куяльницького лиману зменшується у напрямі північний захід – південний схід від 575 до 460 мм, річна норма максимально можливого випаровування у тому ж напрямку зростає від 925 мм до 990 мм [41]. У межах водозбору Куяльницького лиману норми річного кліматичного стоку у минулому сторіччі змінювалися від 30 мм до 15 мм (рис. 7.4).

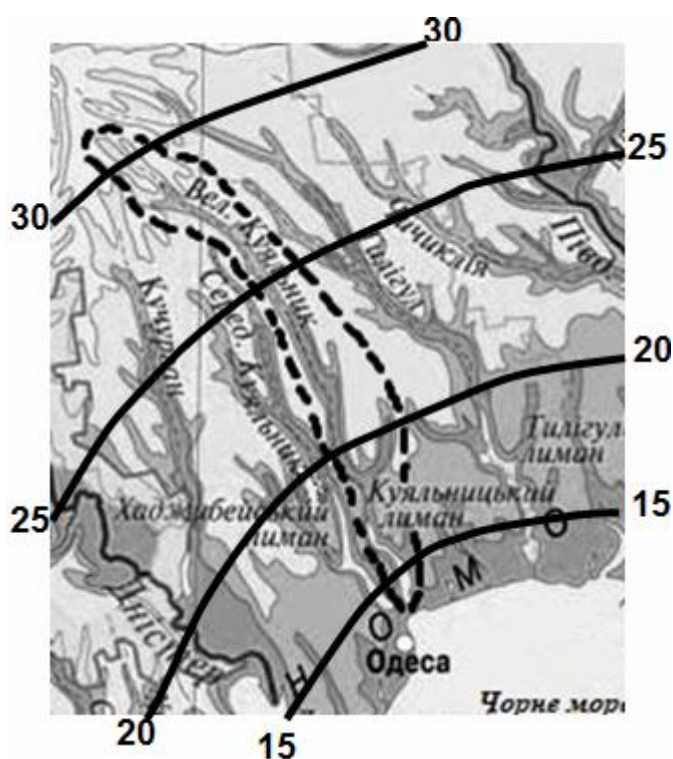


Рисунок 7.4 – Карта-схема ізоліній норм річного кліматичного стоку (мм) річок басейну Куяльницького лиману до початку впливу глобального потепління

Норма річного кліматичного стоку, визначена за картою ізоліній, для кожного із водозборів Куяльницького лиману змінюється від 23 мм до 15 мм (табл. 7.3). Усі розглянуті водозбори річок знаходяться у області від’ємних виправлень до норми кліматичного стоку, із середньою висотою водозборів менше 280, отже перехід від норм річного кліматичного стоку до природного виконувався на основі формули (7.20). Річний стік річок характеризується значною багаторічною мінливістю та асиметрією (табл. 7.4). Коефіцієнт варіації C_v змінюється від 1,19 до 2,72. Коефіцієнт асиметрії C_s приймає значення від 2,0 до 4,6. Сумарний об’єм прісних вод, які надходили Куяльницького лиману

Розрахунки об'ємів стоку у роки різної забезпеченості показали, що навіть для річки В.Куяльник можливі нульові значення річного стоку у дуже маловодні роки (із забезпеченістю більше або рівною 95%). На річках Довбока та Кубанка відсутність річного стоку може з'являтися у маловодні роки (із забезпеченістю більше або рівною 75%). Річний стік у балках дорівнюватиме нулю не тільки у маловодні, а і у середні за водністю роки (табл. 7.5). У багатоводні роки 1%-ої забезпеченості річний стік річки В.Куяльник складає 85% від загального припливу до Куяльницького лиману, у роки 50-ої забезпеченості – 98%, а у маловодні роки – 100%.

Таблиця 7.5 – Характеристики природного річного стоку (об'єми) у роки різної водності

Річка – пост	Природний річний стік заданої забезпеченості W_p , млн. м ³								
	$W_{0,01\%}$	$W_{0,1\%}$	$W_{1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$	$W_{99\%}$
В. Куяльник	221	165	108	69,0	29,6	12,9	3,16	0	0
Довбока	8,51	6,09	3,69	2,04	0,62	0,14	0	0	0
б.Млинна (Мельнічна)	1,08	0,74	0,41	0,20	0,04	0	0	0	0
б. Баштанна	1,04	0,72	0,40	0,19	0,04	0	0	0	0
р.Кубанка	16,3	11,3	6,43	3,24	0,70	0,06	0	0	0
б. Гіндель- дорфська	1,77	1,21	0,64	0,30	0,05	0	0	0	0
б. Корсун- цівська	2,01	1,36	0,72	0,33	0,05	0	0	0	0
Боковий приплив	16,9	11,6	6,30	3,00	0,52	0	0	0	0
Сума	269	198	127	78,3	31,6	13,1	3,16	0	0

7.4 Теоретичні основи визначення водних ресурсів в умовах водогосподарської діяльності за моделлю «клімат–стік»

Перетворення стоку в умовах антропогенного впливу описується таким еволюційним рівнянням [273]

$$Y(t) = Y(t_0) - \int L(\Lambda, Y) dt + \int \varepsilon dt, \quad (7.25)$$

де $Y(t)$ - стан водозбору в умовах антропогенного впливу;

$Y(t_0)$ - вихідний стан водозбору в природних, тобто непорушених антропогенним впливом, умовах;

L - оператор водогосподарських перетворень стоку;

Λ - параметри системи, одна частина яких пов'язана з природними характеристиками, а друга – з водогосподарськими перетвореннями;

ε - показник зовнішнього впливу на водозбір, під яким можна розуміти вплив глобального потепління.

Спираючись на початкове значення $Y(t_0)$, яке характеризує природний стан водозбору і виконуючи прогноз зовнішніх ε та внутрішніх L впливів на водозбір як на систему, можна імітувати поведінку гідрологічної системи, вирішуючи тим чи іншим чином рівняння (7.25). Якщо $\varepsilon = 0$, то природний кліматичний фон формування водних ресурсів приймається незмінним. У такому випадку задача зводиться до визначення оператора перетворень L , який у практичній гідрології дістав назву оператора просторово-часової еволюції, функції впливу або функції пам'яті [274].

Для моделювання використовувались рівняння водогосподарського балансу водозборів, які у загальному випадку записувались таким чином

$$W_{ПБ} = W_{ПР} - \Delta W_{БП} + \Delta W_{СК}, \quad (7.26)$$

де $W_{ПБ}, W_{ПР}$ - об'єми побутового та природного стоку;

$\Delta W_{БП}$ - безповоротні вилучення стоку з поверхневих водотоків;

$\Delta W_{СК}$ - скидання води в поверхневі водотоки.

Рівняння водогосподарського балансу, виражене через шари стоку Y і представлене у стохастичному виді, має такий вигляд

$$Y_{ПОб, P} = Y_{ПР, P} \pm \Delta Y_P(U_{P1}, f), \quad (7.27)$$

де $Y_{ПОб, P}$ – шар побутового (трансформованого водогосподарською діяльністю) річного стоку заданої забезпеченості $P\%$;

$Y_{ПР, P}$ – шар природного річного стоку заданої забезпеченості $P\%$;

ΔY_P – зміни водності річки у роки забезпеченості $P\%$ в залежності від характеристик водогосподарської діяльності;

U_{P1} – характеризує ту частину складової водогосподарського балансу, яка залежить від кліматичних умов та має стохастичну природу, але забезпеченість цієї складової може відрізнятися від забезпеченості водності року (наприклад, втрати на випаровування з водної поверхні, дефіцит споживання води рослинами та ін.);

f – характеризує не випадкові складові водогосподарських балансів (площу зрошування, осушування, водної поверхні штучних водойм та інше).

Задача стохастичного моделювання побутового річного стоку вирішувалась у чотири етапи. На першому етапі виконувалась генерація рядів природного (непорушеного) водогосподарською діяльністю стоку із використанням визначених за метеорологічними даними статистичних параметрів природного стоку. На другому етапі досліджувалися фізико-географічні особливості впливу чинників водогосподарської діяльності на стік річок і формувалися рівняння водогосподарських балансів, які становили детерміністичну основу моделі. Третій етап досліджень передбачав вивчення структури антропогенних складових ΔW . Особливістю запропонованої моделі побутового стоку є відокремлення випадкових і не випадкових складових водогосподарських балансів. Випадкові складові мають стохастичну природу, обумовлену коливаннями клімату, і, внаслідок цього, пов'язані з водністю річок. Такими складовими є випаровування з водної поверхні штучних водойм, дефіцити водоспоживання води рослинами, глибина залягання підземних вод та інше. Для введення цих чинників у модель досліджувалися закони їхнього розподілу та узгодження з річним стоком за забезпеченістю. Показники масштабів розвинення водогосподарських заходів на водозборах (площі зрошування, осушення, водної поверхні штучних водойм) відносилися до числа не випадкових параметрів водогосподарського комплексу, які призначаються і можуть розглядатися як елементи управління водогосподарською системою, оскільки вони відкривають можливості для оптимізації режиму функціонування водозбору як природно-технічної системи в цілому [275]. На четвертому етапі виконувалося безпосереднє моделювання побутового стоку за рівняннями водогосподарських балансів, представлених у ймовірнісному вигляді. В процесі дослідження були розглянуті найбільш значущі чинники водогосподарської діяльності: для зони недостатнього зволоження – зрошування сільськогосподарських земель і пов'язані з ним регулювання стоку шляхом створення ставків та водосховищ й перекидання стоку; для зони надлишкового зволоження – осушення боліт та заболочених земель. Виконано наукове обґрунтування та здійснено реалізацію цих детерміновано-стохастичних моделей для кожного з перелічених чинників із урахуванням реальної фізичної картини взаємодії річного стоку та антропогенного навантаження на нього у роки різної забезпеченості: а) при заборах води з поверхневого стоку на зрошення; б) при наявності на водозборі штучних водойм з сезонним регулюванням стоку, коли втрати обумовлені додатковим випаровуванням з водної поверхні; в) при перекиданні стоку та формуванні зворотних (скидних) вод з масивів, що зрошуються за рахунок річки-донора; г) при осушуванні боліт та заболочених земель [276].

Для стохастичного моделювання багаторічних рядів природного річного стоку було залучено одну з модифікацій моделі простого ланцюга Маркова, яка спирається на урахування кореляції між забезпеченостями суміжних членів ряду [277]. Рівномірно розташовані у інтервалі (0,1) випадкові числа бралися як забезпеченості умовного розподілу величин річного стоку. Моделювання рядів стоку здійснювалося у вигляді послідовностей випадкових величин, зв'язаних

кореляцією нелінійного типу з маргінальним трипараметричним гамма-розподілом С.Н. Крицького та М.Ф. Менкеля для значень коефіцієнтів автокореляції, які змінюються від 0,00 до 0,55. На попередньому етапі була згенерована послідовність з 4000 випадкових, рівномірно розташованих в інтервалі (0,1), чисел, зв'язаних лежандрівською кореляцією, які приймалися за забезпеченості річного стоку [277].

Моделювання багаторічних рядів побутового стоку відбувалося за рівняннями водогосподарських балансів на основі імітаційних експериментів. У кожному випробуванні не випадкові показники рівня розвитку водогосподарської діяльності на водозборах (відносні площі водної поверхні штучних водойм, зрошення, осушування) та деякі технічні характеристики (наприклад, коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи) приймалися постійними, що дозволяло зберегти відповідність отриманих рядів гіпотезі стаціонарності процесу стоку. Для кожної отриманої реалізації розраховувалися статистичні параметри побутового стоку, що відповідали заданим показникам антропогенних перетворень на водозборах.

В результаті моделювання були встановлені та узагальнені у вигляді розрахункових залежностей основні закономірності змін статистичних параметрів річного стоку в залежності від показників рівня водогосподарської діяльності на водозборі [278]. Апроксимація отриманих залежностей математичними функціями дозволила отримати узагальнені розрахункові рівняння, названі «функціями антропогенного впливу». Функції відгуку представляються через «коефіцієнти антропогенного впливу» [279]

$$k_A = \frac{A_f}{A_0}, \quad (7.28)$$

де A_0 – значення того або іншого статистичного параметра річного стоку в природних умовах;

A_f – значення параметра побутового стоку при заданих показниках антропогенного впливу.

У дослідженнях Є.Д. Гопченка та Н.С. Лободи [41] показано, що для зони недостатнього зволоження при втратах поверхневого стоку на додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм і заборах води на зрошення спостерігається зменшення середніх багаторічних величин річного стоку та зростає мінливість й асиметричність його статистичного розподілу по мірі збільшення відносних площ f , які знаходяться під впливом водогосподарських перетворень. При зрошуванні водозборів за рахунок річок – донорів надходження зворотних вод з масивів зрошування до русел річок сприяє зростанню середніх багаторічних величин стоку та зменшенню коефіцієнтів варіації й асиметрії.

Оскільки на багатьох водозборах зони недостатнього зволоження розглянуті чинники водогосподарської діяльності впливають на стік річок в

комплексі, було розроблено методику їх сумісного урахування [42]. Сумісна дія m водогосподарських чинників може бути врахована за наступним рівнянням

$$A_f = A_0[k_1 + k_2 + k_3 \dots + k_m - (m - 1)], \quad (7.29)$$

де $k_1, k_2, k_3, \dots, k_m$ – коефіцієнти, які кількісно ураховують зміни статистичних параметрів річного стоку при різних водогосподарських впливах.

Як вже зазначалось, представлена методика оцінок природного та побутового стоку увійшла до складу нормативних документів по розрахунках характеристик стоку України та Молдови [255,256].

Адекватність стохастичної моделі для визначення побутового річного стоку даним спостережень підтверджується задовільною узгодженістю характеристик побутового стоку, розрахованих за моделлю, із фактичними даними [41,42,252-254].

У теперішній час у басейні Куяльницького лиману зрошування та забезпечення водою населення здійснюється за рахунок підземних вод сарматських водоносних горизонтів, які розташовані глибоко і не приймають участі у формуванні стоку річки. Площі зрошування є незначними, отже, немає необхідності урахування впливу зворотних вод з сільськогосподарських масивів, які зрошуються підземними водами. Таким чином, з розглянутих вище водогосподарських заходів суттєво змінювати річний стік можуть тільки штучні водойми [279].

За наявності на водозборі штучних водойм, з водної поверхні яких формуються втрати на додаткове випаровування, рівняння водогосподарського балансу набуває виду [280]

$$Y_{ПОВ,Р} = Y_{ПР,Р}(1 - f_B) - (E_B - X)_{100-Р} f_B, \quad (7.30)$$

де $Y_{ПОВ,Р}, Y_{ПР,Р}$ – відповідно побутовий та природний річний стік із заданою забезпеченістю $P\%$, мм;

f_B – сумарна площа водної поверхні штучних водойм, виражена в частках від загальної площі водозбору F ;

X – опади, які випали на загальну водну поверхню ставків і водосховищ;

E_B – сумарне випаровування з водної поверхні ставків і водосховищ.

Для кількісної оцінки впливу додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм на річний стік розроблені «функції відгуку» характеристик стоку на водогосподарське втручання, які мають такий вигляд

$$k'_{\bar{Y}} = e^{-\alpha_{\bar{Y}} f_B}; \quad (7.31)$$

$$k'_{Cv} = e^{\alpha_{Cv} f_B}; \quad (7.32)$$

$$k'_{Cs} = e^{\alpha_{Cs} f_B}, \quad (7.33)$$

де $k'_{\bar{Y}}$, k'_{C_V} , k'_{C_S} – коефіцієнти впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм на статистичні параметри річного стоку $\bar{Y}, C_V, C_S$;

α_A – коефіцієнти інтенсивності антропогенного впливу на статистичний параметр A , які залежать від норми кліматичного стоку $\bar{Y}_K$. Остання у наведених формулах виступає як інтегральний показник зволоженості водозбору.

Визначення коефіцієнтів α_A для рівнинних територій відбувається за такими рівняннями

$$\alpha_{\bar{Y}} = 0,767 \bar{Y}_K^{(-0.49)}; \quad (7.34)$$

$$\alpha_{C_V} = 0,247 e^{(-0.0274 \bar{Y}_K)}; \quad (7.35)$$

$$\alpha_{C_S} = 0,179 e^{(-0.0246 \bar{Y}_K)}. \quad (7.36)$$

Коефіцієнт антропогенного впливу, який характеризує втрати на заповнення штучних водойм водою, визначається як відношення

$$\frac{\bar{W}_{PP} - \bar{W}_3}{\bar{W}_{PP}} = \frac{W_{ПОБ}}{W_{PP}} = k_{\bar{Y},3}, \quad (7.37)$$

де $\bar{W}_{PP}$ – об'єм природного стоку, який надходить до водосховищ або ставків;

$\bar{W}_3$ – об'єм заповнення;

$k_{\bar{Y},3}$ – коефіцієнт втрат на заповнення штучних водойм.

7.5 Оцінка водних ресурсів минулого сторіччя в умовах водогосподарських перетворень на основі моделі «клімат-стік»

Сумарна площа водної поверхні штучних водойм, які створені і діють на водозборах річок Великий Куяльник, Довбока та Кубанка дорівнює відповідно 6,23 млн.м²; 0,20 млн.м²; 0,39 млн.м². На балках наявність штучних водойм не установлювалась. Вплив додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм не є статистично значущим для середнього багаторічного періоду, оскільки коефіцієнти антропогенного впливу знаходяться у межах значень 0,93-0,90. Це означає, що зменшення середнього багаторічного річного стоку за рахунок втрат на випаровування не буде перевищувати 10% (табл. 7.6).

Якщо прийняти, що за багаторічний період втрати на заповнення штучних водойм дорівнюють їх сумарному об'єму, то водні ресурси річки Кубанки були б цілком витрачені на це заповнення, а зменшення середнього багаторічного річного стоку на річках В.Куяльник та Довбока за рахунок наповнення досягло б 80%. При 50%-му заповненні штучних водойм стік річок В.Куяльник та Довбока знизився б на 50%, а річки Кубанка – на 90% (табл. 7.7). При 25% заповненні штучних водойм коефіцієнти $k_{\bar{Y},3}$ досягали б значень 0,81; 0,80 та 0,61 для річок Великий Куяльник, Довбока та Кубанка, відповідно. Значення середньої багаторічної величини побутового стоку для р.В.Куяльник – с.Северинівка за період 1953-1988 рр. становило 7,5 мм, яке може бути досягнуте при сумарному коефіцієнті антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ рівному 0,62. Таке значення коефіцієнту можливо отримати, коли наповнення штучних водойм у середньому за багаторічний період становитиме 40% від їх повного сумарного об'єму (табл. 7.8).

За рахунок впливу штучних водойм об'єм припливу вод від річок В.Куяльник, Довбока та Кубанка до Куяльницького лиману зменшився з 21,5 млн.м³ до 13,2 млн.м³, що становило 38%. Внесок стоку річки В.Куяльник у загальний приплив в умовах водогосподарської діяльності минулого сторіччя складав 91%. На річках Довбока та Кубанка річний стік наблизився до нуля у середні за водністю роки. Зменшення водності до 30% (р.Кубанка) спостерігається у роки 1-вої водності (табл. 7.9, табл. 7.10).

Таблиця 7.6 – Оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси річок водозбору Куяльницького лиману при їх 100% заповненні

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				напов- нення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $K_{\bar{Y}}$
р.В.Куяльник	20,4	15,6	0,33	0,24	0,93	0,17
р.Довбока	0,460	0,37	0,29	0,20	0,92	0,12
р.Кубанка	0,628	0,97	0,29	0,00	0,90	0,00

Таблиця 7.7 – Оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси річок водозбору Куяльницького лиману при їх 50%-му заповненні

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				напов- нення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $K_{\bar{Y}}$
р.В.Куяльник	20,4	7,8	0,33	0,62	0,93	0,55
р.Довбока	0,460	0,185	0,29	0,60	0,92	0,52
р.Кубанка	0,628	0,485	0,29	0,23	0,90	0,13

Таблиця 7.8 – Оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси річок водозбору Куяльницького лиману при їх 40%-му заповненні

Річка	$\bar{W}_{ПР}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				напов- нення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $K_{\bar{Y}}$
р.В.Куяльник	20,4	7,8	0,33	0,70	0,93	0,63
р.Довбока	0,460	0,185	0,29	0,68	0,92	0,60
р.Кубанка	0,628	0,485	0,29	0,38	0,90	0,28

Таблиця 7.9 – Характеристики побутового річного стоку (об'єми) у роки різної водності

Річка-пост	Статистичні параметри побутового річного стоку			Побутовий річний стік заданої забезпеченості, млн. м ³					
	$\bar{W}$, млн. м ³	C_V	C_s	$W_{1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$
р.В. Куяльник	12,8	1,77	3,02	105	57,4	17,1	3,74	0	0
р.Довбока	0,276	2,61	4,44	3,47	1,61	0,249	0	0	0
р.Кубанка	0,176	5,12	8,71	4,50	0,987	0,221	0	0	0
Сума	13,2	-	-	113	60,0	17,6	3,74	0	0

Таблиця 7.10 – Зменшення припливу прісних вод від річок до Куяльницького лиману за рахунок впливу штучних водойм (%)

Річка	Зміни об'ємів припливу прісних вод у роки заданої забезпеченості, %						
	$\Delta \bar{W}$	$\Delta W_{1\%}$	$\Delta W_{5\%}$	$\Delta W_{25\%}$	$\Delta W_{50\%}$	$\Delta W_{75\%}$	$\Delta W_{95\%}$
р.В. Куяльник	-37	-3	-17	-42	-71	-100	-
р.Довбока	-40	-6	-21	-60	-100	-	-
р.Кубанка	-72	-30	-70	-68	-100	-	-

8 ВИБІР РОЗРАХУНКОВОГО СЦЕНАРІЮ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Дослідження майбутніх змін клімату на території України є дуже важливим для національного планування економічних та соціальних аспектів життя України у XXI столітті [3].

Для оцінки наслідків зміни клімату необхідна інформація про те, як кліматичні характеристики, соціально-економічний розвиток та інші чинники навколишнього середовища будуть поводитися в майбутньому. Це викликає потребу у розробці сценаріїв (правдоподібних і в багатьох випадках спрощених описів можливого майбутнього, заснованих на низці взаємно узгоджених припущень або на системі робочих гіпотез щодо можливого розвитку суспільства і наслідків цього розвитку для клімату [281]).

Серед прогресивних методів дослідження сценаріїв можливого розвитку кліматичної системи на передній план виступає глобальне та регіональне моделювання. У розробках моделей загальної циркуляції атмосфери та океану (МЗЦАО) протягом останніх десятиріч відмічається значний прогрес, який пов'язаний із збільшенням обчислювальних ресурсів, що забезпечує кращу деталізацію та повноту модельних описів кліматичних процесів і дозволяє проводити розрахунки тенденцій кліматичних змін на багато десятків років вперед.

В кінці минулого сторіччя використовувалися кліматичні сценарії, в яких були наведені можливі зміни атмосферних опадів ($\Delta\bar{X}$) та температур повітря ($\Delta\bar{T}$) за багаторічний період. До таких сценаріїв належать:

GISS - модель Інституту Годдарда з космічних досліджень, чутливість до подвоєння CO_2 якої становить $4,2^\circ\text{C}$, рік розрахунків – 1982;

GFDL - модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США, чутливість до подвоєння CO_2 - 4°C , рік розрахунків – 1989;

CCSM - модель Канадського кліматичного центру, чутливість до подвоєння CO_2 - $3,5^\circ\text{C}$, рік розрахунків – 1989;

UKMO - модель Метеорологічного бюро Об'єднаного Королівства, чутливість до подвоєння CO_2 - $3,5^\circ\text{C}$, рік розрахунків – 1989.

За вказаними моделями різними авторами виконувалися оцінки змін водних ресурсів України, наведені в [282-284]. Ці моделі в більшості своїх реалізацій мають недостатню роздільну здатність, тому вони не придатні для досліджень регіональних особливостей кліматичних змін в Україні.

В 2000 р. Міжурядовою групою експертів зі змін клімату було опубліковано «Спеціальну доповідь по сценаріях викидів» (СДСВ) [285]. Описані в доповіді сценарії відображають різні варіанти розвитку подій. Вони враховують демографічні, економічні та науково-технічні чинники, а також зумовлені цими чинниками викиди парникових газів. Сценарії СДСВ згруповані (рис. 8.1) у чотири сюжетні лінії (A1, A2, B1 і B2) [286].

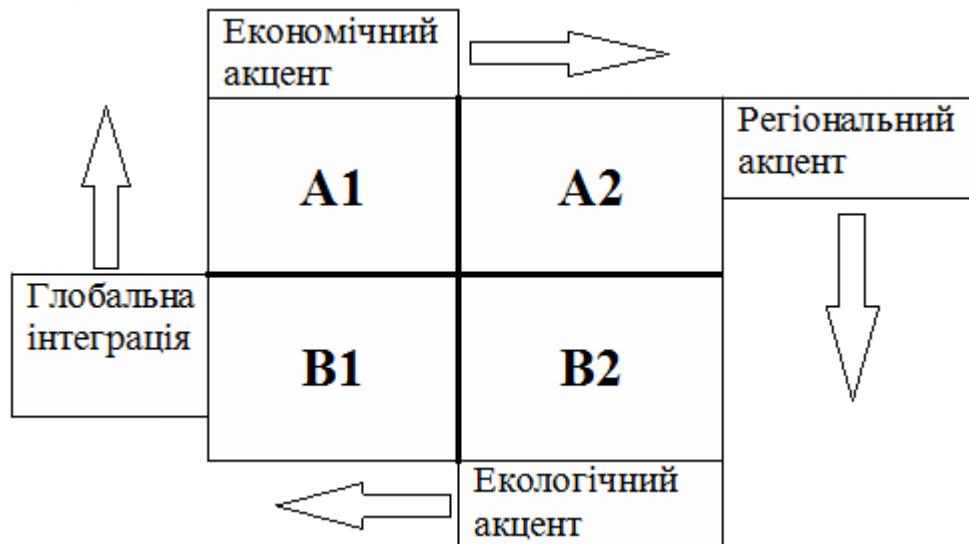


Рисунок 8.1 – Сюжетні лінії СДСВ

Сюжетна лінія і сценарна родина A1 описує орієнтований на ринок світ, який характеризується найбільш швидким економічним ростом. Пік кількості населення за цим сценарієм має бути досягнутим у 2060 р., а потім цей показник піде на спад. Основними темами сценарної родини A1 є поступове зближення різних регіонів, зміцнення потенціалу та активізація культурних і соціальних взаємозв'язків при значному зменшенні регіональних відмінностей в доході на душу населення. Лінія A1 поділяється на три групи, які описують альтернативні напрямки технологічного прогресу: інтенсивне використання викопних видів палива (A1F), енергетичні ресурси без викопних видів палива (A1T) та рівновага за усіма джерелами (A1B).

Сюжетна лінія і сценарна родина A2 описує різнобарвний світ. Економіка за цим сценарієм є регіонально орієнтованою. Зростання економіки в розрахунку на душу населення і технологічні зміни є найбільш фрагментарними й найповільнішими в порівнянні з іншими сюжетними лініями. Передбачається постійне збільшення населення. Головною темою сценарної родини A2 є самозабезпечення із збереженням місцевої самобутності.

Сюжетна лінія і сценарна родина B1 описує світ, який рухається в одному напрямку, з тим же самим глобальним населенням, яке досягає максимальної чисельності в середині XXI століття, а потім зменшується, як і в сюжетній лінії A1, однак при більш швидких змінах в економічних структурах у напрямку сервісної та інформаційної економіки. Головна увага у сюжетній лінії B1 приділяється глобальним питанням досягнення економічної, соціальної й екологічної стабільності, але без додаткових ініціатив, пов'язаних з кліматом. Впроваджуються чисті та ресурсозберігаючі технології.

Сюжетна лінія і сценарна родина B2 характеризується світом, у якому головна увага приділяється локальним рішенням проблеми економічної, соціальної та екологічної стійкості. Цей світ характеризується постійно зростаючим глобальним населенням при темпах нижче, ніж в A2, з

проміжними рівнями економічного розвитку і менш швидкими й більш різноманітними технологічними змінами в порівнянні з сюжетними лініями A1 та B1. Хоча даний сценарій також орієнтований на охорону навколишнього середовища і соціальну справедливість, головна увага в ньому приділяється місцевим і регіональним рівням.

У сучасних дослідженнях найчастіше для прогнозних розрахунків використовуються гілки сценаріїв A1B та A2 [5].

В них горизонтальний розмір координатної сітки становить 255*170 вузлів з кроком 15 хвилин або 25 км. Великою перевагою цих сценаріїв є вільний доступ до результатів модельних розрахунків в мережі Інтернет [287].

8.1. Оцінка відповідності сценарної групи A1B даним спостережень

Для вивчення можливих змін клімату в басейні Куяльницького лиману були обрані 15 сценаріїв змін клімату, які розраховувалися у проекті ENSEMBLES [288]. Для моделювання використовуються метеорологічні характеристики у вузлах декартової сітки з кроком 25 км: температура повітря (середньодобова, максимальна, мінімальна), вологість повітря, кількість опадів, сонячна радіація, середньодобова швидкість вітру. У проекті ENSEMBLES також моделювався клімат з більшим горизонтальним розділенням (50 км), але ці результати не розглядалися. Взагалі, було обрано 15 кліматичних сценаріїв (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Кліматичні сценарії, які використовуються для оцінки

Сценарій	Чисельна модель
M1	RCA
M2	HadRM3Q0
M3	HadRM3Q3 (низька чутливість)
M4	HadRM3Q16 (висока чутливість)
M5	RCA3
M6	CLM
M7	RACMO
M8	RCA
M9	RCA
M10	REMO
M11	Aladin
M12	HIRHAM
M13	DMI-HIRHAM5
M14	DMI-HIRHAM5
M15	RegCM

Оцінити кожний зі сценаріїв можна порівнянням відмінностей у сезонній динаміці температури і опадів спостережуваних метеорологічних даних і даних за сценаріями М1-М15. Для досліджень була обрана метеорологічна станція Любашівка з періодом спостережень 1998-2007 рр.

Процедура вибору моделі, яка найбільш адекватно відображає фактичну метеорологічну інформацію, має таку послідовність.

1. Розрахунки середньомісячних температур (MT) та середніх місячних сум опадів (MP) для досліджуваного періоду за спостереженими й сценарними даними [40]:

$$MP_{m,i} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{m,i}}{N}, \quad (8.1)$$

$$MT_{m,i} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{m,i}}{N}, \quad (8.2)$$

$$MP_{0,i} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{0,i}}{N}, \quad (8.3)$$

$$MT_{0,i} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{0,i}}{N}, \quad (8.4)$$

де P – місячна сума опадів;

T – середньомісячна температура;

N – кількість років у досліджуваному періоді $i = 1 \div 12$ – індекс місяця року (1 – січень, ..., 12 – грудень);

$m = 1 \div 15$ – індекс модельного сценарію;

0 – індекс, який позначає спостережені метеорологічні дані.

2. Розрахунки різниць між середніми значеннями опадів (MP_m) і температур виконувалися (MT_m) за такими формулами

$$DMP_{m,i} = MP_{m,i} - MP_{0,i}, \quad (8.5)$$

$$DMT_{m,i} = MT_{m,i} - MT_{0,i}, \quad (8.6)$$

де $DMP_{m,i}$, $DMT_{m,i}$ – щомісячні відмінності опадів та температур.

3. Визначення критеріїв відповідності сценарних та спостережених даних по опадах ($ADMP_m$) та температурах повітря ($ADMT_m$) відбувалось з використанням вище визначених метеорологічних параметрів таким чином:

$$ADMP_m = \frac{\sum_{i=1}^{12} \left| \frac{DMP_{m,i}}{MP_{0,i}} * 100\% \right|}{12}, \quad (8.7)$$

$$ADMT_m = \frac{\sum_{i=1}^{12} |DMT_{m,i}|}{12}. \quad (8.8)$$

На основі цього підходу було отримано 15 значень $ADMP_m$ і 15 значень $ADMT_m$, які використовувались для відбору кліматичних сценаріїв, що дають найменшу розбіжність між розрахунковими і фактичними даними. Значення критеріїв $ADMP_m$ і $ADMT_m$ відображаються у вигляді графіків для всіх розглянутих сценаріїв (рис. 8.2, 8.3, табл. 8.2, 8.3). Для середніх місячних сум опадів найменші значення критерію відповідності фактичних і сценарних даних установлені при реалізації сценаріїв M9 та M10. Для середньомісячних значень температури повітря найменші величини $ADMT_m$ виявлені при реалізації сценаріїв M1 та M10.

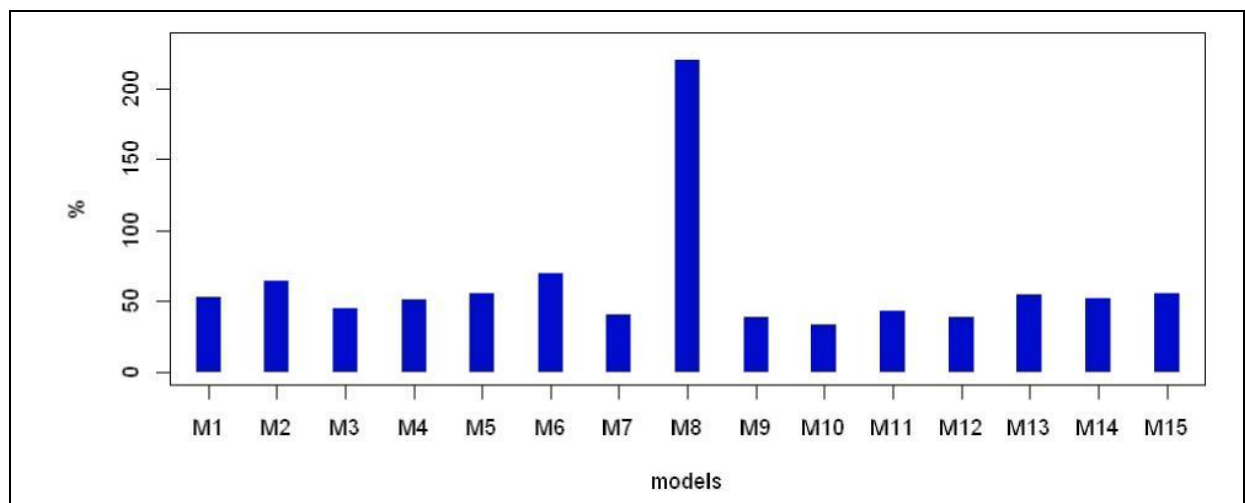


Рисунок 8.2 – Значення критерію відповідності сценарних та спостережених даних по опадах $ADMP_m$, % [39]

Таблиця 8.2 – Значення критерію відповідності сценарних та спостережених даних по опадах $ADMP_m$, % [39]

Сценарій	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
$ADMP_m$, %	53,26	64,74	45,105	51,06	55,678	69,95	40,662	220,37
Сценарій	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
$ADMP_m$, %	38,94	33,73	43,62	39,00	54,605	52,055	56	

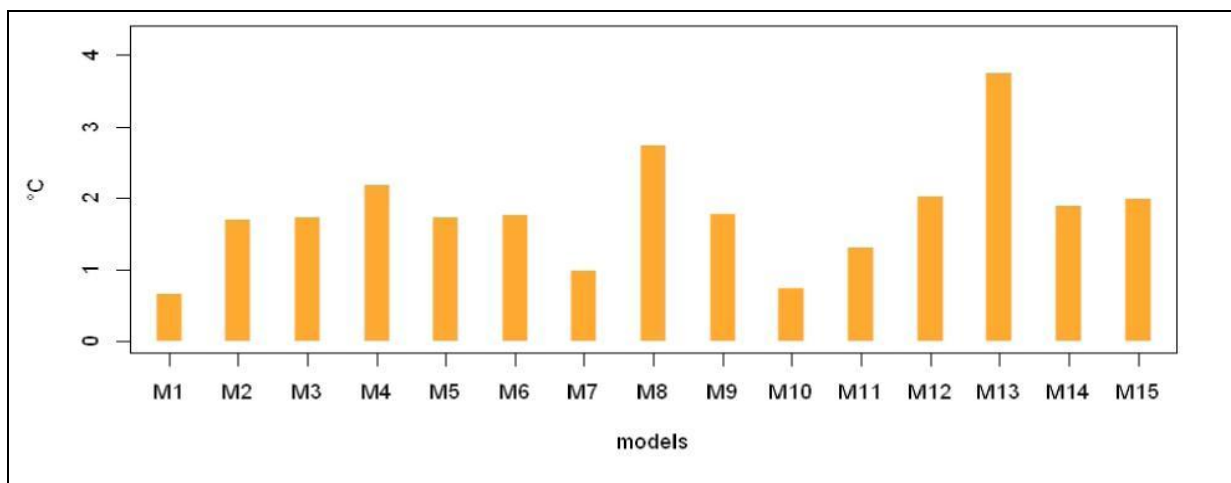


Рисунок 8.3 – Значення критерію відповідності сценарних та спостережених даних по температурах повітря $ADMP_m$, $ADMT_m$, °C [39]

Таблиця 8.3 – Значення критерію відповідності сценарних та спостережених даних по температурах повітря $ADMT_m$, °C [39]

Сценарій	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
$ADMT_m$, °C	0,647	1,693	1,719	2,175	1,734	1,758	0,979	2,744
Сценарій	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
$ADMT_m$, °C	1,783	0,74	1,308	2,014	3,744	1,895	1,987	

На рис. 8.4 та 8.5 представлений внутрішньорічний хід середніх місячних опадів та температур повітря для кожного кліматичного сценарію (M1-M15). Найбільші відхилення сценарних даних від фактичних спостерігаються влітку і в окремих випадках, наприклад для сценаріїв M3 і M4, можуть сягати 8 °C. Для згаданої вище моделі M8 усі місяці року в середньому характеризуються додатними температурами. Найбільш узгодженими з даними спостережень є температури сценарії M1 і M10.

За виконаними розрахунками встановлено, що найкращим чином описує режим температур повітря (T) і кількості опадів (P) сценарій M10 - регіональна кліматична модель REMO.

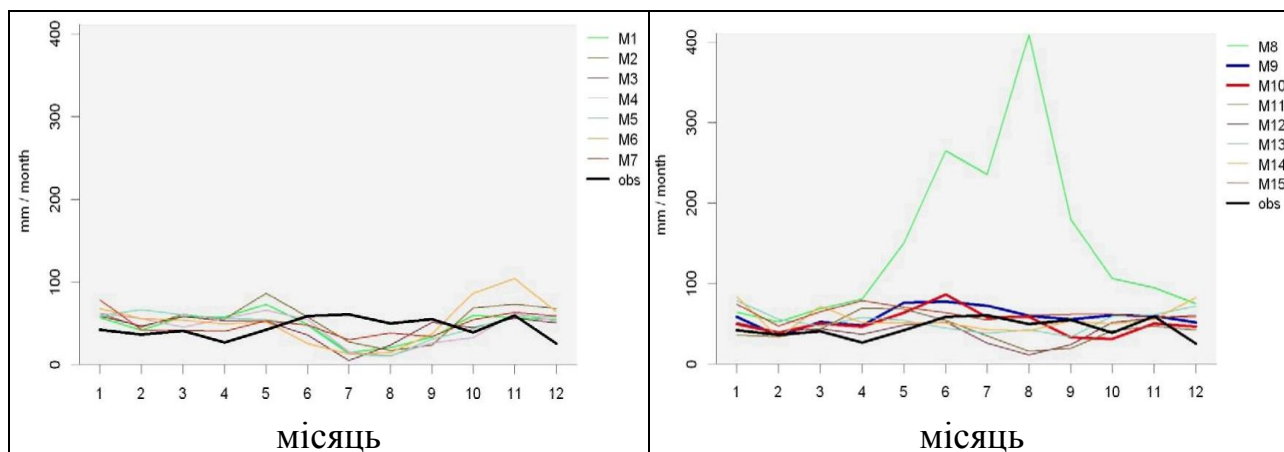


Рисунок 8.4 – Внутрішньорічний хід середніх місячних опадів за фактичними і сценарними даними [39]

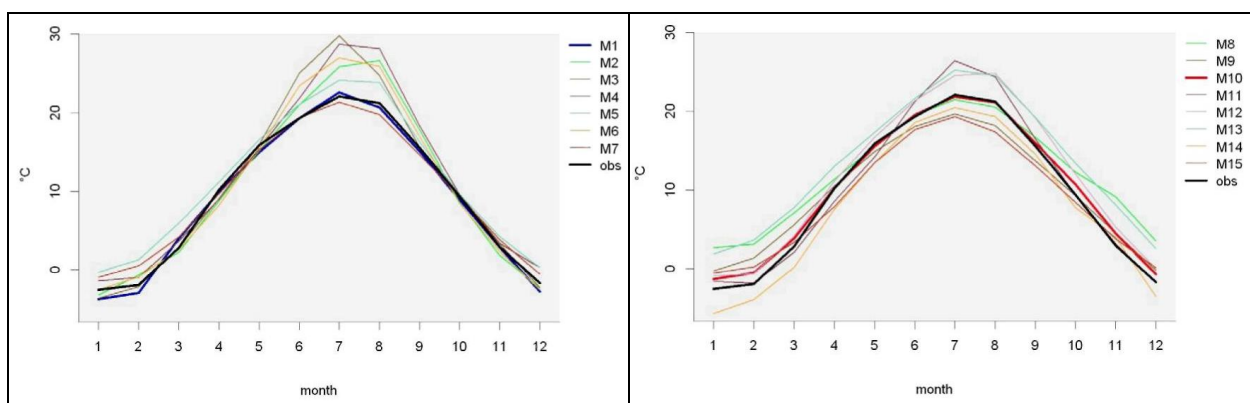


Рисунок 8.5 – Внутрішньорічний хід середніх місячних температур повітря за фактичними і сценарними даними [39]

Сценарій M10 був отриманий за регіональною кліматичною моделлю REMO, яка розроблялася в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі, був отриманий на основі моделі REMO.

Моделі REMO об'єднує колишню чисельну модель прогнозу погоди EUROPA-MODELL для розрахунків термодинамічних характеристик і блок глобальної кліматичної моделі ECHAM4 [289], в якій розраховуються процеси хмаро- та опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з врахуванням альбедо й типу поверхні. У цій моделі використовується повернута сферична система координат, коли екватор проходить через центр області моделювання для зменшення впливу кривизни Землі на прямокутність координатної сітки, і, так звана, гібридна вертикальна система координат, яка є комбінацією ізобаричної та «сигма» системи. У цій системі вертикальні рівні розташовані вздовж підстильної поверхні, а з висотою перетворюються в паралельні до ізобаричних за спеціальним співвідношенням.

В моделі REMO враховані такі важливі фактори впливу на стан атмосфери, як радіаційні та теплові потоки, орографія, шорсткість і альbedo підстильної поверхні, що дозволяє припустити коректність та адекватність представлення процесів у хмарній тропосфері. Прогностичними змінними в моделі є тиск, температура, горизонтальні складові швидкості вітру, абсолютна вологість і водність хмар [290-293]. Початковими та граничними даними для моделі можуть бути дані аналізу, наприклад Європейського центру середньострокового прогнозу погоди (ECMWF), реаналізу, наприклад ERA40 [294], або більшої частини глобальних кліматичних моделей. В останній версії REMO враховані процеси формування опадів завдяки замерзанню крапель у хмарах, що є досить критичним для адекватного відтворення процесів хмаро- та опадоутворення в кліматичних умовах холодного періоду року в Україні [295].

Оскільки REMO, як і більша частина глобальних та регіональних чисельних моделей, є гідростатичною, то вона має обмеження на зменшення горизонтальних кроків приблизно до 10 км. Тому параметризація процесів хмаро та опадоутворення в REMO складається з двох схем:

1) великомасштабна схема – шарувато-подібні хмари, для параметризації яких використовується наближення Сендквіста;

2) підсіткова схема – конвективні хмари, які параметризуються за допомогою модифікованої одновимірної статичної моделі Тідке.

Обидві ці параметризації є одномоментними, тобто єдиною характеристикою хмар та опадів є їхні загальні водність або льодність. Звичайно, це є досить грубим наближенням, якщо модель застосовувати для короткострокового прогнозу сильних опадів. Але, як показує багаторічний досвід застосування цієї моделі в дослідженнях минулого та сучасного клімату, такі параметризації дозволяють отримувати цілком адекватні просторово-часові характеристики поля опадів у різних регіонах [295].

В останні роки REMO досить успішно застосовувалася для моделювання минулого й майбутнього регіонального клімату не тільки Німеччини, але й інших країн Європи, а також Індії, Аргентини тощо. REMO була однією з провідних у проекті оцінки водного балансу басейну Балтійського моря [291].

8.2 Оцінка відповідності сценарію RCA3 (сценарна гілка A2) даним спостережень

З метою порівняння були розглянуті ретроспективні сценарії (модель REMO з гілки сценаріїв A1B та модель RCA3 із гілки сценаріїв A2) та фактичні дані на метеорологічних станціях Одеса, Роздільна, Затишшя, Любашівка за 1951-2012 рр. й 1989-2012 рр. [296].

Аналіз отриманих критеріїв $ADMP_m$ і $ADMT_m$ дозволив установити, що сценарій A1B у більшій мірі відповідає фактичним даним ніж A2 (табл. 8.4, 8.5). При використанні даних після 1988 р. відповідність сценарних та фактичних

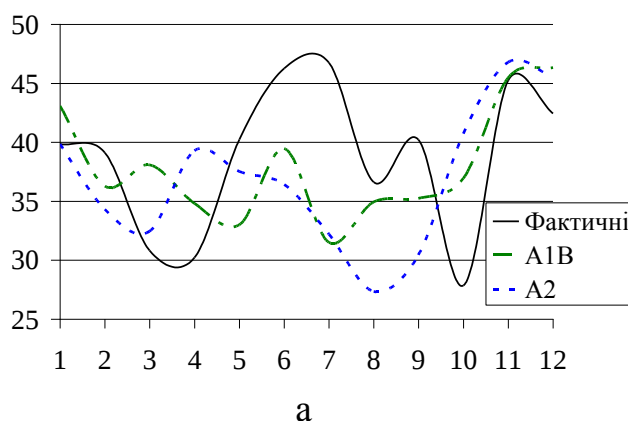
даних по температурах повітря покращується (табл.8.4). Аналіз осередненого за досліджуваний період внутрішньорічного ходу середніх місячних сум опадів (MP_m) та температур повітря (MT_m), показав, що обидва сценарії описують внутрішньорічний розподіл температур повітря набагато краще ніж розподіл сум опадів (рис. 8.6, 8.7). Найгірші результати отримані для метеостанції Одеса, що може бути пояснено впливом атмосферних процесів, які формуються над поверхнею Чорного моря.

Таблиця 8.4 – Значення критеріїв $AMDP_m$ та $AMDT_m$ для опадів та температур повітря за період 1951-2012 рр.

Метео-станція	A1B		A2	
	$AMDP_m$, %	$AMDT_m$, °C	$AMDP_m$, %	$AMDT_m$, °C
Одеса	14,9	1,32	17,8	1,20
Роздільна	17,1	1,25	21,9	1,21
Затишшя	13,0	1,18	20,1	1,25
Любашівка	16,1	1,24	21,8	1,28
Середнє	15,3	1,25	20,4	1,24

Таблиця 8.5 – Значення критеріїв $AMDP_m$ та $AMDT_m$ для опадів та температур повітря за період 1989-2012 рр.

Метеостанція	A1B		A2	
	$AMDP_m$, %	$AMDT_m$, °C	$AMDP_m$, %	$AMDT_m$, °C
Одеса	19,9	1,09	23,5	1,0
Роздільна	22,8	0,99	26,5	0,87
Затишшя	19,0	0,91	20,8	0,82
Любашівка	24,9	0,89	26,1	0,75
Середнє	21,6	0,98	24,2	0,86



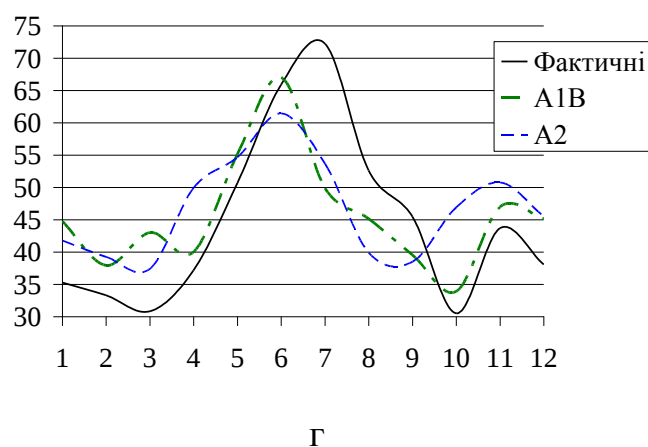
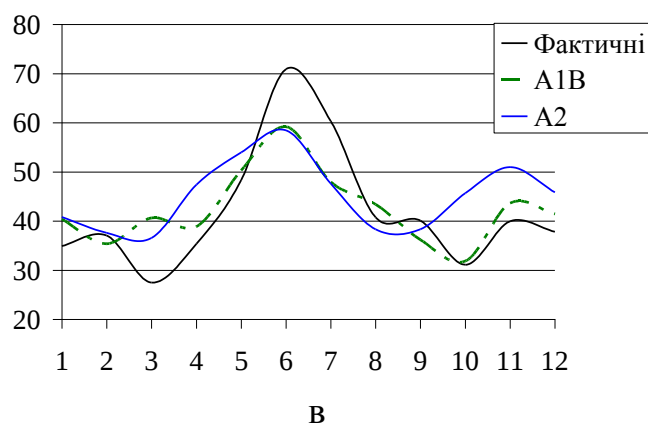
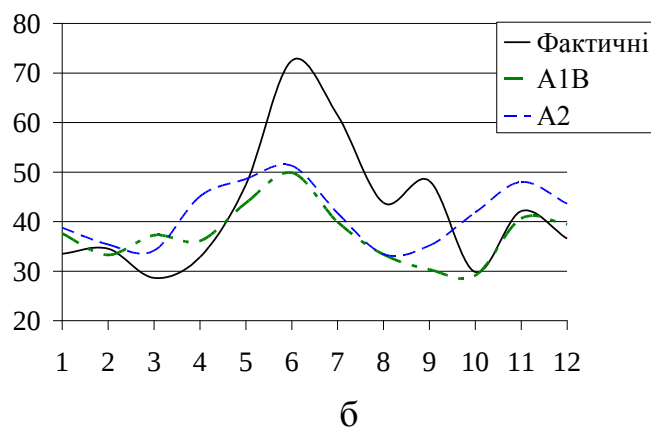
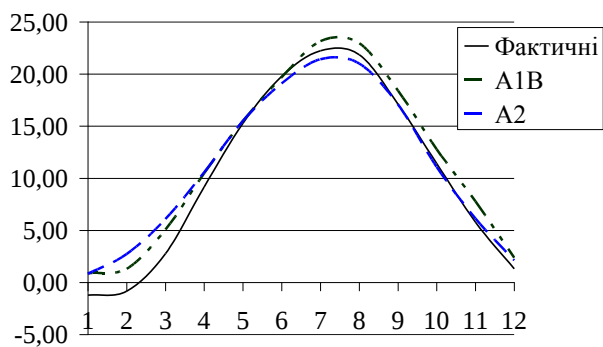
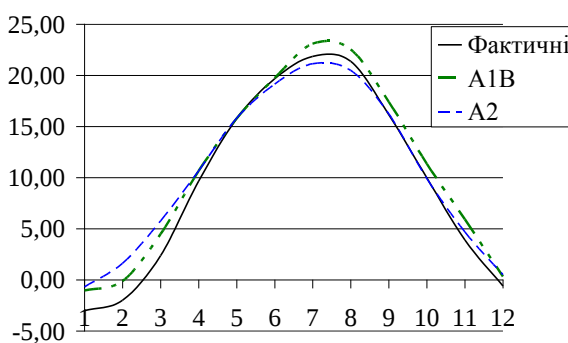


Рисунок 8.6 – Середні місячні суми опадів для періоду 1951-2012 рр., розраховані за моделями A1B, A2 та за даними спостережень (вісь X – місяць року, Y – опади, мм).

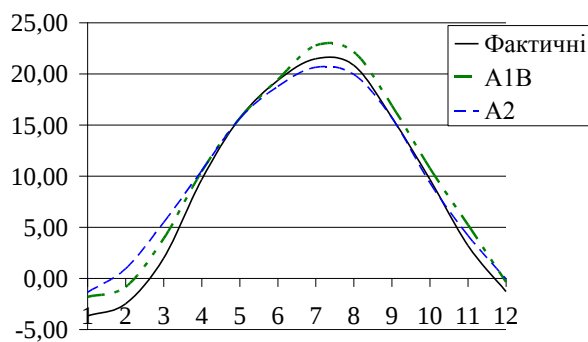
Метеостанції: а – Одеса, б – Роздільна, в – Затишшя, г – Любашівка



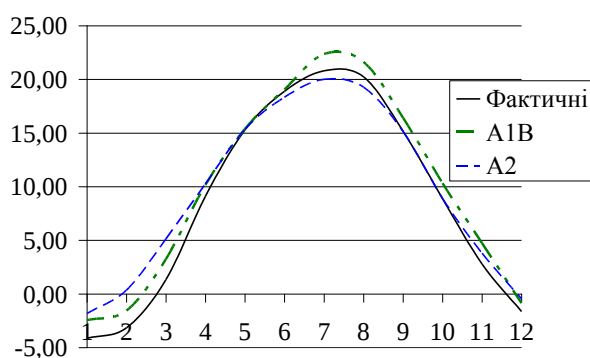
а



б



в



г

Рисунок 8.7 – Середні місячні температури для періоду 1951-2012 рр., розраховані за моделями A1B, A2 та за даними спостережень (вісь X – місяць року, Y – температура, °C)

Метеостанції: а – Одеса, б – Роздільна, в – Затишшя, г – Любашівка

У внутрішньорічному ході сум опадів за сценарієм А2 є прояви асинхронності коливань сценарних і фактичних характеристик у весняні та осінні місяці (рис. 8.8).

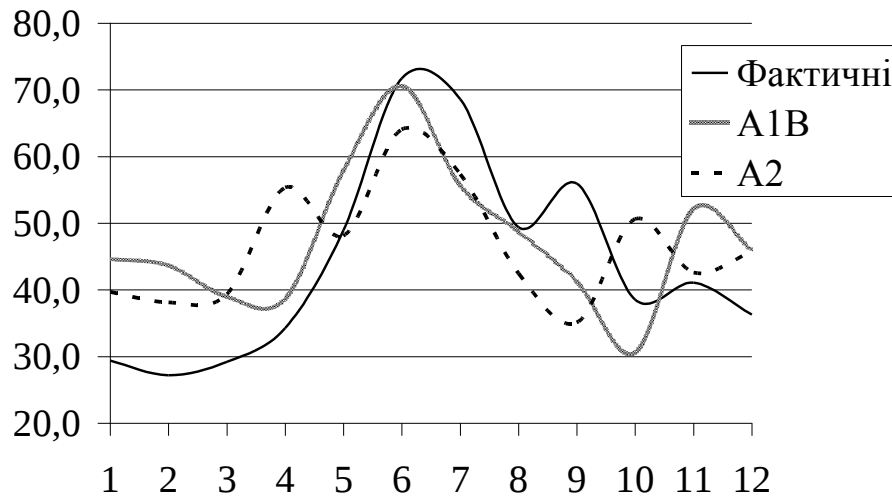


Рисунок 8.8 – Осереднений внутрішньорічний хід сум місячних опадів, за сценаріями А1В, А2 та за даними спостережень для періоду 1989-2012 рр. на метеостанції Любашівка (вісь Х – місяць року, Y – опади, мм).

При порівнянні характеру коливань фактичних та сценарних метеорологічних даних за допомогою різницевої інтегральної кривої, виявлено, що хід розглянутих метеорологічних характеристик за сценарієм А1В більше відповідає реальним значенням ніж за А2 (рис. 8.9). Особливо це стосується температур повітря (рис. 8.10).

Оскільки матеріали сценаріїв використовувались у подальшому для оцінки водних ресурсів за моделлю “клімат-стік”, було виконано порівняння середніх багаторічних величин кліматичного річного стоку, визначених за цією моделлю по фактичним та сценарним метеорологічним даним (табл. 8.6, 8.7). Отримано, що точність оцінок $\bar{Y}_K$ за сценарієм А1В вища ніж для сценарію А2. Крім того, обчислення за сценарієм А2 призводять до появи систематичної похибки: норма стоку визначена за цим сценарієм перевищує фактичне значення на усіх метеостанціях. Таким чином, для оцінок змін водних ресурсів річок басейну Куяльницького лиману у подальшому був обраний сценарій А1В.

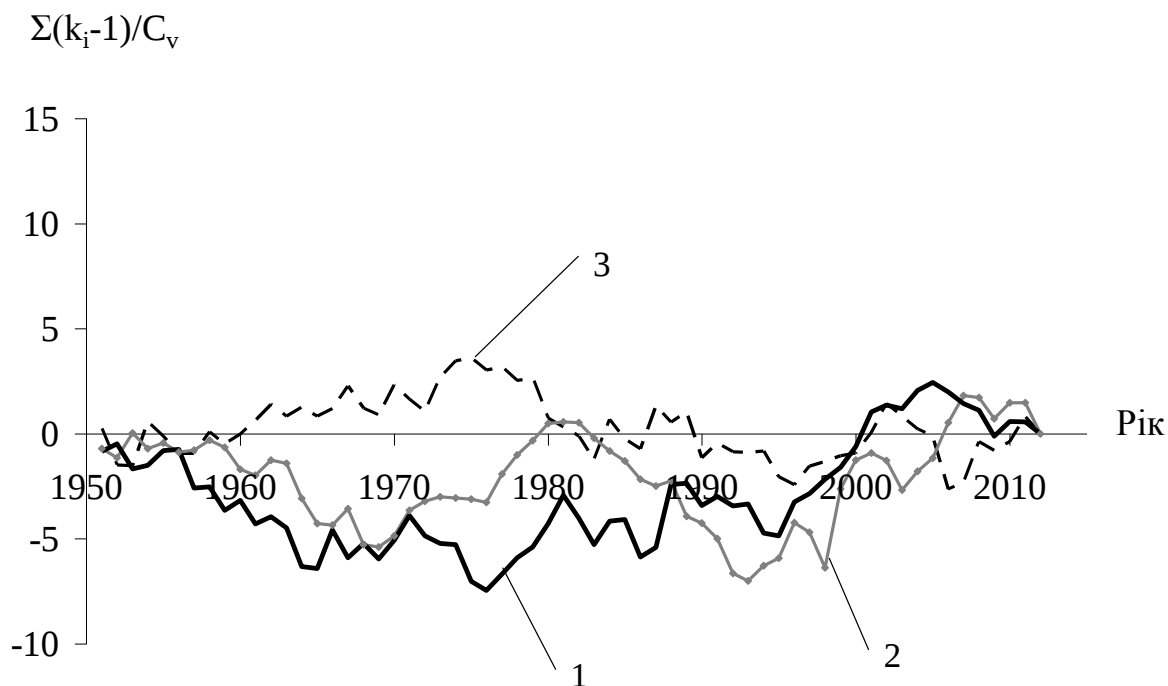


Рисунок 8.9 – Різницево-інтегральні криві середніх річних сум опадів на метеостанції Затишшя, 1951-2012 рр. (1 – за спостереженими даними, 2 – за даними сценарію A1B, 3 – за даними сценарію A2)

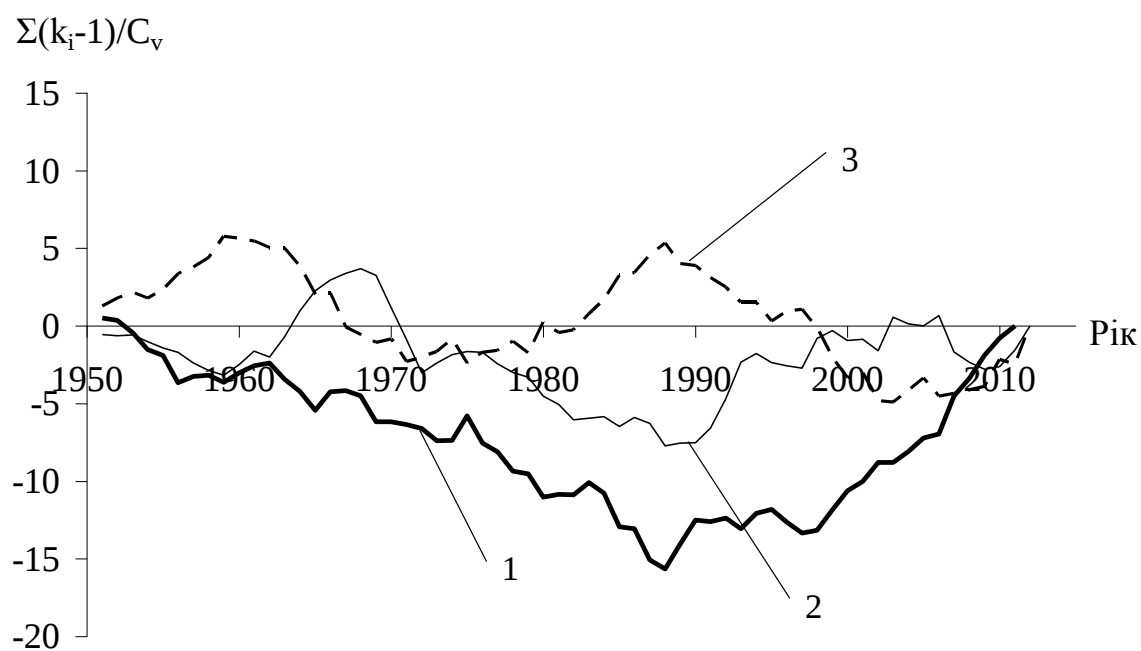


Рисунок 8.10 – Різницево-інтегральні криві середніх річних температур повітря на метеостанції Любашівка, 1951-2012 рр. (1 – за спостереженими даними, 2 – за даними сценарію A1B, 3 – за даними сценарію A2)

9 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК ЛИМАНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КЛІМАТИЧНИХ УМОВ (ЗА СЦЕНАРІЄМ M10)

9.1 Оцінка природних водних ресурсів за моделлю «клімат-стік» на основі сценаріїв змін клімату

Структура рівнянь водно-теплогового балансу, представлених у виді (7.15) для багаторічного періоду, або у виді (7.13) для місячних або сезонних інтервалів часу є придатною для визначення кліматичного та природного стоку на основі метеорологічних даних, які надаються у сучасних кліматичних сценаріях.

Рівняння водно-теплогового балансу для розрахунків кліматичного стоку по місяцях та сезонах за даними кліматичних сценаріїв має вид

$$Y_K' = X' + (w_1 - w_2)' - E_m' \left[1 + \left(\frac{X' + (w_1 - w_2)'}{E_m'} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (9.1)$$

де Y_K' – значення кліматичного стоку за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

E_m' – значення максимально можливого випаровування за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

X' – сума річних опадів за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

$(w_1 - w_2)'$ – зміна запасів води у діяльному шарі ґрунту за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм.

При переході до багаторічного періоду структура рівняння водно-теплогового балансу відповідає рівнянню (7.15)

$$\bar{Y}_K' = \bar{X}' - \bar{E}_m' \left[1 + \left(\frac{\bar{X}'}{\bar{E}_m'} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (9.2)$$

де $\bar{Y}_K'$ – середня багаторічна величина кліматичного річного стоку в умовах змін клімату, мм;

$\bar{E}_m'$ – середня багаторічна величина максимально можливого випаровування в умовах змін клімату, яка визначається за сценарними температурами повітря з використанням (7.17), мм;

$\bar{X}$ – середня багаторічна величина річних сум опадів у вихідних умовах, мм.

Числові експерименти, виконані на основі рівняння водно-теплового балансу, показали, що зміна середніх багаторічних величин кліматичного стоку стає значущою, тобто перевищує точність розрахунку даної величини, при зміні річних опадів на $\pm 3,5\%$ або при зміні сум середніх місячних температур повітря за період червень-серпень на $\pm 2,5^\circ\text{C}$ [297]. Передбачувані сценаріями Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) зміни метеорологічних характеристик, як правило, перевищують установлені межі й, отже, модель «клімат–стік» може успішно застосовуватись для прогнозування стану водних ресурсів України за різними сценаріями змін глобального клімату [87,253,297-298].

У сучасних математичних моделях загальної циркуляції атмосфери і океану, які пов'язуються із типом розвитку суспільства, надається просторовий розподіл у вузлах регулярної сітки, яка з роками стає більш детальною. За сценаріями для кожного вузла надаються дані про середні місячні опади, температури повітря по місяцях та вологість ґрунту. Така інформація дозволяє виконувати розрахунки стоку по роках, місяцях та сезонах.

9.2 Оцінка змін кліматичних чинників за сценаріями глобального потепління

Дослідження, виконані за сценарієм A1B для вузлів сітки, які відповідають положенню метеорологічних станцій Одеса, Любашівка, Затишшя, Роздільна, встановлено існування статистично значущих додатних трендів у ході річних значень температури повітря, а також температур теплого та холодного періодів (рис. 9.1, 9.2, 9.3). Перехід лінії регресії, яка апроксимує хід середніх температур повітря холодного періоду, через нуль градусів відбувається близько 2030 року. Це означає, що після 2030 року умови для накопичення запасів води у сніговому покриві перед початком весняного водопілля та промерзання ґрунту погіршаться.

При аналізі хронологічного ходу сум опадів за рік, теплий та холодний періоди, наведених у цьому сценарії, для всього розглянутого періоду (1951-2100 рр.) певних тенденцій до змін не виявлено (рис. 9.4, 9.5, 9.6), але у окремі часові інтервали можна виділити статистично значущі тренди: 2021-2030 рр. – зменшення річних сум опадів; 2031-2047 рр., 2048-2072 рр. – зростання, яке відбуватиметься більш інтенсивно у десятиріччя 2031-2047 рр., як це показано на рис. 9.4.

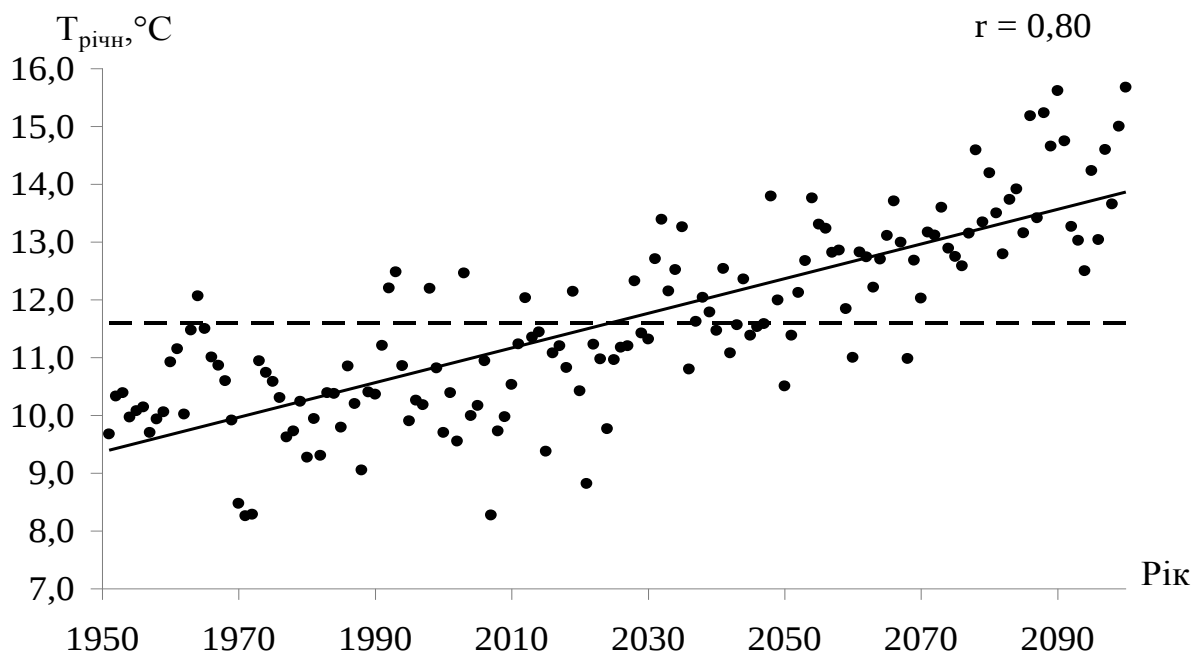


Рисунок 9.1 – Хронологічний хід річної температури повітря за сценарієм А1В, метеостанція Затишшя, 1951-2100 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

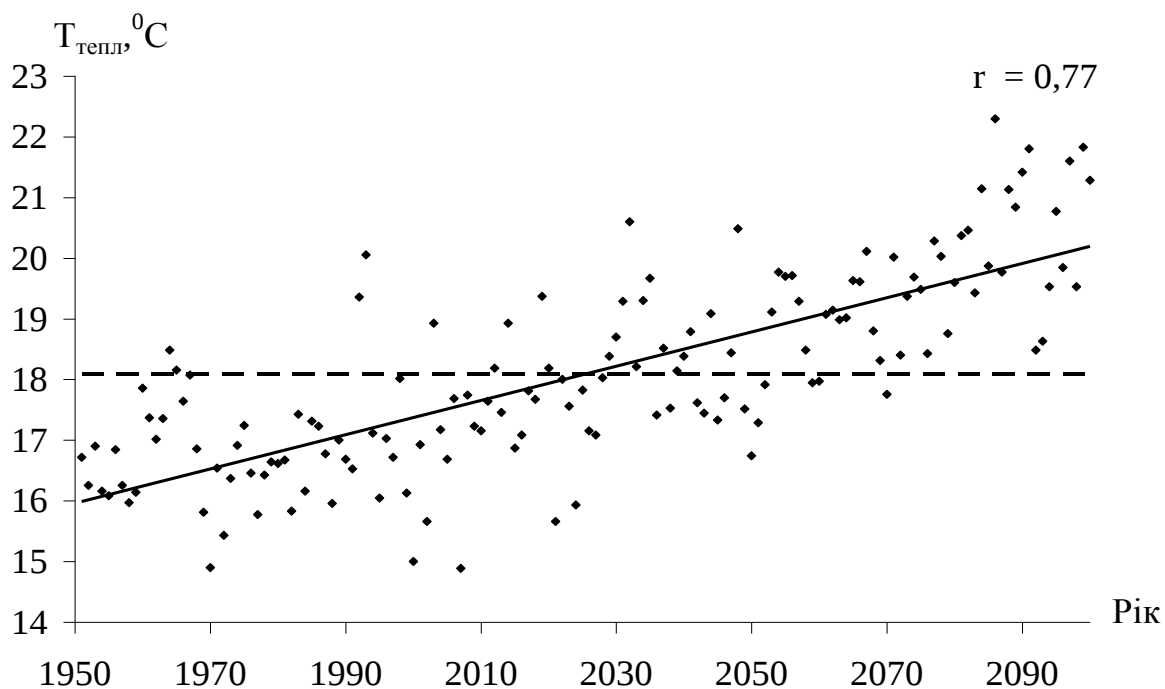


Рисунок 9.2 – Хронологічний хід температури повітря теплого періоду (IV–X) за сценарієм А1В, метеостанція Затишшя, 1951-2100 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренда)

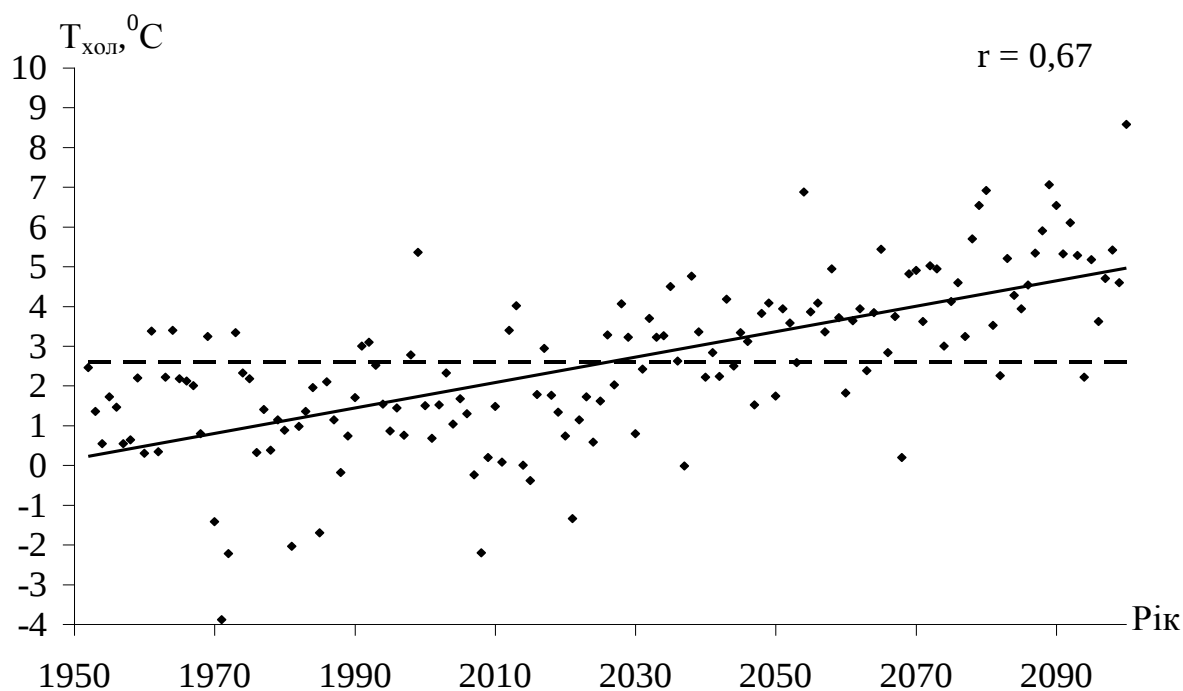


Рисунок 9.3 – Хронологічний хід температури повітря холодного періоду (ХІ-ІІІ) за сценарієм А1В, метеостанція Затишшя, 1951-2100 рр. (---- середнє багаторічне значення, — лінія тренду)

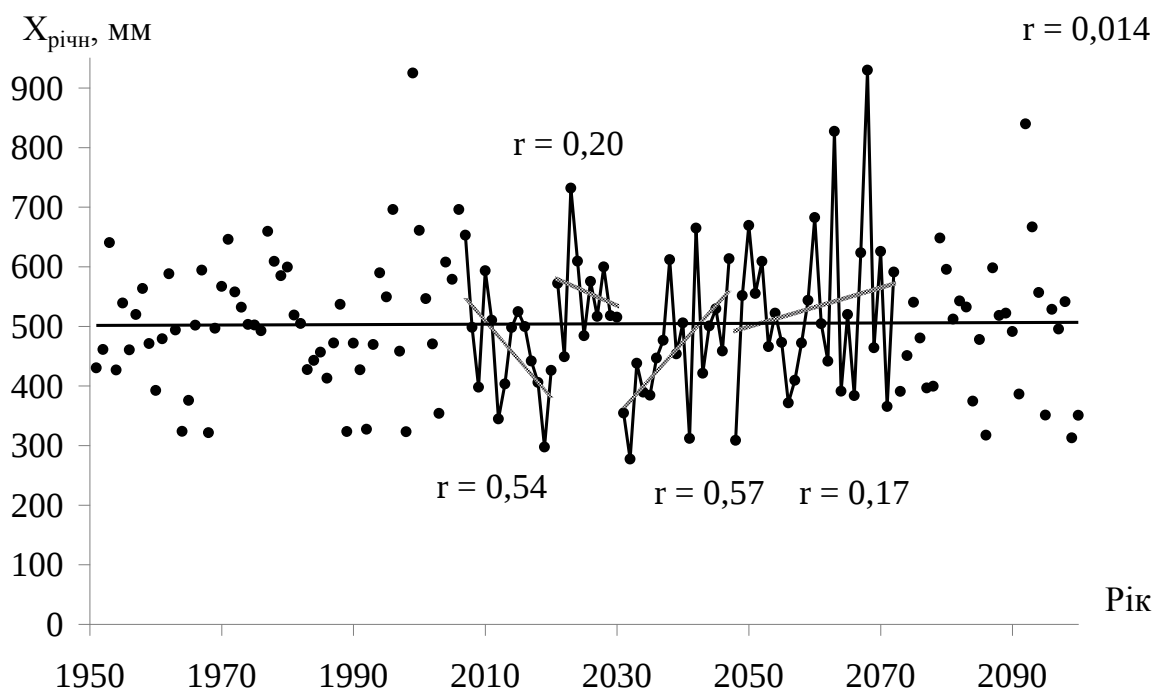


Рисунок 9.4 – Хронологічний хід річних опадів за сценарієм А1В, метеостанція Затишшя, 1951-2100 рр. (— лінія тренда, яка співпадає із середнім багаторічним значенням)

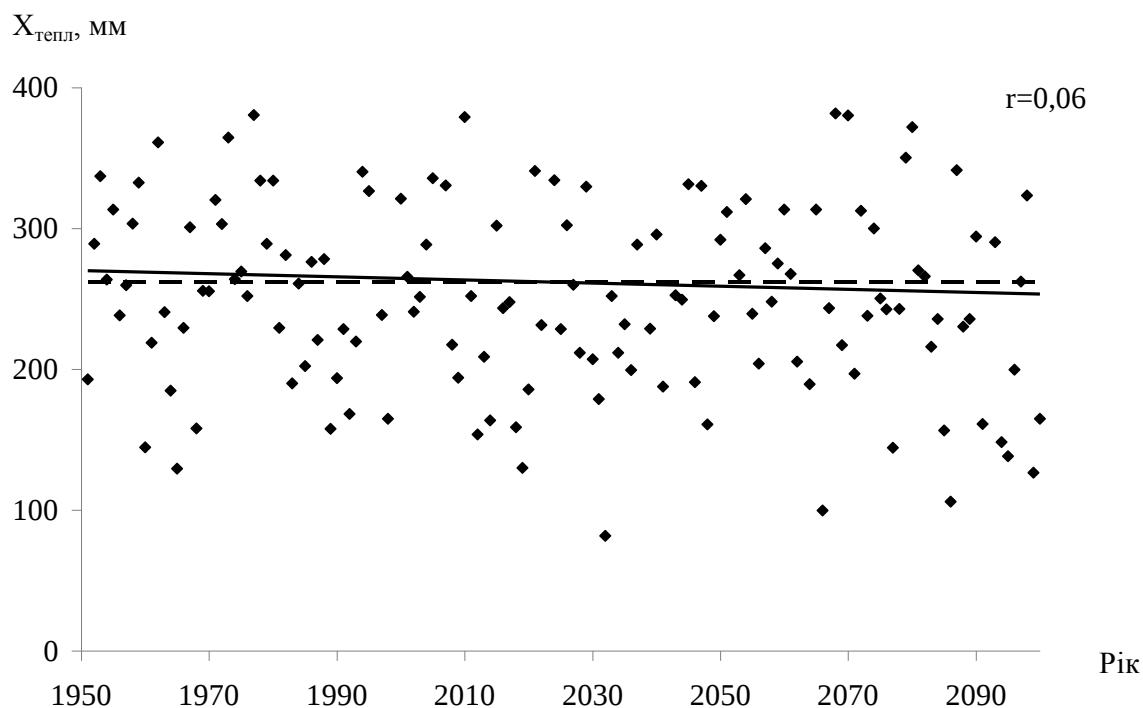


Рисунок 9.5 – Зміна сум опадів теплого періоду по метеостанції Затишшя, сценарій А1В

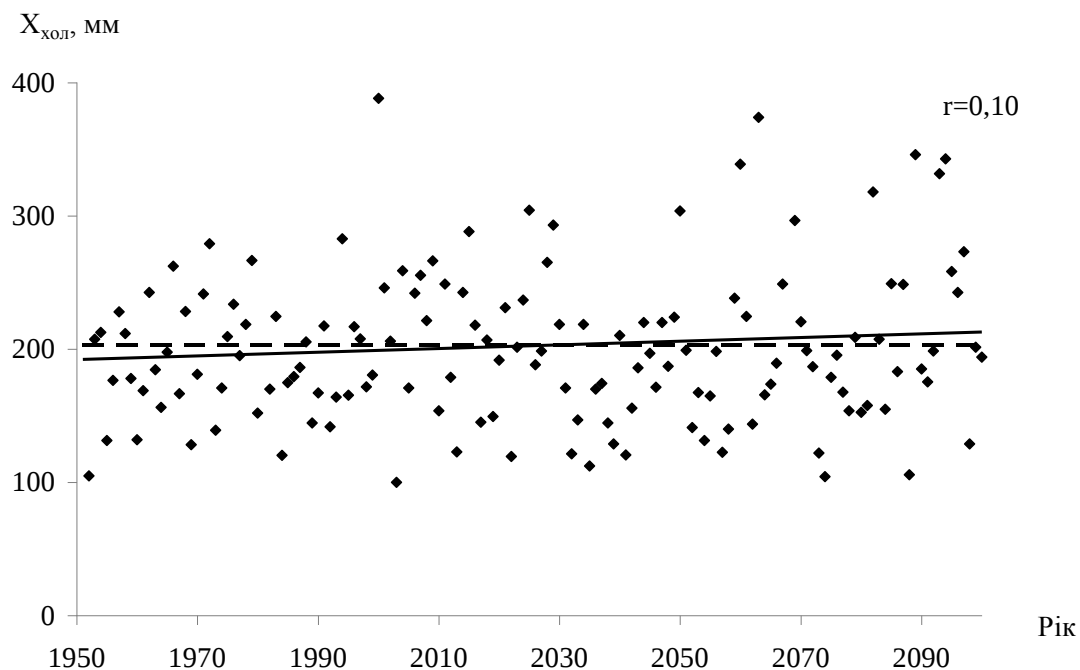


Рисунок 9.6 – Зміна сум опадів холодного періоду по метеостанції Затишшя, сценарій А1

Для аналізу закономірностей коливань річних сум опадів та температур повітря на водозборі Куяльницького лиману та прилеглих до нього територій за сценарієм глобального потепління А1В були побудовані різницево-інтегральні криві (рис. 9.7, 9.8). За сценарієм А1В у період 1951-2100 рр. температура

повітря буде знаходитися у додатній фазі з 2027 р. Аналіз коливань річних сум опадів показав, що зволоженими є періоди 1993-2007 рр., 2020-2030 рр., 2049-2072 рр., маловодними – 2008-2019 рр., 2031-2048 рр., 2073-2091 рр. Наступні розрахунки змін кліматичних чинників та річного кліматичного стоку виконувались по таким послідовним часовим інтервалам: для сценарію A1B - з початку спостережень до 1989 р. та за 30-річними періодами 1990-2020 рр., 2021-2050 рр., 2051-2080 рр., 2051-2100 рр.

$$\Sigma(k_i-1)/C_v$$

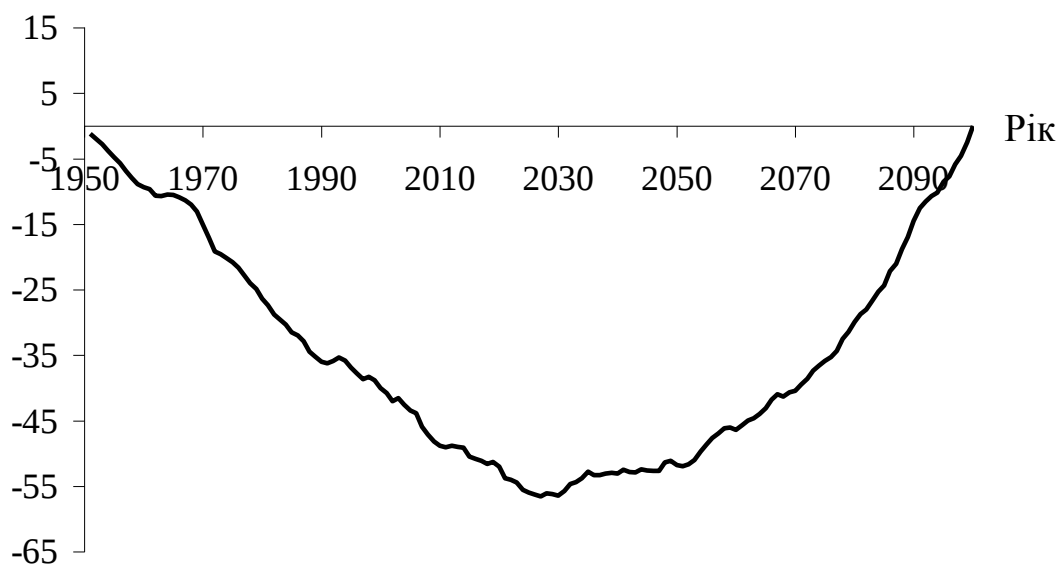


Рисунок 9.7 – Різницево-інтегральна крива річних температур повітря за даними сценарію A1B на метеостанції Затишшя, 1951-2100 рр.

$$\Sigma(k_i-1)/C_v$$

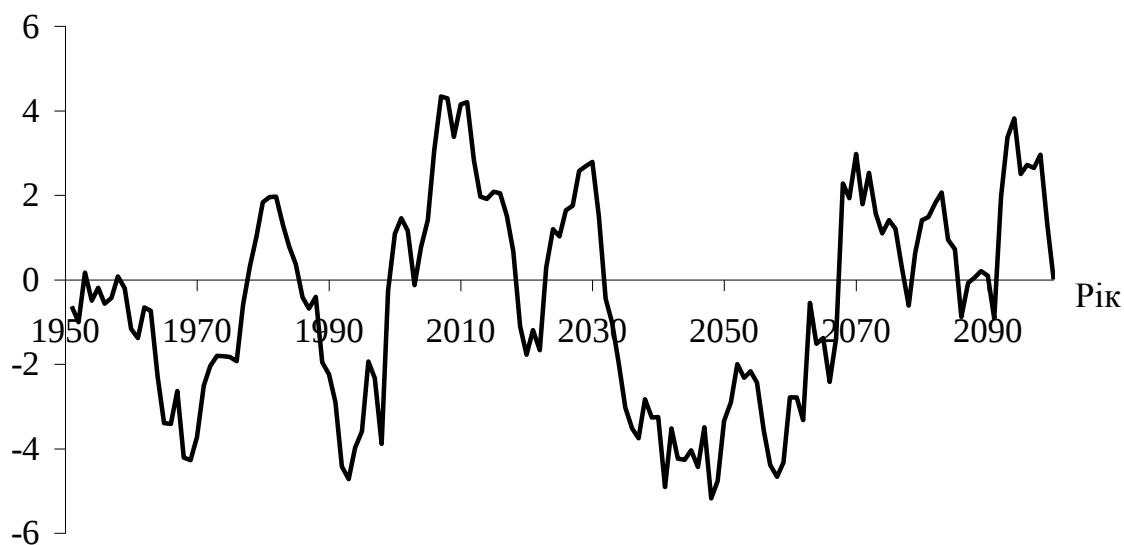


Рисунок 9.8 – Різницево-інтегральна крива річних сум опадів за даними сценарію A1B на метеостанції Затишшя, 1951-2100 рр.

9.3 Оцінка змін характеристик посух за сценаріями глобального потепління

Як характеристика посух у роботі використаний індекс SPEI (дивись параграф 7.2). На розглядуваній території до середини XXI сторіччя за сценарієм A1B прогнозується від 11 (в південній частині) до 15 (в північній частині) випадків посух різної інтенсивності та тривалості, за сценарієм A2 – дещо менше (від 8 до 12) [12]. Найчастіше будуть спостерігатися слабкі посухи – частота їх появи за сценаріями в середньому по території становитиме 40% (табл. 9.1). Інтенсивних та екстремальних посух в порівнянні із фактичними даними побільшає (рис. 9.9). По тривалості також переважатимуть слабкі посухи за обома сценаріями (табл. 9.2). У порівнянні із даними спостережень (до 2012 р.) за сценарієм A1B до 2050 р. кількість місяців із інтенсивною посухою зменшиться, а із екстремальною – збільшиться.

Таблиця 9.1 - Частота появи (%) посух різної суворості згідно значень індексу SPEI

Метеостанція	Сценарій	Категорія посухи			
		близька до нормальної (слабка)	помірна (помірно суха)	інтенсивна (дуже суха)	екстремальна (вкрай суха)
Любашівка	A1B	53	20	7	20
	A2	33	25	25	17
Баштанка	A1B	25	50	8	17
	A2	40	20	20	20
Одеса	A1B	36	27	18	18
	A2	50	0	13	38

Таблиця 9.2 – Тривалість посух різних категорій по даним сценаріїв A1B та A2 на метеостанціях Північно-Західного Причорномор'я (у місяцях) у XXI сторіччі

Метеостанції	Сценарій	Загальна кількість місяців з посухою	Категорія посухи			
			слабка	помірна (помірно суха)	інтенсивна (дуже суха)	екстремальна (вкрай суха)
Любашівка (2012-2050 pp.)	A1B	232	150	44	24	14
	A2	233	150	39	34	10
Баштанка (2013-2050 pp.)	A1B	237	168	40	13	16
	A2	221	129	52	38	2
Одеса (2014-2050 pp.)	A1B	220	149	31	25	15
	A2	227	138	52	26	11

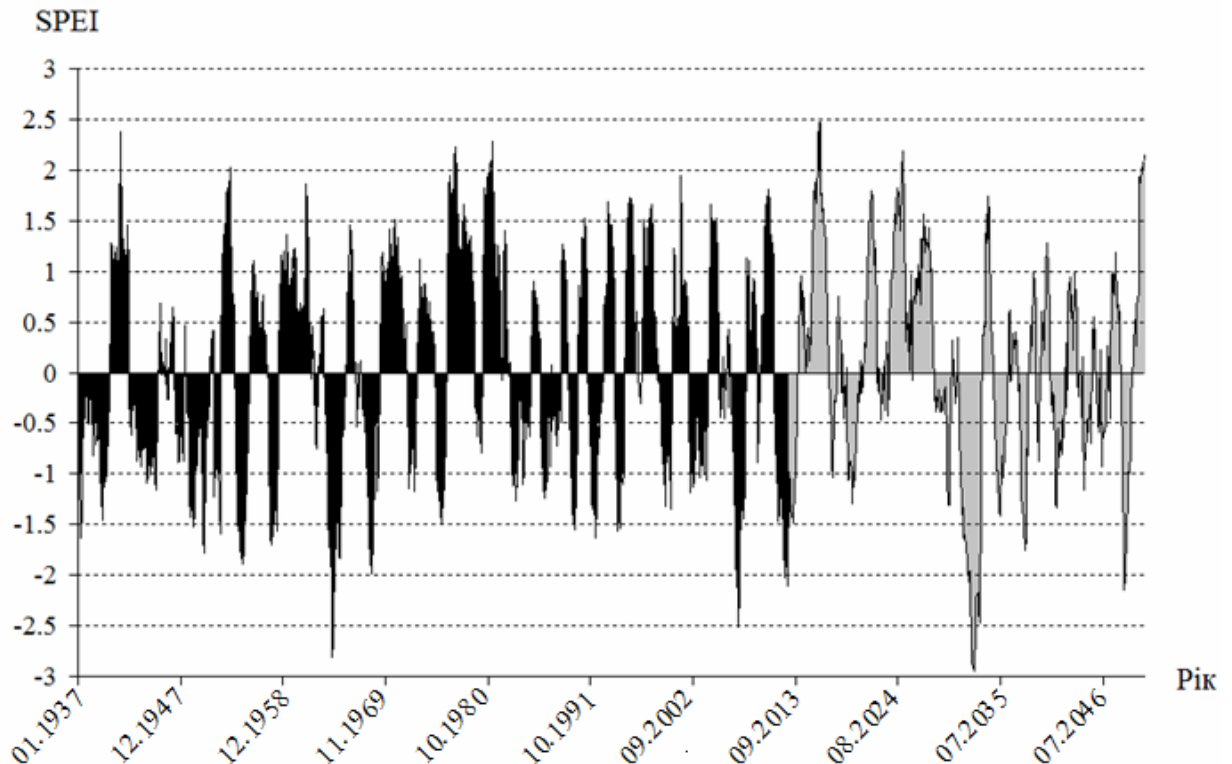


Рисунок 9.9 – Хронологічний хід індексу SPEI, метеостанція Баштанка, 1937-2012 рр.(чорний колір) та 2013-2050 рр. (сірий колір) (за сценарієм A1B)

9.4 Оцінка змін характеристик посушливості клімату за сценаріями глобального потепління

У сучасних оцінках показників посушливості частіше використовуються дані про опади та максимально можливе випаровування, яке також називають потенційним випаровуванням або потенційною евапотранспірацією (*PET*). Під цією величиною розуміється максимальна кількість води, яка могла б випаруватися в даних кліматичних умовах з поверхні суші, вкритою рослинністю, при наявності достатнього запасу вологи. За формулою Торнтвайта, *PET* виражається як функція сум температур за 12 місяців. Якщо кількість середньорічних опадів менша *PET*, то розглянутий район класифікується, як щонайменше, напіваридний [300].

За рекомендаціями ЮНЕСКО [301], ступінь аридності визначається за наступними співвідношеннями:

$$X / PET < 0,03 \text{ – гіпераридна зона,} \quad (9.3)$$

$$0,03 < X / PET < 0,20 \text{ – аридна зона,} \quad (9.4)$$

$$0,20 < X / PET < 0,50 \text{ – напіваридна зона,} \quad (9.5)$$

де X – шар середньорічних опадів;

PET – потенційне випаровування.

Неважко провести аналогію між величиною PET та максимально можливим випаровуванням або теплоенергетичним еквівалентом E_m , який розраховується за даними про додатні складові теплового балансу підстильної поверхні і трактується як максимально можливе випаровування з поверхні суші, яке мало б місце, якщо на процес випаровування були б витрачені всі теплоенергетичні ресурси клімату. За величиною $\beta_X = \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m}$, згідно з

рекомендаціями В.С. Мезенцева [266], також може бути визначено ступінь посушливості (зволоженості) території

$$\beta_X \geq 1,0 - \text{зона надмірного зволоження}, \quad (9.6)$$

$$0,8 < \beta_X < 1,0 - \text{зона достатнього зволоження}, \quad (9.7)$$

$$0,5 \leq \beta_X < 0,8 - \text{недостатнього зволоження}. \quad (9.8)$$

За величиною β_X також можна виділяти зволожені та посушливі роки. Значення $\beta_X = 0,5$ розглядається як межа, яка характеризує перехід до посушливих років, коли кліматичні умови близькі до напіваридних та аридних. Аналізуючи хронологічний хід індексу β_X по роках можна зробити висновок, що у минулому сторіччі (період 1900-1988 рр.) посушливі роки чергувалися із достатньо зволеними (рис. 9.10). За сценарієм A1B у 2015-2050 рр. практично на всьому інтервалі будуть спостерігатися роки, коли $\beta_X < 0,5$ (рис. 9.11), які відповідають проявам напіваридного клімату.

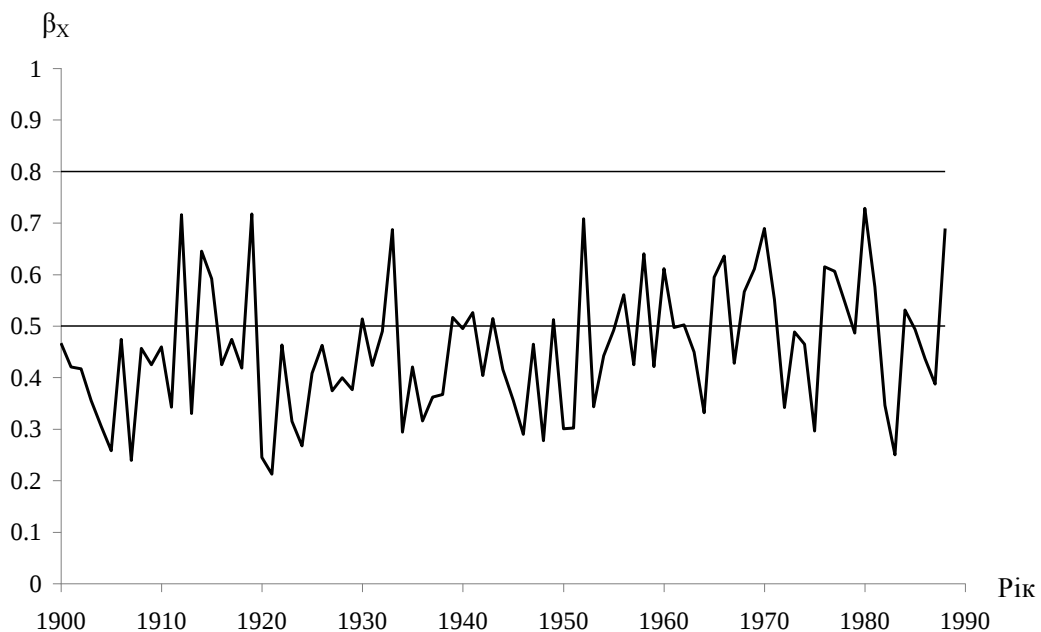


Рисунок 9.10 – Хронологічний хід індексу β_X , метеостанція Одеса, 1900-1988 рр.

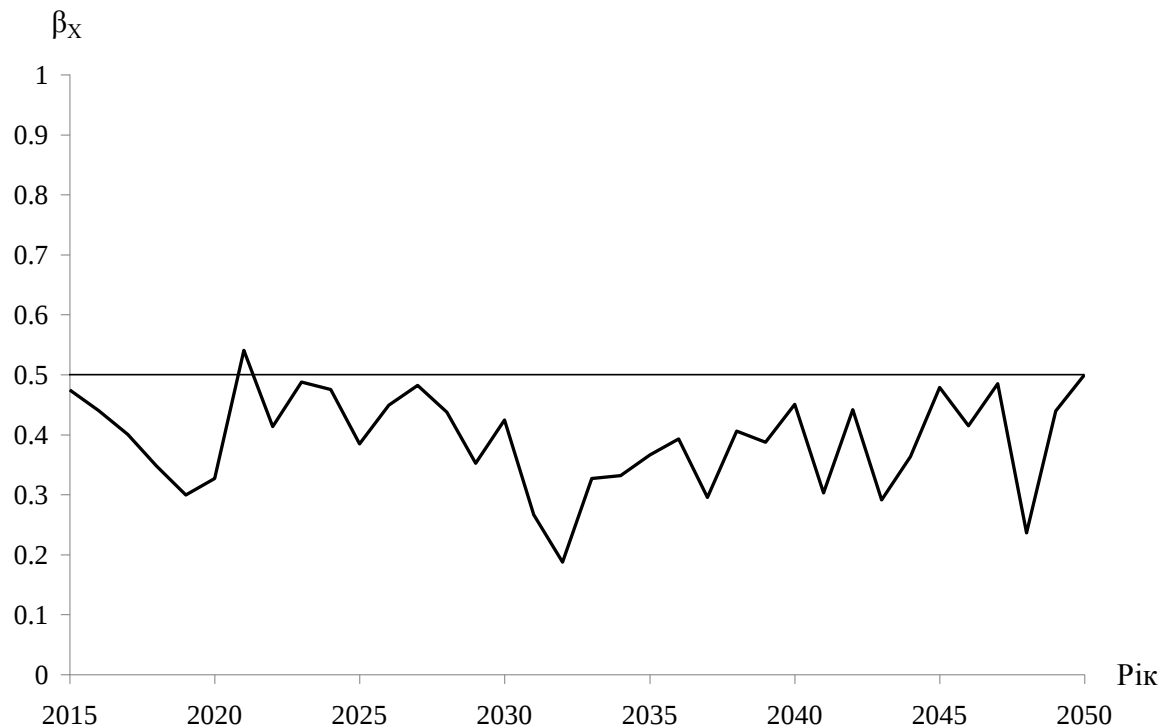


Рисунок 9.11 – Хронологічний хід індексу β_x за сценарієм А1В, метеостанція Одеса, 2015-2050 рр.

9.5 Оцінка можливих змін водних ресурсів за моделлю «клімат-стік» на основі кліматичних сценаріїв

Для оцінки наслідків впливу глобального потепління на формування водних ресурсів розрахунки за моделлю «клімат-стік» були виконані для території України в цілому [4]. Середні багаторічні величини суми річних опадів, максимально можливого випаровування, річного кліматичного стоку по 28 метеорологічним станціям України розраховувалися для періодів 2011-2030 рр., 2031-2050 рр.. Виконано порівняння отриманих результатів із даними про норми річного кліматичного стоку до 1989 р., починаючи з якого зміни температур повітря набули значущості на всій території України. Розподіл ізоліній відносних відхилень середніх багаторічних значень кліматичного стоку до та після 1989 р. показав, що за сценарієм А1В водні ресурси України будуть зменшуватися. На півдні та південному заході це зменшення у період 2031-2050 рр. досягне 60-70% (рис. 9.12) [4].

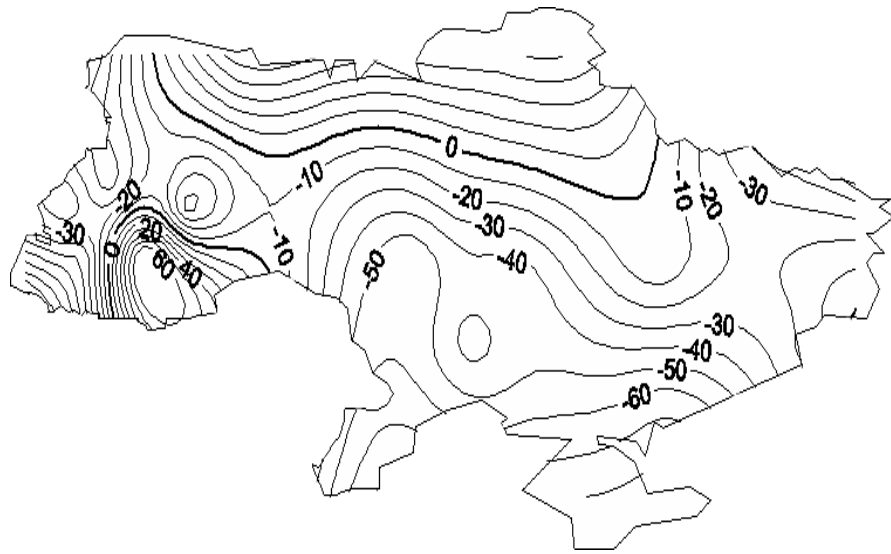


Рисунок 9.12 – Просторовий розподіл відносних відхилень (%) норм річного кліматичного стоку за період 2031-2050 рр. від фактичних даних до 1989 р. (сценарій А1В)

Зроблені оцінки водних ресурсів на майбутнє знаходяться у відповідності із результатами розрахунків, отриманими С.І. Сніжком та І.В. Купріковим [302,303], які виконували розрахунки водних ресурсів України у майбутньому за балансовим методом, запропонованим французьким вченим L. Turk (1954) та розвинутим польським гідрологом Z. Kaszmarek (1993).

Більш детально були досліджені зміни клімату та стоку за обраними сценаріями при розрахунках кліматичного стоку за послідовними часовими інтервалами для різних метеостанцій Північно-Західного Причорномор'я: до 1989 р., двадцятирічними періодами 2011-2030 рр. та 2031-2050 рр. З табл. 9.3, де наведена інформація про зміни річних сум опадів, витікає, що на території Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм А1В очікуватиметься їх зменшення, яке досягне -14,3% у 2031-2050 рр. Максимально можливе випаровування зростатиме до 19,6% (табл. 9.4). Внаслідок зростання теплоенергетичних ресурсів клімату на фоні зменшення ресурсів зволоження у вигляді опадів на території Північно-Західного Причорномор'я водні ресурси будуть зменшуватись. У період 2031-2050 рр. це зменшення перевищить 60% (табл. 9.5). Зменшення водних ресурсів досягне найбільших величин (-73%) на півдні Одеської області.

Таблиця 9.3 - Зміни ресурсів вологи на території Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм зміни клімату A1B у різні часові інтервали

Метео-станція	Середні багаторічні значення річних сум опадів, мм				
	до 1989 р.	за сценарієм A1B			
		2011-2030 рр.	δ , %	2031-2050 рр.	δ , %
Люба-шівка	540	538	-0,4	500	-7,4
Затишшя	516	494	-4,3	468	-9,3
Баштанка	513	483	-5,8	459	-10,5
Роздільна	509	433	-14,9	412	-19,1
Одеса	476	430	-9,7	418	-12,2
Сарата	482	409	-15,1	385	-20,1
Ізмаїл	495	407	-17,8	389	-21,4
Середнє	504	456	-9,7	433	-14,3

Таблиця 9.4 - Зміни теплоенергетичних ресурсів на території Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм A1B у різні часові інтервали

Метеостанція	Середні багаторічні значення максимально можливого випаровування, мм				
	до 1989 р.	за сценарієм A1B			
		2011- 2030 рр.	δ , %	2031-2050 рр.	δ , %
Любашівка	869	1001	15,2	1050	20,8
Затишшя	896	1027	14,6	1078	20,3
Баштанка	926	1053	13,7	1097	18,5
Роздільна	929	1052	13,2	1105	18,9
Одеса	946	1067	12,8	1121	18,5
Сарата	955	1091	14,2	1151	20,5
Ізмаїл	981	1114	13,6	1176	19,9
Середнє	929	1058	13,9	1111	19,6

Таблиця 9.5 - Зміни водних ресурсів на території Північно-Західного Причорномор'я за сценаріями зміни клімату А1В та А2 у різні часові інтервали

Метео-станція	Середні багаторічні значення кліматичного стоку, мм				
	до 1989 р.	за сценарієм А1В			
		2011-2030 рр.	δ , %	2031-2050 рр.	δ , %
Любашівка	37	25	-32,4	17	-54,1
Затишшя	29	17	-41,4	12	-58,6
Баштанка	26	15	-42,3	11	-57,7
Роздільна	25	10	-60,0	7	-72,0
Одеса	19	9	-52,6	7	-63,2
Сарата	19	7	-63,2	5	-73,7
Ізмаїл	18	6	-66,7	5	-72,2
Середнє	25	13	-51,2	9	-64,5

При розрахунках норм річного кліматичного стоку на водозборі Куяльницького лиману та прилеглих до нього територій за сценаріями глобального потепління було виділено 12 точок-вузлів координатної сітки з кроком 15 хвилин або 25 км (рис. 9.13).

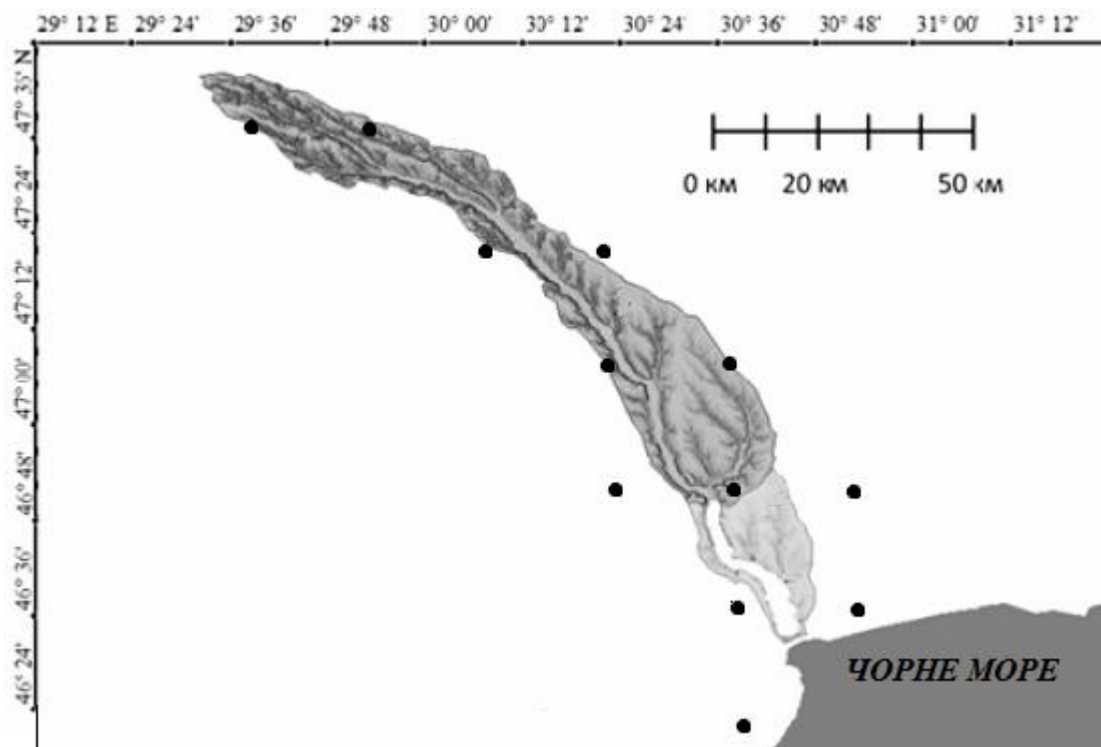


Рисунок 9.13 – Розташування вузлових точок на території водозбору Куяльницького лиману

Для кожної з точок виконувалися розрахунки середніх багаторічних значень сум річних опадів, максимально можливого випаровування та кліматичного стоку (табл. 9.6), які відповідають кліматичним умовам до початку глобального потепління (до 1989 р.) за даними сценарію A1B як такого, що найбільш точно описує розподіл температур повітря та опадів на досліджуваній території [304].

Таблиця 9.6 – Середні багаторічні характеристики кліматичних чинників та кліматичного стоку у різних точках басейну Куяльницького лиману до початку глобального потепління (до 1989 р.)

№ точки	Координати		$\bar{X}$, мм	$\bar{E}_m$, мм	$\bar{Y}_k$, мм
	Град. сх.д.	Град пн.ш.			
1	30,625	46,375	455	985	13
2	30,875	46,625	455	978	14
3	30,625	46,625	462	978	15
4	30,875	46,875	470	973	18
5	30,625	46,875	475	970	18
6	30,375	46,875	478	965	18
7	30,625	47,125	478	960	22
8	30,375	47,125	480	958	22
9	30,375	47,375	490	945	25
10	30,125	47,375	495	940	25
11	29,875	47,625	505	927	29
12	29,625	47,625	520	925	30
Сер.			480	959	21

Розрахунки показали, що за сценарієм A1B у XXI сторіччі в середньому на водозборі Куяльницького лиману опади змінюватись майже не будуть (табл. 9.7), проте передбачається поступове, рівномірне збільшення максимально можливого випаровування (табл. 9.8), що призведе до зменшення водних ресурсів майже на 50% до кінця XXI сторіччя (табл. 9.9).

Таблиця 9.7 – Зміни ресурсів вологи у басейні Куяльницького лиману за сценаріями зміни клімату A1B в різні часові інтервали

№ точки	Середні багаторічні значення річних сум опадів, мм								
	до 1989 року	1990-2020 рр.	δ , %	2021-2050 рр.	δ , %	2051-2080 рр.	δ , %	2051-2100 рр.	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	455	445	-2	421	-7	460	1	449	-1
2	455	439	-3	427	-6	465	2	455	0

Продовження таблиці 9.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	462	449	-3	433	-6	470	2	460	0
4	470	444	-6	432	-8	473	1	465	-1
5	475	449	-6	435	-8	473	0	465	-2
6	478	458	-4	446	-7	480	0	471	-1
7	478	465	-3	457	-4	497	4	489	2
8	480	466	-3	467	-3	498	4	489	2
9	490	499	2	508	4	536	9	527	8
10	495	492	-1	499	1	521	5	513	4
11	505	522	3	510	1	528	4	520	3
12	520	513	-1	498	-4	510	-2	502	-3
Сер.	480	470	-2	461	-4	493	3	484	1

Таблиця 9.8 – Зміни теплоенергетичних ресурсів (максимально можливого випаровування) у басейні Куяльницького лиману за сценаріями зміни клімату А1В в різні часові інтервали

№ точ- ки	Середні багаторічні значення максимально можливого випаровування, мм								
	до 1989 року	1990- 2020 рр.	δ , %	2021- 2050 рр.	δ , %	2051- 2080 рр.	δ , %	2051- 2100 рр.	δ , %
1	985	1046	6	1100	12	1183	20	1211	23
2	978	1026	5	1076	10	1158	18	1187	21
3	978	1047	7	1097	12	1179	21	1209	24
4	973	1024	5	1070	10	1151	18	1181	21
5	970	1034	7	1080	11	1162	20	1192	23
6	965	1043	8	1089	13	1170	21	1201	24
7	960	1025	7	1067	11	1148	20	1179	23
8	958	1030	8	1071	12	1152	20	1184	24
9	945	1024	8	1062	12	1146	21	1177	25
10	940	1018	8	1058	13	1142	21	1173	25
11	927	993	7	1035	12	1118	21	1149	24
12	925	981	6	1023	11	1106	20	1136	23
Сер.	959	1024	7	1069	12	1151	20	1182	23

Таблиця 9.9 – Зміни водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману за сценаріями зміни клімату A1B в різні часові інтервали

№ точ- ки	Середні багаторічні значення кліматичного стоку, мм								
	до 1989 року	1990- 2020 рр.	δ, %	2021- 2050 рр.	δ, %	2051- 2080 рр.	δ, %	2051- 2100 рр.	δ, %
1	13	10,9	-16	7,6	-41	8,7	-33	7,4	-43
2	14	10,9	-22	8,5	-39	9,6	-31	8,3	-41
3	15	11,2	-25	8,6	-43	9,5	-37	8,2	-46
4	18	11,5	-36	9,1	-50	10,5	-42	9,1	-50
5	18	11,6	-36	9,1	-49	10,2	-43	8,8	-51
6	18	12,3	-32	9,7	-46	10,6	-41	9,1	-49
7	22	13,6	-38	11,3	-49	12,8	-42	11,1	-50
8	22	13,5	-38	12,2	-44	12,7	-42	11,0	-50
9	25	17,9	-28	17,2	-31	17,2	-31	14,9	-40
10	25	17,3	-31	16,3	-35	15,6	-38	13,6	-46
11	29	23,0	-21	18,8	-35	17,3	-40	15,1	-48
12	30	22,4	-25	17,8	-41	15,7	-48	13,7	-54
Сер.	21	15	-29	12	-42	13	-39	11	-47

Розподіл ізоліній змін річного кліматичного стоку у просторі (рис. 9.14) показує, що зменшення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману за період 2021-2050 рр. буде посилюватися від витoku до гирла, досягаючи 50%. Розрахунки середніх багаторічних величин річного кліматичного та річного природного стоку, виконані по окремих водозборах (табл. 9.10) за період 2021-2050 рр., дозволили зробити висновок, що сумарний приплив прісних вод від водотоків до Куяльницького лиману у непорушених водогосподарською діяльністю умовах становитиме 13,5 млн.м³, тобто їх зменшення у порівнянні із даними до 1989р. дорівнює 39,2%.

Зменшення природного річного стоку у період 2021-2050 ррр. за рахунок кліматичних умов призведе до відсутності річного стоку балок навіть у середні за водністю роки (табл. 9.11).

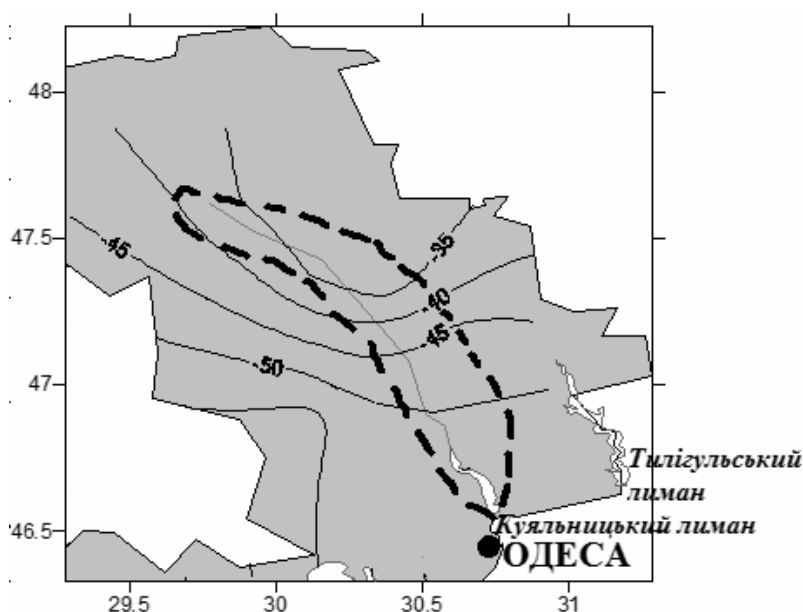


Рисунок 9.14 – Просторовий розподіл відносних відхилень (%) норм річного кліматичного стоку за період 2021-2050 рр. у порівнянні із фактичними даними до 1989 р. на території водозбору Куяльницького лиману за сценарієм А1В, (-- - границя водозбору Куяльницького лиману)

Таблиця 9.10 – Статистичні параметри природного річного стоку річок басейну Куяльницького лиману в кліматичних умовах сценарію А1В для періоду 2021-2050 рр.

Річки та балки	Норма кліматичного стоку, $\bar{Y}_K$, до 1989 р. мм	Норма кліматичного стоку, $\bar{Y}'_K$, 2021-2050рр. мм	Перехідний коефіцієнт, $K_{ПЕР,2}$	Статистичні параметри природного річного стоку у період 2021-2050рр.			
				$\bar{Y}_{ПР}$, мм	$\bar{W}_{ПР}$, м ³ 10 ⁶	C_V	C_S
р.Великий Куяльник	23	13	0,52	6,81	12,7	1,90	3,24
р.Довбока	18	9	0,369	3,16	0,219	3,06	5,21
б.Млинна	16	8	0,235	1,77	0,0389	4,39	7,46
б.Баштанна	16	7	0,25	1,84	0,0160	4,28	7,28
р.Кубанка	17	8	0,27	2,06	0,281	3,99	6,79
б.Гіндельдорфська	15	6	0,22	1,42	0,0213	5,03	8,55
б.Корсунцівська	15	6	0,22	1,37	0,0236	5,14	8,75
Боковий приплив	15	7	0,24	1,62	0,230	4,64	7,88
Сумарний приплив прісних вод до лиману				15,1	13,5		

Таблиця 9.11 – Статистичні характеристики природного річного стоку (об'єми) у роки різної водності для періоду 2021-2050 рр.

Річка – пост	Природний річний стік W_p заданої забезпеченості P , млн. м ³								
	$W_{0,01\%}$	$W_{0,1\%}$	$W_{1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$	$W_{99\%}$
В. Куяльник	221	164	108	69,0	29,8	12,9	3,16	0	0
р.Довбока	8,36	6,10	3,68	2,03	0,78	0,14	0	0	0
б.Млинна (Мельнічна)	1,08	0,74	0,41	0,20	0,03	0	0	0	0
б. Баштанна	1,03	0,71	0,40	0,19	0,04	0	0	0	0
р.Кубанка	16,3	11,3	6,43	3,24	0,69	0,06	0	0	0
б. Гіндель- дорфська	1,77	1,21	0,64	0,30	0,05	0	0	0	0
б. Корсун- цівська	2,01	1,36	0,72	0,33	0,05	0	0	0	0
Боковий приплив	16,9	11,9	6,30	3,00	0,51	0,12	0	0	0
Сума	268	197	127	78,2	31,9	13,2	3,16	0	0

За умови збереження того ж самого рівня водогосподарської діяльності, що установлений на теперішній час (дивись розділ 3), зменшення середнього багаторічного річного стоку річок В.Куяльник, Довбока, Кубанка за рахунок впливу штучних водойм у сценарних кліматичних умовах для періоду 2021-2050рр. досягне 40% (табл. 9.12, 9.13), а при порівнянні із даними про природний стік минулого сторіччя (до 1989 р.), коли приплив прісних вод від цих річок становив 21,5 млн.м³, це зменшення становитиме 63%. За цих умов річний стік наблизатиметься до нуля у середні за водністю роки не тільки на балках, а і на річках (табл. 9.14).

Таблиця 9.12 – Оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси річок водозбору Куяльницького лиману при їх 40%-му заповненні для періоду 2021-2050 рр.

Річка	$\bar{W}_{IP}$, млн.м ³	Об'єм штучних водойм, млн. м ³	f_B , %	Коефіцієнти антропогенного впливу $K_{\bar{Y}}$ при різних чинниках водогосподарської діяльності		
				напов- нення $k_{\bar{Y},3}$	додаткове випаровування $k'_{\bar{Y}}$	сумарний коефіцієнт $K_{\bar{Y}}$
р.В.Куяльник	12,7	7,8	0,33	0,70	0,91	0,61
р.Довбока	0,219	0,185	0,29	0,68	0,88	0,56
р.Кубанка	0,281	0,485	0,29	0,38	0,86	0,24

Таблиця 9.13 – Характеристики побутового річного стоку (об'єми) у роки різної водності для періоду 2020-2050 рр.

Річка-пост	Статистичні параметри побутового річного стоку			Побутовий річний стік заданої забезпеченості, млн. м ³					
	$\bar{W}$, млн. м ³	C_V	C_S	$W_{1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$
р.В. Куяльник	7,67	2,60	4,41	95,8	44,8	6,95	0,00	0,00	0,00
р.Довбока	0,123	4,38	7,45	2,66	0,85	0,15	0,00	0,00	0,00
р.Кубанка	0,066	9,79	16,65	3,10	0,13	0,07	0,00	0,00	0,00
Сума	7,86	-	-	101,6	45,7	7,17	0,00	0,00	0,00

Таблиця 9.14 - Зменшення припливу прісних вод від річок до Куяльницького лиману за рахунок впливу штучних водойм (%) для періоду 2021-2050 рр. при порівнянні із природним станом у цей же період

Річка	Зміни об'ємів припливу прісних вод у роки заданої забезпеченості, %						
	$\Delta \bar{W}$	$\Delta W_{1\%}$	$\Delta W_{5\%}$	$\Delta W_{25\%}$	$\Delta W_{50\%}$	$\Delta W_{75\%}$	$\Delta W_{95\%}$
р.В. Куяльник	-40	-9	-22	-59	-100	-	-
р.Довбока	-55	-23	-47	-40	-	-	-
р.Кубанка	-63	-31	-87	-68	-	-	-

10 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВОДНОГО ТА СОЛЬОВОГО БАЛАНСУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА ЇЇ ВЕРИФІКАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ АРХІВНИХ ДАНИХ

10.1 Математична структура моделі водно-сольового балансу лиману

У дискретному вигляді рівняння моделі водно-сольового балансу Куяльницького лиману можуть бути записані наступним чином:

- водного балансу:

$$W_{K,j} = W_{K,j-1} + (W_{P,j} + W_{r,j} + W_{M,j} - W_{E,j}) \Delta t; \quad (10.1)$$

та

- балансу маси солей:

$$C_{K,j} = C_{K,j-1} + (W_{P,j}S_{P,j} + W_{r,j}S_{r,j} + W_{M,j}S_{M,j}) \Delta t \quad (10.2)$$

де Δt – розрахунковий крок моделі у часі (приймався рівним 1 місяцю);

$W_{K,j-1}$ – об'єм води в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця $(j-1)$, млн. м³;

$W_{K,j}$ – об'єм води в лимані наприкінці місяця (j) , який розраховується, млн. м³;

$W_{P,j}$ – об'єм атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за розрахунковий період (місяць (j)), млн. м³;

$W_{r,j}$ – об'єм припливу води (поверхневого, схилового, підземного стоку) з водозбірного басейну до лиману за місяць (j) , млн. м³;

$W_{M,j}$ – об'єм припливу води з моря через трубопровід «море-лимани» за місяць (j) , млн. м³;

$W_{E,j}$ – об'єм води, що випарився з водної поверхні лиману за місяць (j) , млн. м³;

$C_{K,j-1} = 0,001 W_{K,j-1} S_{K,j-1}$ – маса солей в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця $(j-1)$, млн. т;

$C_{K,j} = 0,001 W_{K,j} S_{K,j}$ – маса солей в лимані наприкінці місяця (j) , за який виконується розрахунок, млн. т;

$S_{K,j-1}$ – мінералізація води в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця $(j-1)$, г/дм³;

$S_{K,j}$ – мінералізація води в лимані наприкінці місяця (j), який розраховується, г/дм³;

$S_{P,j}$ – середня мінералізація атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за розрахунковий період (місяць (j)), г/дм³;

$S_{r,j}$ – середня мінералізація припливних вод (поверхневих, схилових, підземних), що надійшли до лиману з його басейну за місяць (j), г/дм³;

$S_{m,j}$ – мінералізація води, що надходить до лиману через трубопровід «море-лимани» за місяць (j), г/дм³.

На кожному розрахунковому кроці за часом визначається об'єм води в лимані наприкінці розрахункового місяця (j) $W_{K,j} = W_{K,j-1} + \Delta W_{K,j}$. Надалі, із застосуванням функціональних залежностей $\zeta_{K,j} = f(W_{K,j})$ та $F_{K,j} = f(\zeta_{K,j})$ (рис. 10.1 та 10.2) визначаються площа водної поверхні $F_{K,j}$ (млн. м²) і відмітка рівня води у лимані $\zeta_{K,j}$ (м БС) наприкінці місяця (j).

Мінералізація води в лимані наприкінці місяця (j) розраховується наступним чином

$$S_{K,j} = \frac{C_{K,j}}{W_{K,j}} \quad (10.3)$$

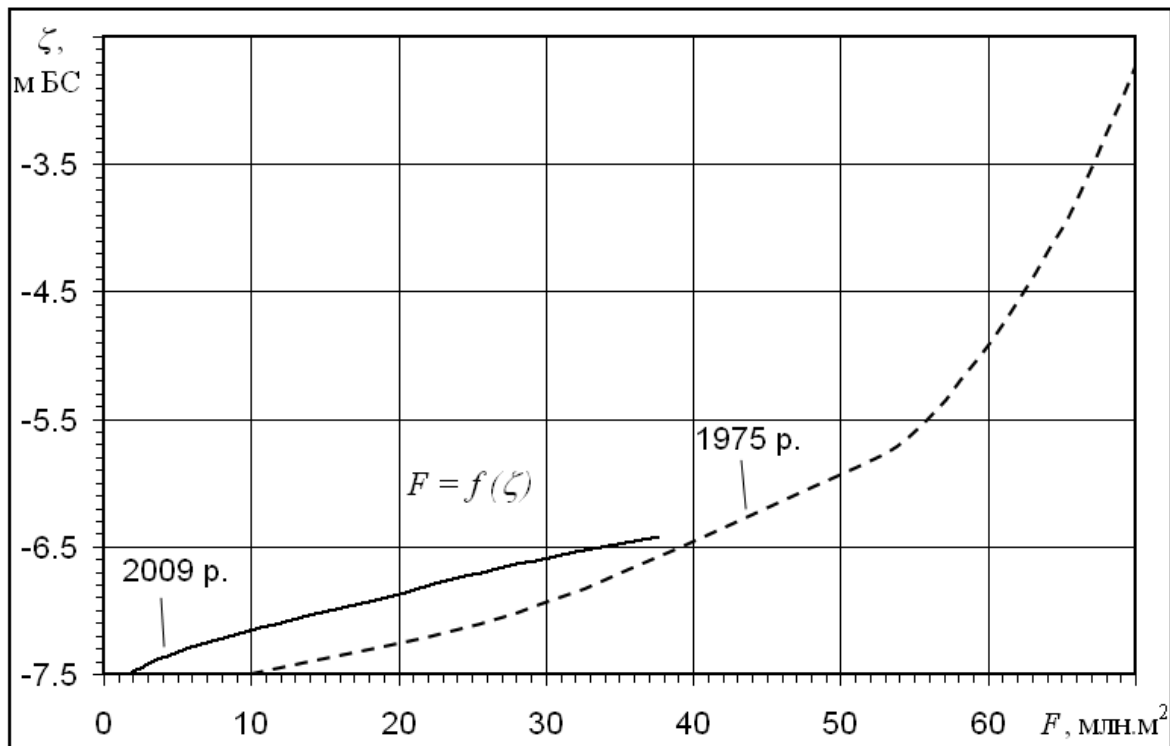


Рисунок 10.1 – Криві площ водної поверхні $F = f(\zeta)$ Куяльницького лиману

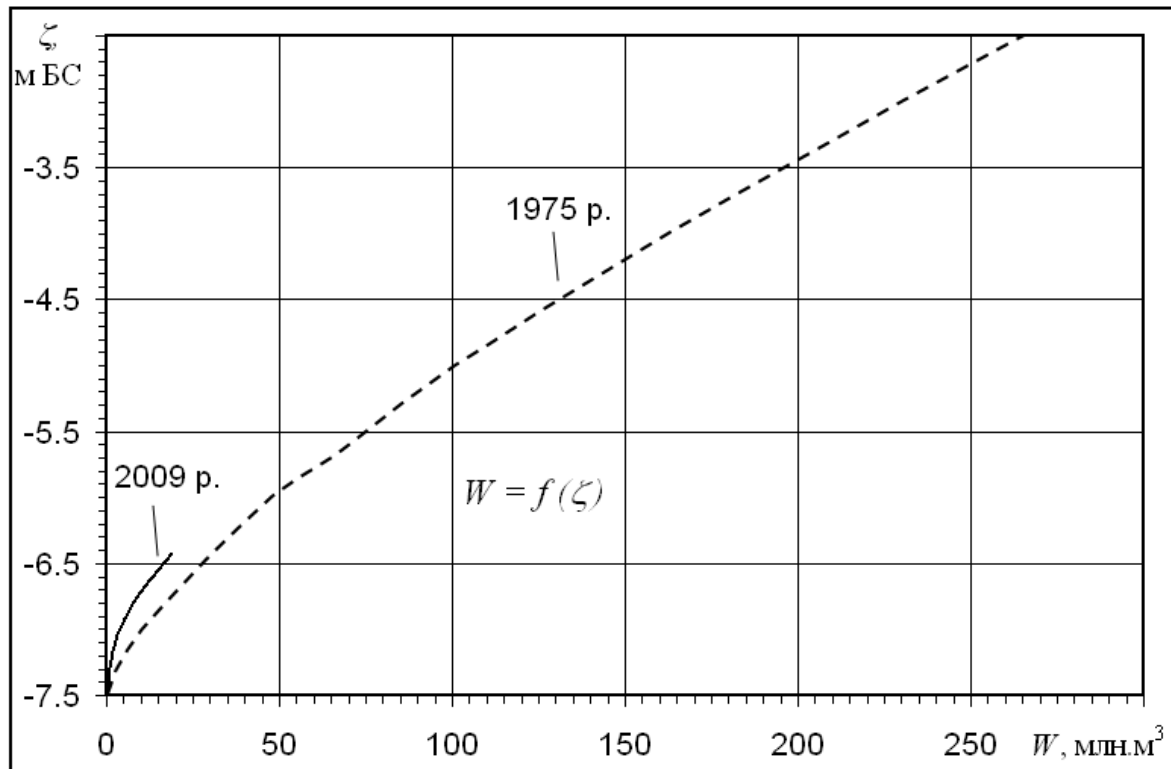


Рисунок 10.2 – Криві об’ємів води $W = f(\xi)$ Куяльницького лиману

У приходній частині рівнянь моделі водно-сольового балансу Куяльницького лиману (10.1, 10.2), прийнятих для розрахунку рівнів і мінералізації води лиману, відсутні такі складові як фільтрація морських вод через пересип між лиманом і морем та приплив підземних вод через дно чаші водойми. Це пов’язано з тим, що об’єми вказаних вод є дуже незначними по відношенню до інших складових водно-сольового балансу лиману і становлять десятки та соті відсотків або, інколи, 1-2% його приходної частини [1,38,102,104,305]. Найбільш ґрунтовні дослідження фільтрації морських вод через пересип між лиманом і морем та припливу підземних вод через дно чаші водойми виконані в 1995 р. під керівництвом проф. Г.І. Швєбса та представлені в роботі [91], де наведено узагальнення результатів всіх попередніх досліджень цих складових водного балансу лиману та зроблено наступний висновок: *«Таким образом, доля подземного водообмена лимана, скорее всего, несопоставимо мала по сравнению с его объёмом.»*

10.2 Визначення об’єму та мінералізації атмосферних опадів

Об’єм атмосферних опадів $W_{P,j}$, млн. м³, що випали на водну поверхню Куяльницького лиману за j -й місяць, визначався за формулою

$$W_{P,j} = P_j \cdot F_{j-1}, \quad (10.4)$$

де P_j – шар атмосферних опадів за розрахунковий місяць (j), м;

F_{j-1} – площа водної поверхні лиману наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця, млн. м².

Вихідними даними для обчислення $W_{P,j}$ були сумарні за місяць шари атмосферних опадів, виміряні на наступних метеорологічних станціях і постах: «Одеса-Куяльник» [18,20,21], «Одеса-Обсерваторія», «Сербка» [18,20,21,23,40].

Мінералізація атмосферних опадів, що випали на водну поверхню Куяльницького лиману $S_{P,j}$ (г/дм³), за довідниковою літературою в середньому дорівнює 0,035 г/дм³ [306]. Однак, за даними ОДЕКУ, які вимірювались за період з 2013 по 2015 рр., установлено, що мінералізація атмосферних опадів у районі Куяльницького лиману (м. Одеса) залежить від їх кількості: вона зменшується при зростанні їх щомісячних шарів (рис. 10.3 та 10.4) [307,308].

Також, виявлено, що між вмістом NaCl у воді атмосферних опадів (C_{NaCl} , мг/дм³) та їх мінералізацією (ΣI , мг/дм³) існує тісний кореляційний зв'язок, який апроксимується аналітичним рівнянням прямої ($\Sigma I = 1,63 \cdot C_{NaCl} - 15,8$) з високим значенням детермінанта (R^2) та коефіцієнта (r) кореляції ($R^2 = 0,872$; $r = 0,934$). З урахуванням даних ОДЕКУ про мінералізацію атмосферних опадів та її зв'язок з щомісячними шарами атмосферних опадів в районі м. Одеси, визначено, що в середній за водністю рік на водну поверхню Куяльницького лиману (середня площа – 56,0 млн. м²) з водами атмосферних опадів надходить приблизно 2,65 тис. тон розчинених мінеральних речовин.

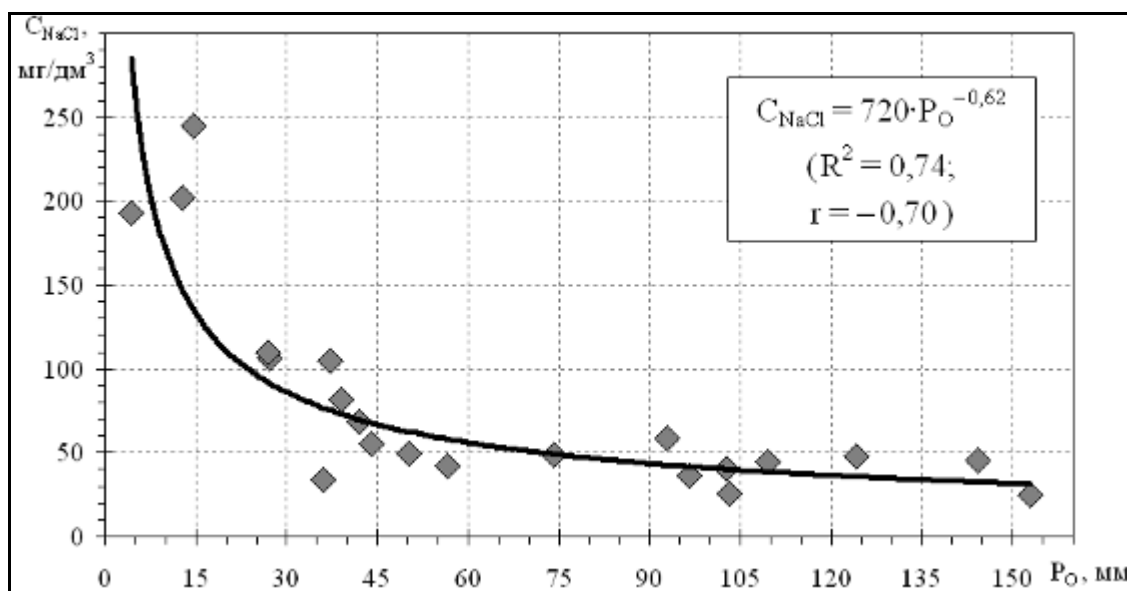


Рисунок 10.3 – Зв'язок вмісту NaCl у воді атмосферних опадів (C_{NaCl} , мг/дм³) та їх щомісячних шарів (P_O , мм) в районі м. Одеси за період з березня по липень 2013 р. та з січня 2014 р. по травень 2015 р. (P_O – за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія»; C_{NaCl} – дані ОДЕКУ) [307,308]

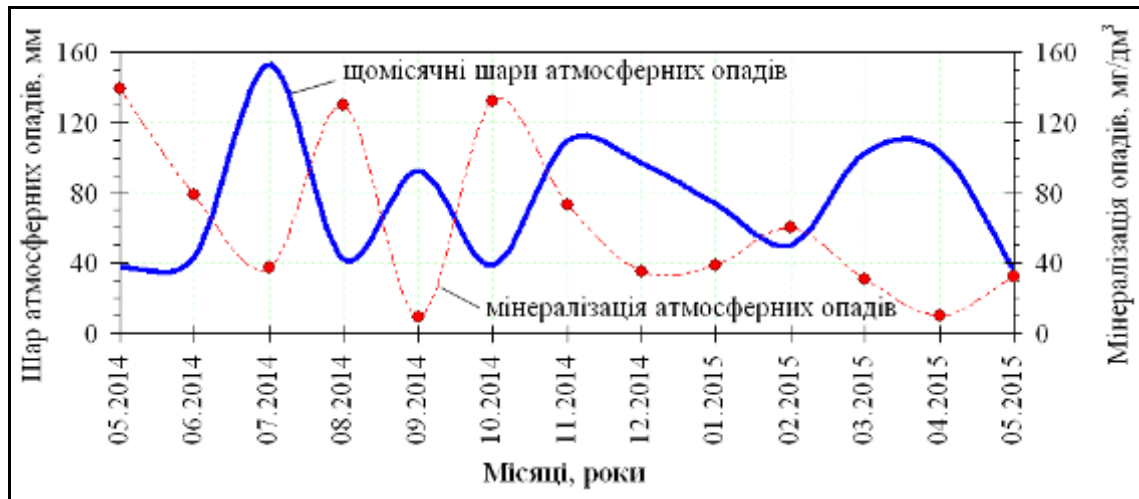


Рисунок 10.4 – Мінливість мінералізації води (ΣI , мг/дм³) та щомісячних шарів атмосферних опадів (P_0 , мм) в районі м. Одеса за період 05.2014-05.2015 рр. (P_0 – за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія»; ΣI – дані ОДЕКУ) [307,308]

10.3 Визначення об'єму та мінералізації припливних вод до лиману

Об'єм припливу вод $W_{r,j}$ (поверхневих, схилових, підземних), млн. м³, з водозбірного басейну до Куяльницького лиману за розрахунковий період визначався за формулою

$$W_{r,j} = W_{p.B.K.,j} + W_{p.D.,j} + W_{p.K.,j} + W_{б.Г.,j} + W_{б.К.,j} + W_{с.л.ВНС5,j} + W_{с.л.с.п.,j}, \quad (10.6)$$

де $W_{p.B.K.,j}$, $W_{p.D.,j}$, $W_{p.K.,j}$, $W_{б.Г.,j}$, $W_{б.К.,j}$, $W_{с.л.ВНС5,j}$, $W_{с.л.с.п.,j}$ – об'єми стоку вод до лиману за розрахунковий місяць (j), відповідно, річок Великий Куяльник, Довбока, Кубанка, балок Гільдендорфська, Корсунцівська, скидних лотків водо-насосної станції № 5 та ставків пересипу.

При наявності даних про середньомісячні витрати води водотоків, що впадають в лиман, як, наприклад, для р. В. Куяльник (рис. 5.11) [227], об'єми припливу вод, що надійшли за місяць до лиману з водозбірного басейну річки або балки, $W_{r,j,i}$, млн. м³, розраховувалися за формулою

$$W_{r,j,i} = 86400 n_j Q_{r,j,i} 10^{-6}, \quad (10.5)$$

де $Q_{r,j,i}$ – середня за j -й місяць витрата води i -го водотоку, м³/с;

n_j – кількість діб в j -ому місяці року;

86400 – кількість секунд в одній добі, с;

10^{-6} – переводний коефіцієнт з м^3 до млн. м^3 .

Об'єми стоку з інших водотоків (річок, балок і скидних лотків) приймалися за даними натурних вимірювань, наприклад, у 2015 р. (додаток А) або за розрахунковими даними, визначеними проф. Н.С. Лободою з використанням моделі «клімат-стік» [98,230].

Мінералізація води р. В. Куяльник визначалась за даними про якість поверхневих вод [25,27]. При визначенні мінералізації вод використовувалися лише ті їх значення, що були виміряні при наявності стоку води в руслі річки. За відсутності даних вимірювань, для розрахункового місяця приймалися середні багаторічні значення мінералізації води (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 – Середня багаторічна мінералізація води річки Великий Куяльник (Σ , мг/дм^3) за місяці та сезони року, за період з 1986 по 2011 рр.

Місяць	Σ , мг/дм^3	Сезон	Σ , мг/дм^3
ХІІ	1575	Зима	1858
I	2486		
II	1513		
III	1370	Весна	1602
IV	1807		
V	1630		
VI	Немає даних	Літо	1590
VII	1300		
VIII	1880		
IX	3160	Осінь	2171
X	2060		
XI	1292		

10.4 Визначення випаровування з водної поверхні лиману

Об'єми випаровування $W_{E,j,i}$ розраховувалися наступним чином:

$$W_{E,j} = E_{S,j} F_{j-1}, \quad (10.6)$$

$$E_{S,j} = k_{S,j} E_j, \quad (10.7)$$

$$k_{S,j} = 1 - 0,002 S_{j-1}, \quad (10.8)$$

де $E_{S,j}$ – шар випаровування з водної поверхні лиману за розрахунковий місяць (j), м;

E_j – розрахунковий шар води, що випарився за місяць (j) з водної поверхні прісної водойми в районі лиману, м;

$k_{S,j}$ – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив мінералізації води на зменшення випаровування з водної поверхні лиману [38,102,305,309].

У зв'язку з тим, що на Куяльницькому лимані випаровування з водної поверхні не вимірюється, шар випареної за місяць води визначався з використанням зв'язку щомісячних шарів випаровування із значеннями середньомісячної температури та відносної вологості повітря (рис. 10.5) [20]. Подібні зв'язки між випаровуванням з водної поверхні та середньомісячними значеннями температури і відносної вологості повітря встановлені ще у 1948 р. М.М. Івановим [310,311], а пізніше (в 1968 р.) О.Р. Константиновим [312]. Вони були рекомендовані для розрахунків, як найбільш зручні для практичного використання при визначенні випаровування з водної поверхні, оскільки не потребують введення додаткових поправок.

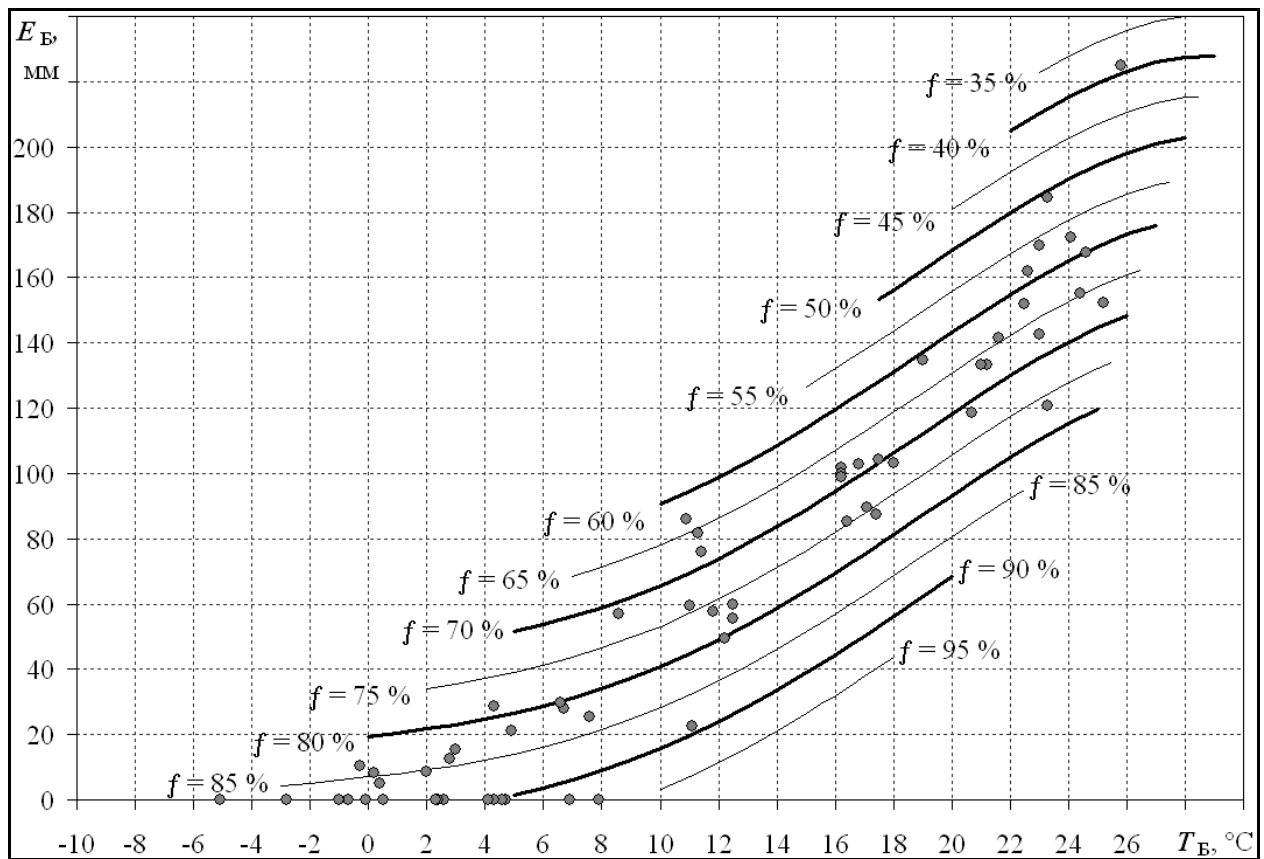


Рисунок 10.5 – Зв'язок випаровування з водної поверхні E_B , мм, з середньомісячними температурами повітря T_B , $^\circ\text{C}$, та відносною вологістю повітря f_B , % (підписи біля ліній), за даними метеостанції «Болград» [40,309]

З рис. 10.5 видно, що при збільшенні температури та зменшенні відносної вологості повітря шар випаровування збільшується, а при зменшенні температури та збільшенні відносної вологості повітря – зменшується. При $0\text{ }^\circ\text{C}$

або від'ємних температурах повітря та відносній вологості повітря більшій ніж 85-90 %, випаровування з поверхні лиману не відбувається.

Для розрахунку випаровування в районі лиману відносна вологість повітря приймалась за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія», а температура повітря визначалась з використанням зв'язків між її значеннями на метеостанціях «Одеса-Куяльник» і «Одеса-Обсерваторія», визначених для кожного місяця року (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 – Рівняння зв'язків між значеннями температур повітря ($^{\circ}\text{C}$) на метеостанціях «Одеса-Куяльник» T_K і «Одеса-Обсерваторія» T_O та коефіцієнти кореляції між ними r для окремих місяців року

Місяць	Рівняння зв'язку	r	Місяць	Рівняння зв'язку	r
I	$T_{K,I} = 1,17 \cdot T_{O,I} + 0,4$	0,995	VII	$T_{K,VII} = 1,34 \cdot T_{O,VII} - 5,7$	0,818
II	$T_{K,II} = 1,15 \cdot T_{O,II} + 0,7$	0,970	VIII	$T_{K,VIII} = 1,08 \cdot T_{O,VIII} + 0,1$	0,970
III	$T_{K,III} = 1,12 \cdot T_{O,III} + 0,9$	0,993	IX	$T_{K,IX} = 0,97 \cdot T_{O,IX} + 2,1$	0,980
IV	$T_{K,IV} = 1,10 \cdot T_{O,IV} + 0,8$	0,958	X	$T_{K,X} = 1,58 \cdot T_{O,X} - 5,6$	0,991
V	$T_{K,V} = 0,98 \cdot T_{O,V} + 2,7$	0,964	XI	$T_{K,XI} = 1,25 \cdot T_{O,XI} - 0,9$	0,982
VI	$T_{K,VI} = 1,60 \cdot T_{O,VI} - 9,8$	0,818	XII	$T_{K,XII} = 0,99 \cdot T_{O,XII} + 0,2$	0,988

10.5 Визначення об'ємів припливу морських вод через трубопровід «море-лиман» та їх мінералізації

Об'єми припливу морських вод через трубопровід «море-лиман» $W_{m,j}$, млн. м^3 , за розрахунковий місяць (j) визначались за формулою

$$W_{m,j} = 86400 N_j Q_{m,j} 10^{-6}, \quad (10.9)$$

де N_j – кількість діб, коли надходила морська вода в j -ому місяці, діб;

$Q_{m,j}$ – середні за місяць витрати води в на виході з трубопроводу, $\text{м}^3/\text{с}$;

86400 – кількість секунд в одній добі, с;

10^{-6} – коефіцієнт розмірності, який переводить дані з м^3 в млн. м^3 .

Середньомісячні витрати води в трубопроводі «море-лиман» $Q_{m,j}$ приймалися за даними вимірювань (табл. 10.3, додаток А). Середньомісячні значення мінералізації припливних морських вод, що надходили до Куяльницького лиману у період 12.2014-11.2015 рр. визначались за даними вимірювань (табл. 10.4, додаток А).

Для оцінки водно-сольового балансу лиману, в умовах поповнення водойми морськими водами з Одеської затоки, пропонується приймати, що середньомісячні значення мінералізації води $S_{m,j}$ дорівнюють солоності води, яка визначена за даними гідрологічного поста «Порт-Одеса» (рис. 10.6).

Таблиця 10.3 – Об'єми припливу морських вод до Куяльницького лиману за період 12.2014-11.2015 рр. (дані ОДЕКУ)

Строки подачі морської води до лиману			Витрата припливу морських вод, Q_m , м ³ /с	Об'єми припливу морських вод, W_m , млн. м ³		
Дати		К-ть діб		За розрахункові періоди	Місяць, рік	За місяць
Початкова	Кінцева					
22.12.2014	23.12.2014	1.5	0.60	0.078	12.2014	0.715
24.12.2014	29.12.2014	6.0	1.03	0.534		
30.12.2014	31.12.2014	2.0	0.60	0.104		
01.01.2015	26.01.2015	25.5	0.60	1.322	01.2015	1.873
26.01.2015	31.01.2015	5.5	1.16	0.551		
01.02.2015	28.02.2015	28.0	1.19	2.879	02.2015	2.879
01.03.2015	12.03.2015	11.6	1.22	1.223	03.2015	2.851
12.03.2015	16.03.2015	3.7	0.00	0.000		
16.03.2015	31.03.2015	15.7	1.20	1.628		
01.04.2015	20.04.2015	19.2	1.08	1.792	04.2015	1.792
22.12.2014	20.04.2015	115.0	1.02	10,109	12.2014-04.2015	10.109

Таблиця 10.4 – Мінералізація припливних морських вод, що надходили до Куяльницького лиману за період 12.2014-11.2015 рр. (дані ОДЕКУ)

Строки подачі морської води до лиману			Мінералізація морських вод, S_m , г/дм ³	Приплив солей з морськими водами, R_m , млн. тон		
Дати		К-ть діб		За розрахункові періоди	Місяць, рік	За місяць
Початкова	Кінцева					
22.12.2014	23.12.2014	1.5	14.38	0.001	12.2014	0.010
24.12.2014	29.12.2014	6.0	14.38	0.008		
30.12.2014	31.12.2014	2.0	14.38	0.001		
01.01.2015	26.01.2015	25.5	11.95	0.016	01.2015	0.022
26.01.2015	31.01.2015	5.5	12.11	0.007		
01.02.2015	28.02.2015	28.0	13.03	0.038	02.2015	0.038
01.03.2015	12.03.2015	11.6	12.51	0.015	03.2015	0.037
12.03.2015	16.03.2015	3.7	0.00	0.000		
16.03.2015	31.03.2015	15.7	13.24	0.022		
01.04.2015	20.04.2015	19.2	15.98	0.029	04.2015	0.029
22.12.2014	20.04.2015	115.0	13.43	0,136	12.2014-04.2015	0.136

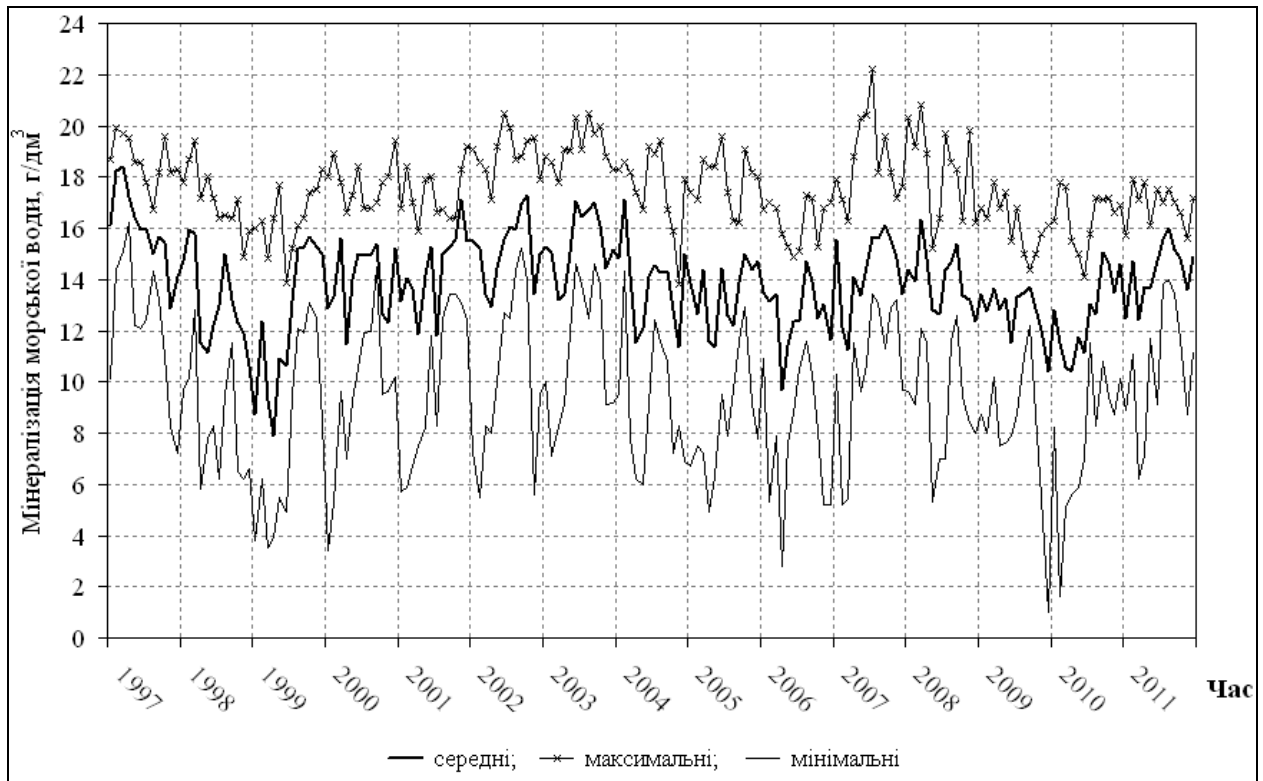


Рисунок 10.6 – Мінливість середньомісячних значень мінералізації води Одеської затоки Чорного моря, визначені за даними гідрологічного поста «Порт-Одеса», за період з січня 1997 р. по грудень 2011 р.

Крім того, при моделюванні водно-сольового балансу лиману, в умовах поповнення водойми морськими водами з Одеської затоки, необхідно враховувати, що морська вода може бути подана до Куяльницького лиману при наступних умовах:

- мінералізація води в лимані повинна бути більше 200 г/дм^3 (граничне значення мінералізації ропи $S_{гр.}$, при якому у воді лиману гинуть майже всі живі організми, а формування лікувальних грязей припиняється);
- температура морської води в Одеській затоці повинна бути $\leq 8^\circ\text{C}$ (температури при яких у морській воді ще відсутні мікроорганізми, що виділяють токсичні речовини, потрапляння яких в лиману не бажане);
- морські води подаються якщо рівень води у лимані не перевищує значення мінус 5,5 м БС (нормальний підпертий рівень).

На прикладі даних, які фактично спостерігалися на гідрологічному посту «Порт-Одеса» у 1997-2011 рр., було визначено можливі періоди подачі морських вод до лиману (табл. 10.5).

При виборі можливих дат подачі морської в лиман (табл. 10.5) було враховано, що визначення значення середньодобової температури води виконується лише на наступний день після її переходу через 8°C (1 доба), далі впродовж ще 1 доби здійснюється повідомлення органів влади для прийняття

рішення щодо початку або припинення подачі морської води, і лише в наступну добу це рішення буде виконано організацією, на балансі якої є трубопровід.

Таблиця 10.5 – Періоди з середньодобовими температурами морської води ≤ 8 °С, виміряними на гідрологічному посту «Порт-Одеса», та можливі дати подачі морської води до Куяльницького лиману за період 1997-2011 рр.

Рік	Періоди з температурами морської води ≤ 8 °С				Можливі дати подачі морської води до лиману	
	на початку року (зима-весна)		в кінці року (осінь-зима)			
	сталі	проміжні	проміжні	сталі	кінцева	початкова
1997	01.01-28.04	05.05	30.10-02.11	17.11-31.12	30.04	01.11
1998	01.01-05.04	08.04; 14.04-17.04	—	14.11-31.12	07.04	16.11
1999	01.01-04.04	07.04-08.04	12.11-13.11; 23.11-02.12	06.12-31.12	06.04	14.11
2000	01.01-01.04	08.04-13.04	—	27.11-31.12	03.04	29.11
2001	01.01-09.04	15.05-17.05	—	28.11-31.12	11.04	30.11
2002	01.01-12.04	—	—	02.12-31.12	13.04	04.12
2003	01.01-14.04	17.04-19.04; 23.04; 27.04-28.04	—	28.11-31.12	16.04	30.11
2004	01.01-09.04	—	—	16.12-31.12	11.04	18.12
2005	01.01-09.04	25.04	15.11	20.11-31.12	11.04	23.11
2006	01.01-03.04	06.04-07.04; 10.04-11.04; 15.04-18.04	29.11-01.12; 08.12-10.12	19.12-31.12	05.04	01.12
2007	01.01-01.04	04.04-05.04; 09.04-10.04	20.11-30.11	05.12-31.12	03.04	22.11
2008	01.01-07.04	—	01.12-02.12; 10.12	13.12-31.12	09.04	03.12
2009	01.01-31.03	03.04-06.04	—	09.12-31.12	02.04	11.12
2010	01.01-04.04	—	—	13.12-31.12	06.04	15.12
2011	01.01-18.04	20.04; 22.04	22.12-28.12	> 8 °С	20.04	24.12
Середні	01.01-08.04	—	—	04.12-31.12	10.04	30.11
Найперші	01.01-31.03 2009 р.	—	30.10 1997 р.	14.11-31.12 1998 р.	02.04 2009 р.	01.11 1997 р.
Найпізніші	01.01-28.04 1997 р.	05.05 1997 р.	—	> 8 °С	30.04 1997 р.	24.12 2011 р.

10.6 Результати калібрування та верифікації моделі водно-сольового балансу лиману з використанням архівних даних

Розрахунки за моделлю водно-сольового балансу Куяльницького лиману виконувалися при різних умовах функціонування водойми, які фактично спостерігалися у наступні роки:

1987 р. – середній за водністю рік, при накопичених об'ємах води у лимані близьких та дещо вищих за середнє багаторічне значення;

2003 р. – багатоводний рік, при накопичених об'ємах води у лимані як нижчих, так і вищих за середнє багаторічне значення;

2015 р. – маловодний рік, при накопичених об'ємах води у лимані нижчих за середнє багаторічне значення, в умовах надходження до лиману морських вод з Одеської затоки Чорного моря.

Моделювання дозволило виконати адаптацію та верифікацію розроблених моделей водного та сольового балансів водойми з використанням архівних даних. Результати моделювання водно-сольового балансу лиману за даними архівних спостережень показані на: рис. 10.7-10.9 – для 1987 р., рис. 10.10-10.12 – для 2003 р., рис. 10.13-10.15 – для 2015 р.

Для контролю результатів розрахунків (калібрування та верифікації) рівнів і мінералізації води за моделлю водно-сольового балансу Куяльницького лиману використовувалися дані вимірювань мінералізації ропи (одночасно в декількох точках лиману) та мінливості рівнів води на гідрологічному посту в південній частині лиману. Джерелами цих даних були «Звіти про роботу гідрогеологічної режимно-експлуатаційної станції» [28] та матеріали Державного водного кадастру [227].

З результатів розрахунків (рис. 10.7-10.15) видно, що в цілому мінливість розрахованих і виміряних значень рівнів і мінералізації води у Куяльницькому лимані співпадають.

Певні епізодичні відхилення рівнів води (головним чином на початку або у кінці місяців) можуть бути пов'язані з впливом на виміряні рівні вітрового згону та нагону води, які в моделі водного балансу не можуть бути враховані.

Крім того, незначне перевищення розрахованих рівнів води над виміряними у період з грудня 1986 р. по березень 1987 р. (рис. 10.7-10.8) пов'язано з наявністю льодоставу на лимані, що в даній версії моделі водного балансу також не може бути враховано.

Відхилення мінералізації води можуть бути пов'язані з тим, що їх виміряні значення визначались як середні по точкових вимірюваннях в акваторії лиману, а розраховані – як середньозважені значення від ділення загальної маси солей у Куяльницькому лимані на об'єм наповнення лиману. Але значення мінералізації води, визначене за даними вимірювань по всій акваторії лиману, наприклад, 31.08.1987 р., співпадає з розрахованим за моделлю водно-сольового балансу (рис. 10.9), що свідчить про достовірність розрахунків балансу солей у лимані.

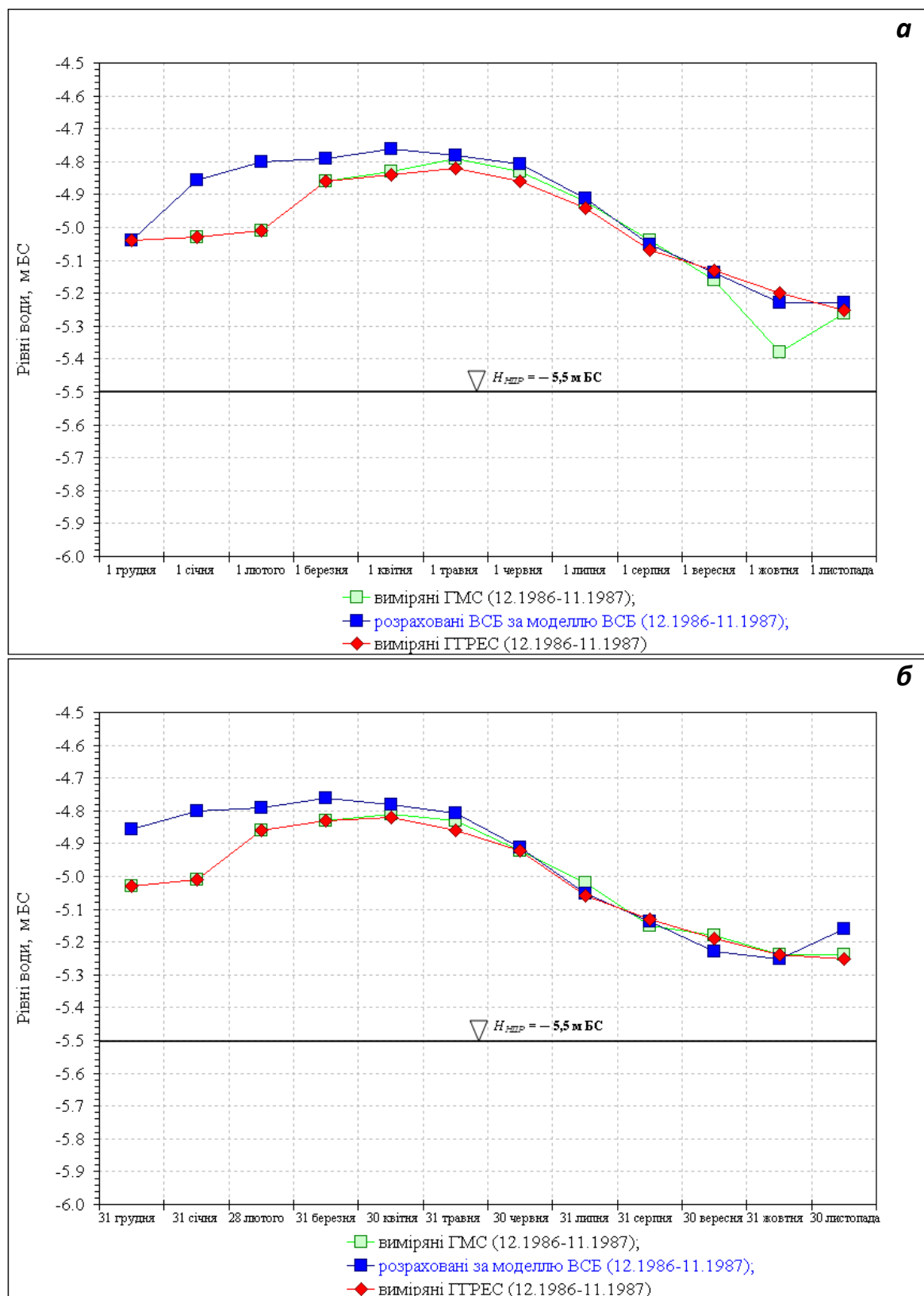


Рисунок 10.7 – Мінливість виміряних та розрахованих рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) на початку (а) та в кінці (б) місяця у період з грудня 1986 р. по листопад 1987 р.

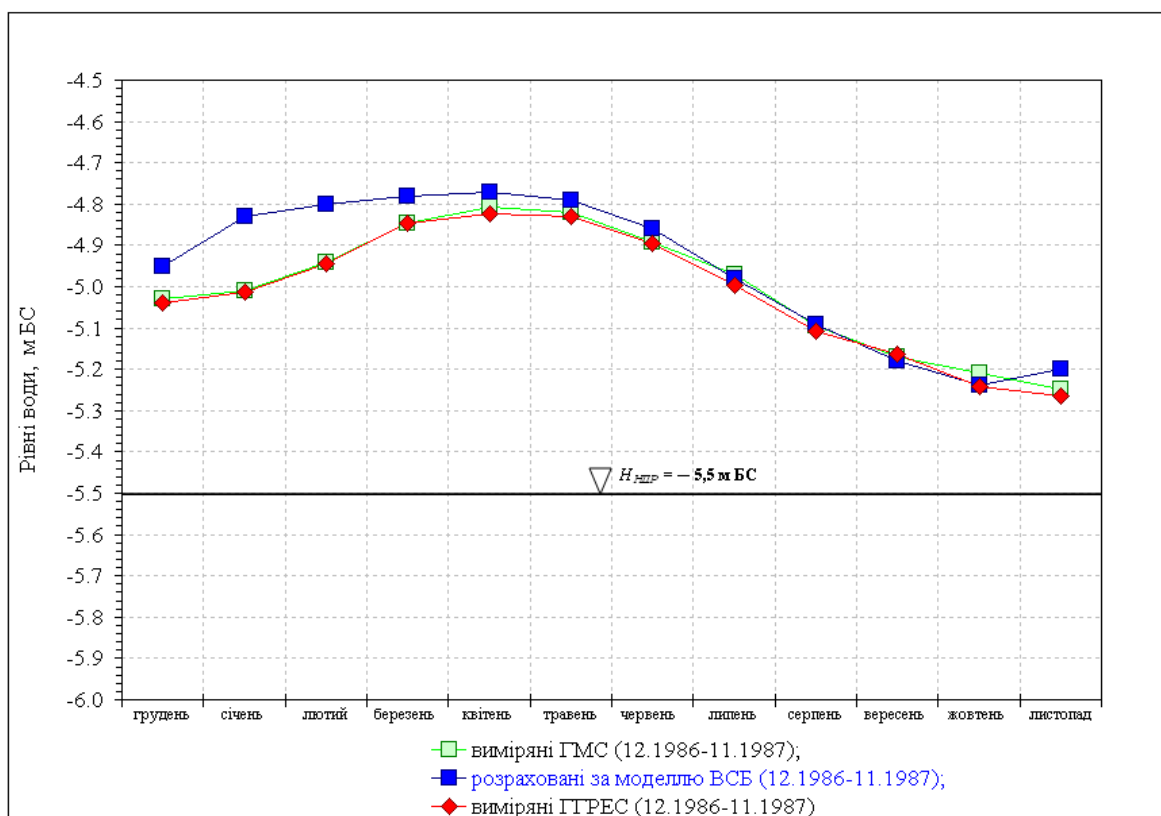


Рисунок 10.8 – Мінливість середньомісячних рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) у період з грудня 1986 р. по листопад 1987 р.

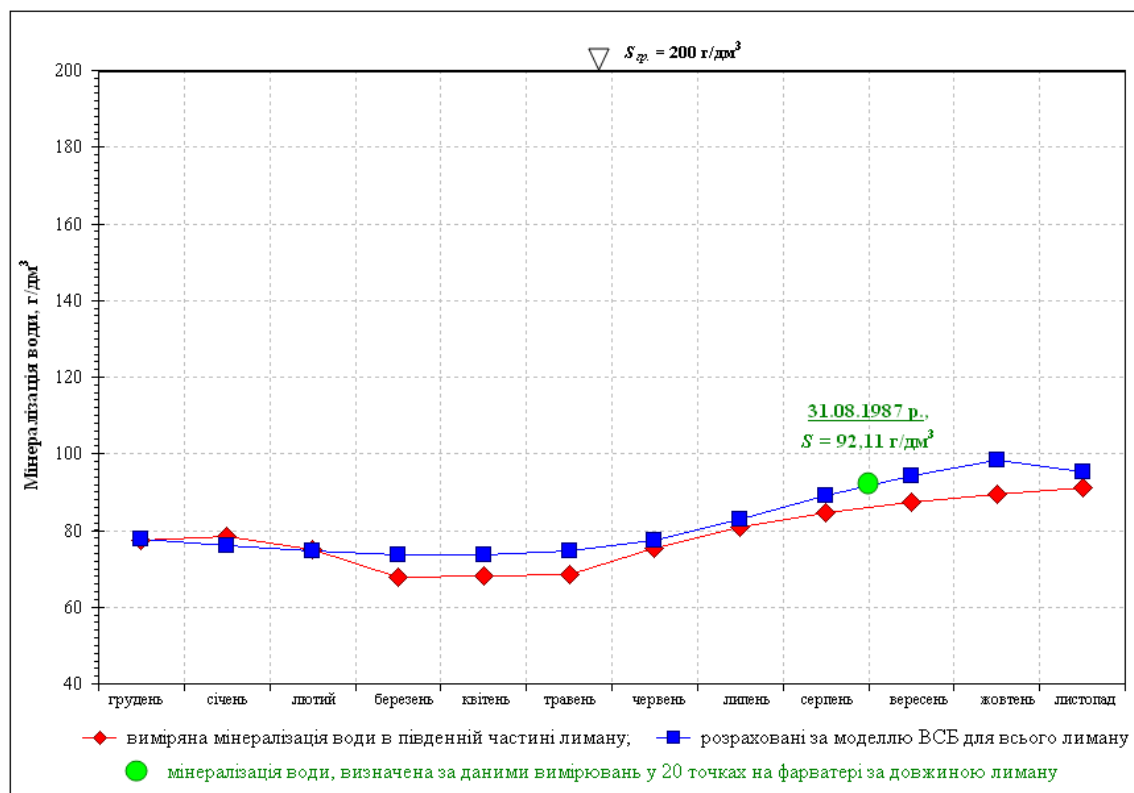


Рисунок 10.9 – Мінливість середньомісячних значень мінералізації води Куяльницького лиману S_K (г/дм³) у період з грудня 1986 р. по листопад 1987 р.

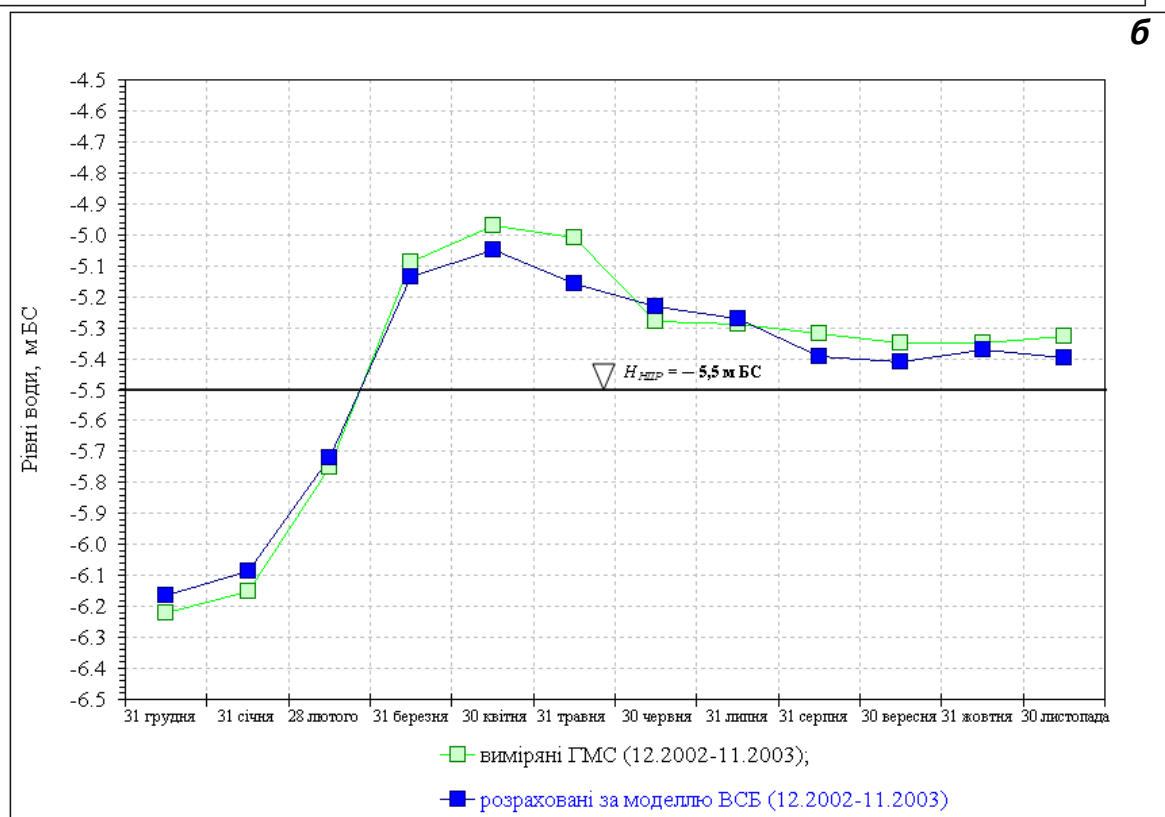
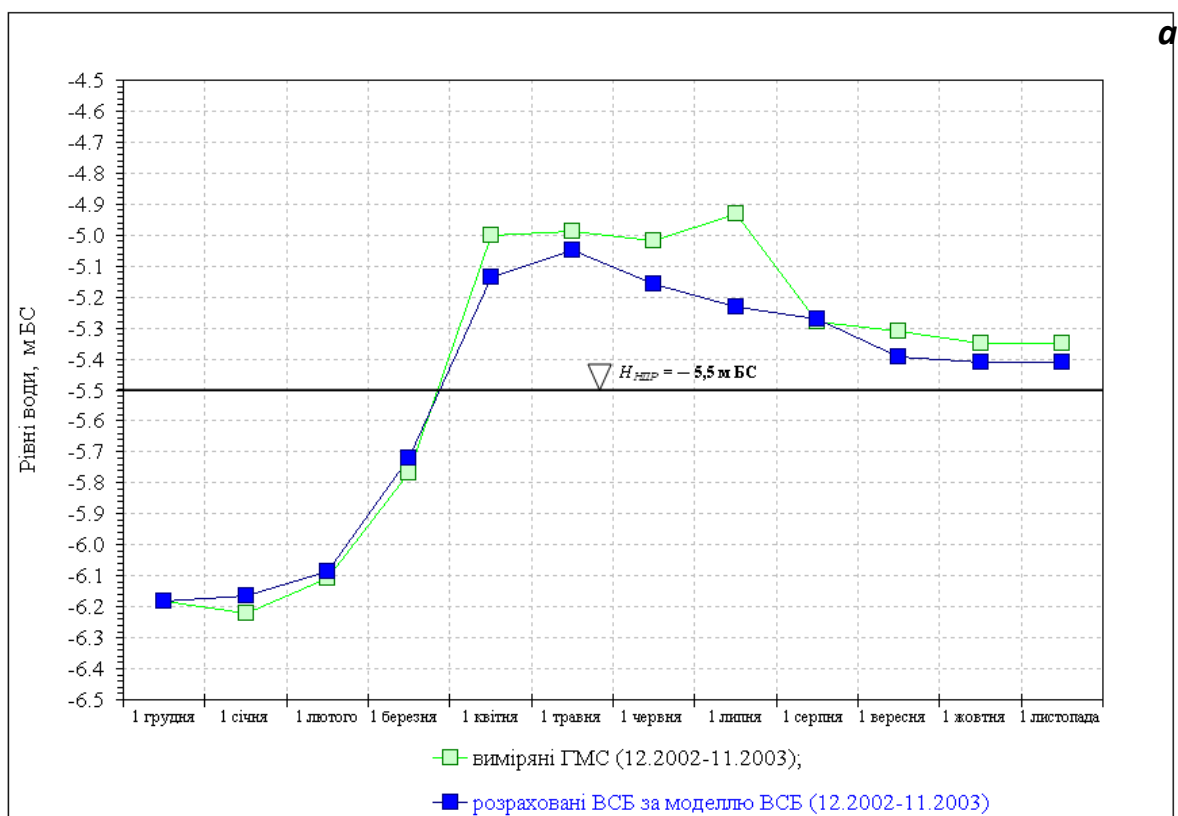


Рисунок 10.10 – Мінливість виміряних та розрахованих рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) на початку (a) та в кінці (б) місяця у період з грудня 2002 р. по листопад 2003 р.

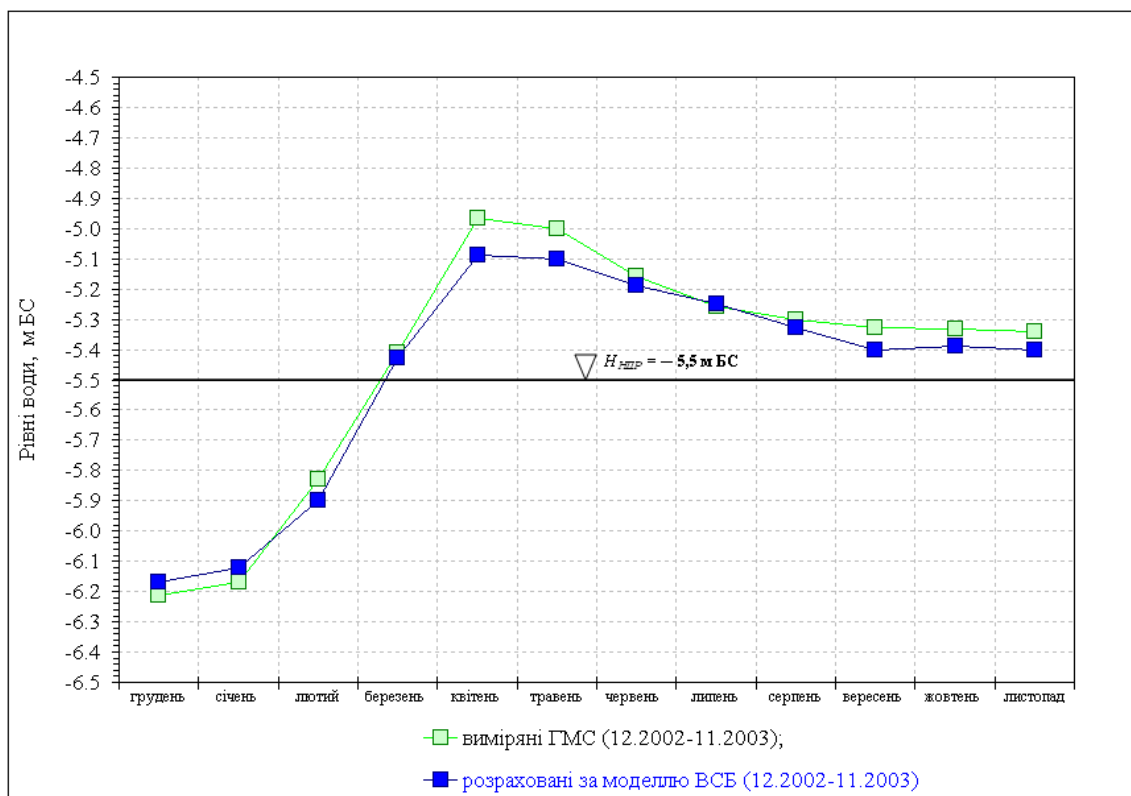


Рисунок 10.11 – Мінливість середньомісячних рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) у період з грудня 2002 р. по листопад 2003 р.

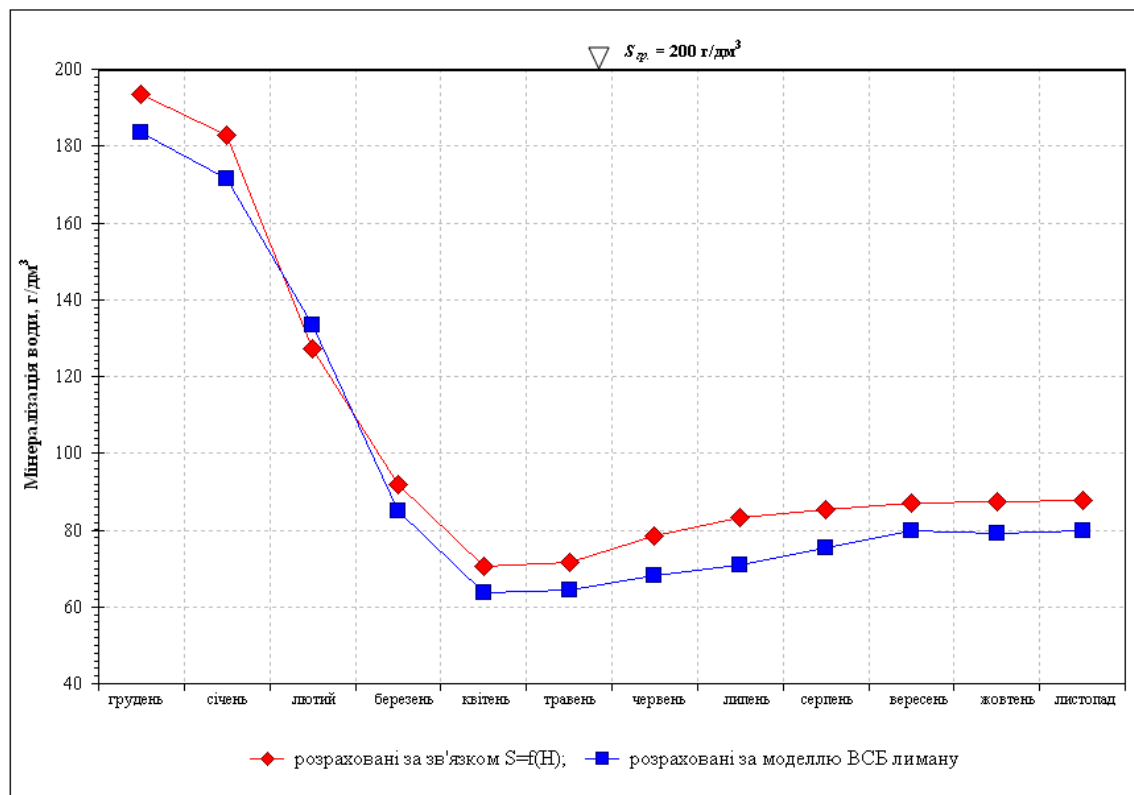


Рисунок 10.12 – Мінливість середньомісячних значень мінералізації води Куяльницького лиману S_K (г/дм³) у період з грудня 2002 р. по листопад 2003 р.

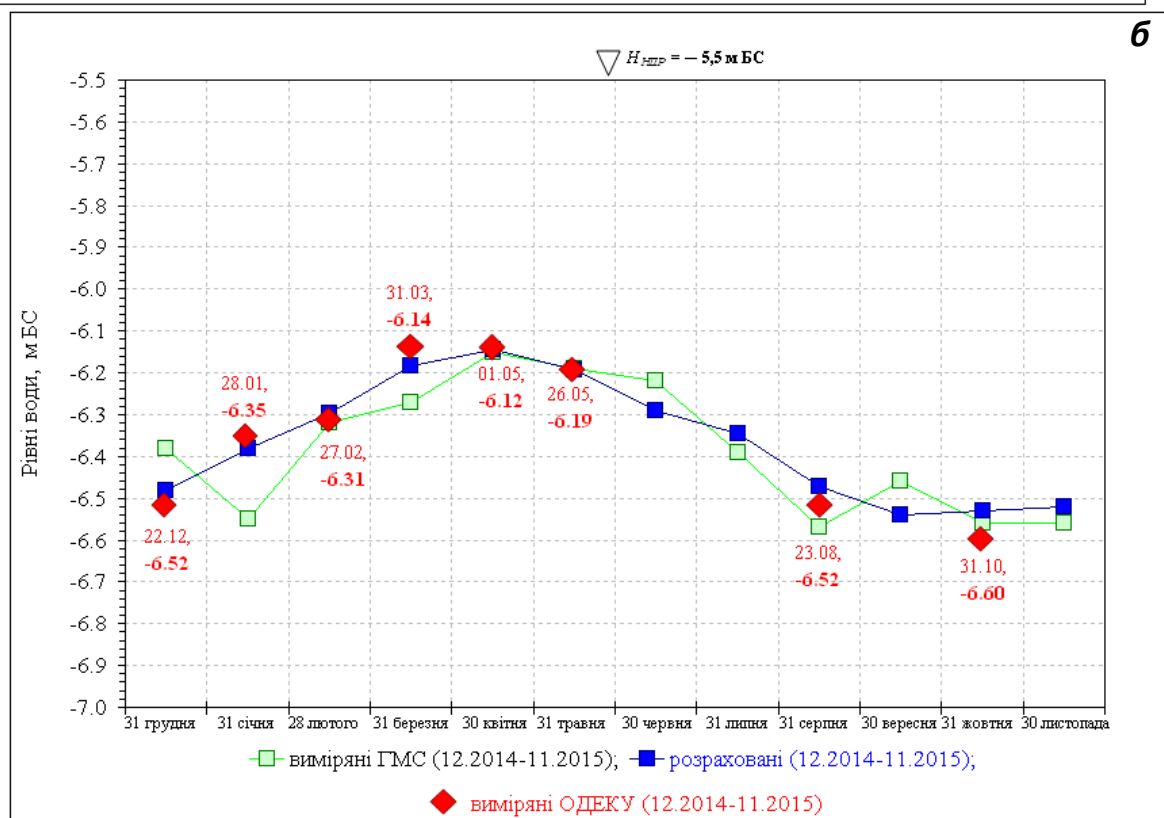
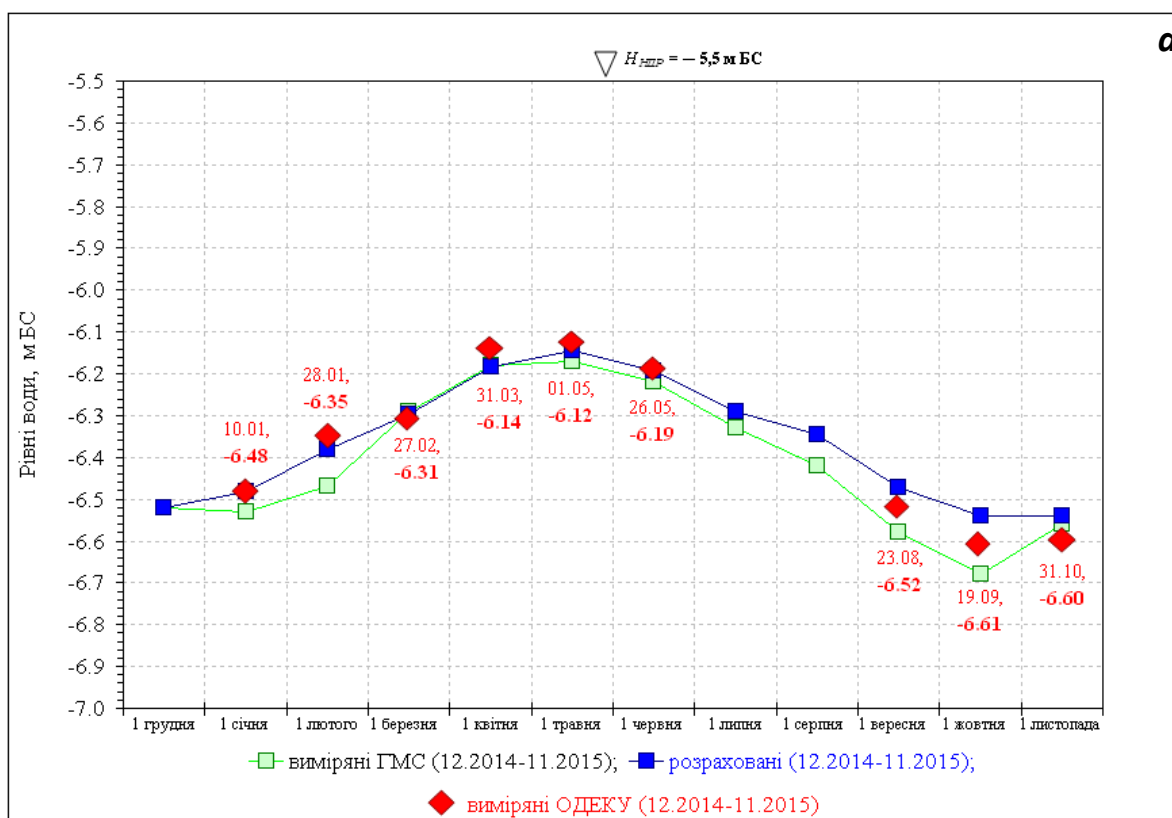


Рисунок 10.13 – Мінливість виміряних та розрахованих рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) на початку (а) та в кінці (б) місяця у період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р.

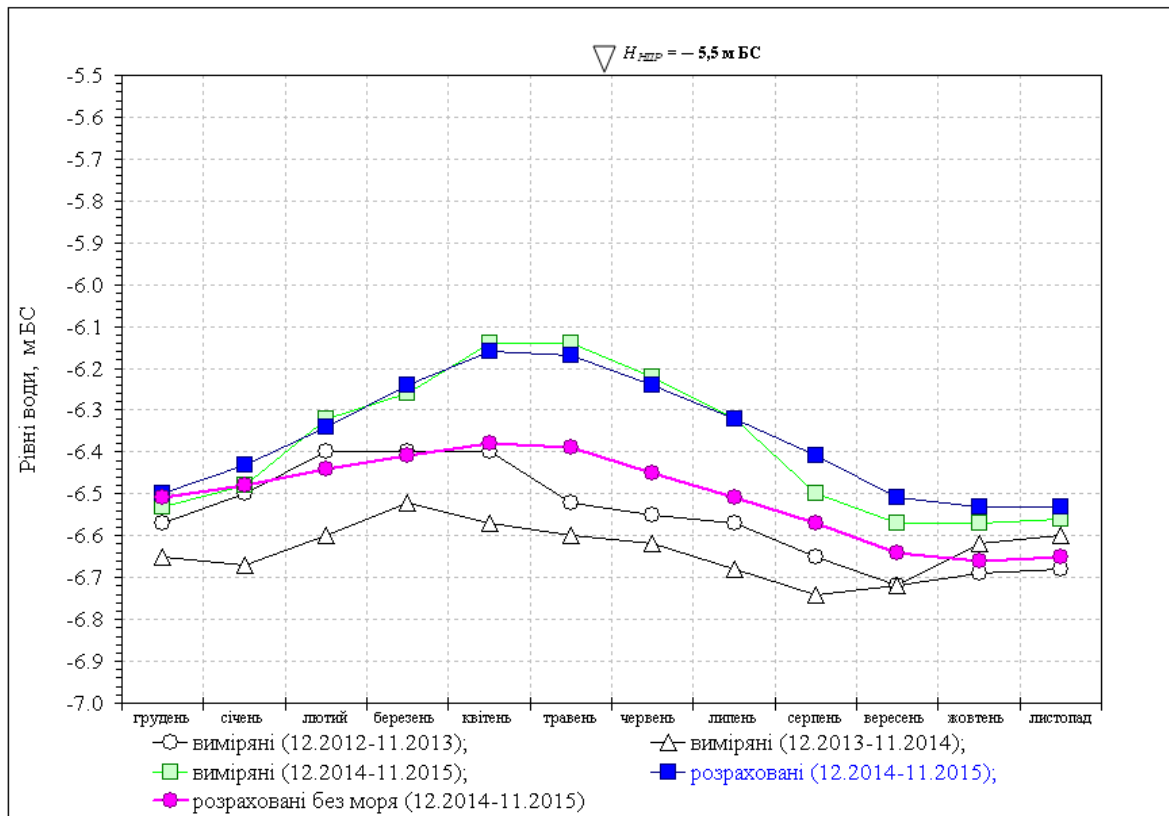


Рисунок 10.14 – Мінливість середньомісячних рівнів води Куяльницького лиману ζ_K (м БС) у період з грудня 2012 р. по листопад 2015 р.

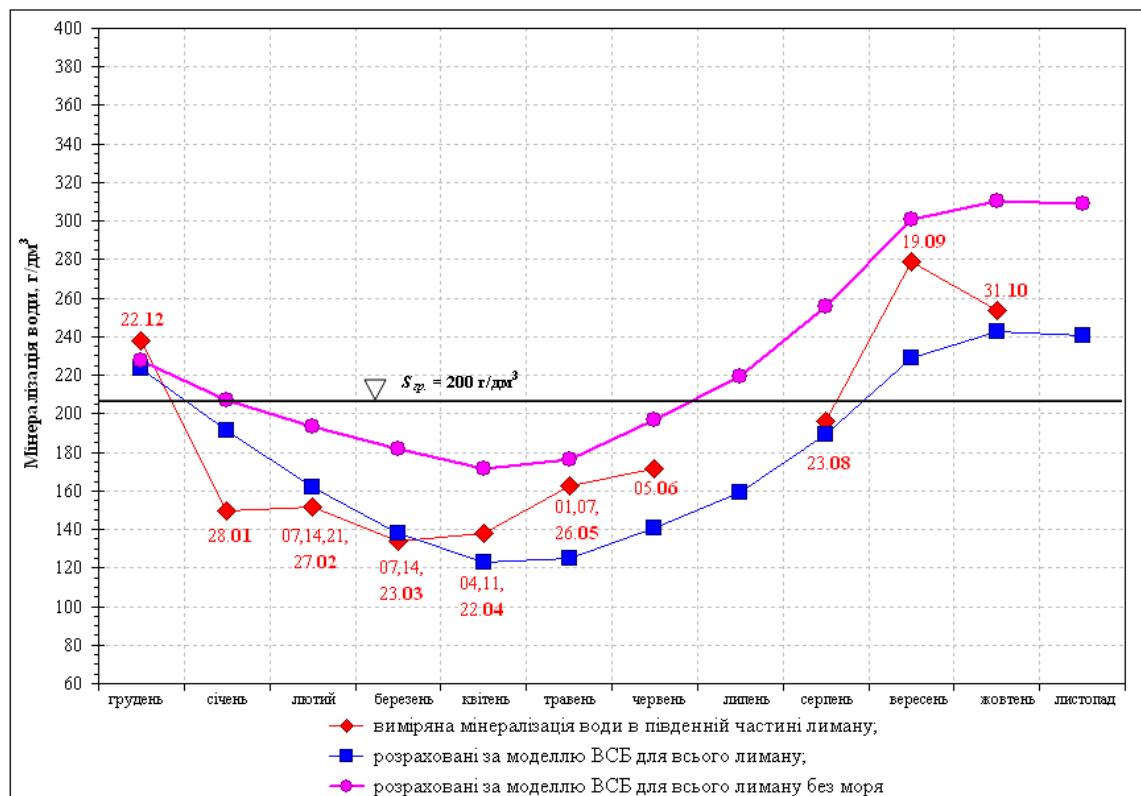


Рисунок 10.15 – Мінливість середньомісячних значень мінералізації води Куяльницького лиману S_K (г/дм³) у період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р.

При розрахунках водно-сольового балансу в умовах надходження до лиману морської води використовувалися наступні початкові значення рівня і мінералізації води: рівень води – мінус 6,52 м БС (станом на 1 грудня 2014 р.); мінералізація води – 240,0 г/дм³ (станом на листопад-грудень 2014 р.). Температура води в Одеській затоці визначалась за даними вимірювань науковців ОДЕКУ (щотижнево – в трубі, щодобово – на гідрологічному посту Морської навчально-наукової лабораторії ОДЕКУ). Витрати та мінералізації води річок Великий Куяльник, Довбока, Кубанка, балок Гільдендорфська, Корсунцівська та з скидних лотків з ставків пересипу і ВНС № 5 вимірювались 1-4 рази на місяць науковцями ОДЕКУ. Строки, об'єми подачі морських вод, їх мінералізація та кількість (маса) солей, які потрапили у лиман в 2014-2015 рр. визначались за результатами щотижневих вимірювань науковців ОДЕКУ. Загальний об'єм морської води, який надійшов до лиману з 22.12.2014 р. по 20.04.2015 р. дорівнює 10,109 млн. м³. Середня мінералізація морських води становить 13,43 г/дм³. Загальна кількість (маса) солей, які надійшли з морськими водами до лиману дорівнює 0,136 млн. тон, що по відношенню до загальної маси солей в лимані (приблизно 8,5 млн. тон) становить лише 1,6 %.

З рис. 10.13-10.15 видно, що вже в січні (після запуску труби), рівень води збільшився на 20 см, а в травні 2015 р. – на 44 см. Виміряні значення мінералізації води в лимані в середньому дорівнювали 142-176 г/дм³, але треба відзначити, що збільшення мінералізації лютому 2015 р. пов'язано з тим, що до початку припливу морських вод, частина солей в лимані була в твердому стані (в осаді), тому після надходження морської води ці солі розчинилися і мінералізація дещо зросла. Однак в березні-квітні 2015 р. мінералізація води в лимані зменшилась до 142-150 г/дм³. Відмінність між виміряними та розрахованими значеннями мінералізації води пов'язана лише з тим, що виміряні значення визначались як середні по точкових вимірюваннях в акваторії лиману, а розраховані – як середньозважені значення від ділення загальної кількості (маси) солей в лимані на об'єм наповнення лиману.

Треба відзначити, що при відсутності подачі морської води в лиман рівні води були б на 0,10-0,25 м нижчими ніж ті, що фактично спостерігалися, а мінералізація води перевищувала б фактичні значення на 70 г/дм³ та у листопаді була б вищою за 300 г/дм³.

Таким чином, результати моделювання рівнів і мінералізації води в Куяльницькому лимані можна вважати задовільними, а розроблена модель водно-сольового балансу з розрахунковим кроком один місяць може вважатися надійною для оцінки режиму рівнів і мінералізації води лиману за багаторічний період, при різних гідрометеорологічних умовах і режимах функціонування труби для поповнення лиману морською водою з Одеської затоки та кліматичних змін у майбутньому, у тому числі за даними сценарію змін «помірного» клімату A1B, реалізованого в регіональній кліматичній моделі REMO (сценарій M10) проекту ENSEMBLES.

11 ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІНЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

З огляду на заходи, які реалізовані та плануються до реалізації в межах Регіональної програми збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 рр., зокрема, розпочате у грудні 2014 р. поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки, заплановане розчищення русла р. Великий Куяльник для збільшення прісного стоку в лиман, особливої актуальності набуває задача відтворення та прогнозування просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик лиману (рівня, солоності, температури води), які обумовлюють хімічні та біологічні процеси у ньому, і таким чином, впливає на властивості рапи та лікувальних грязей.

Оскільки моніторинг проводиться епізодично, в обмеженій кількості точок на акваторії лиману, то для вирішення поставленої задачі доцільно використовувати методи чисельного математичного моделювання.

У даному розділі представлені попередні результати адаптації до умов Куяльницького лиману тривимірної гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW [313,314].

11.1 Опис гідротермодинамічної моделі

Модель Delft3D-FLOW базується на чисельному рішенні рівняння Нав'є-Стокса для нестисливої рідини на мілкій воді в наближенні Бусінеска. Система диференціальних прогностичних рівнянь моделі складається з рівнянь руху у горизонтальній площині, рівняння нерозривності, рівнянь переносу тепла та солей з двупараметричною $k-\varepsilon$ -моделлю турбулентності, що замикає ці рівняння. Вертикальні компоненти векторів швидкості течій розраховуються через рівняння нерозривності. Для рівняння швидкості вертикального руху приймається гідростатичне наближення. Рівняння стану морської води визначається формулою ЮНЕСКО [315].

Вітрова напруга тертя на верхній вільній поверхні $\vec{\tau}_s = (\tau_{sx}, \tau_{sy})$, визначається як:

$$|\vec{\tau}_s| = \rho_a c_d U_{10}^2, \quad (11.1)$$

де ρ_a – густина повітря; $U_{10} = (U_x, U_y)$ – швидкість вітру на висоті 10 м;

c_d – коефіцієнт поверхневого вітрового тертя, який задавався у відповідності з наступним співвідношенням [316]:

$$c_d(U_{10}) = \begin{cases} c_d^A, & U_{10} < U_{10}^A \\ c_d^A + \frac{c_d^B - c_d^A}{U_{10}^B - U_{10}^A} (U_{10} - U_{10}^A), & U_{10}^A \leq U_{10} \leq U_{10}^B \\ c_d^B, & U_{10} \geq U_{10}^B \end{cases}, \quad (11.2)2$$

де $c_d^A = 1,255 \times 10^{-3}$, $c_d^B = 2,425 \times 10^{-3}$ – значення коефіцієнтів вітрового тертя;
 $U_{10}^A = 7$ м/с, $U_{10}^B = 25$ м/с – швидкість вітру на висоті 10 м.

Придонна напруга тертя на дні визначається через швидкість придонної течії. Передбачається, що вектор придонної напруги тертя $\vec{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ співпадає по напрямку з вектором швидкості придонної течії $\vec{u}_b = (u_b, v_b)$, а його величина визначається квадратичним законом:

$$\vec{\tau}_b = \frac{g \rho_0 \vec{u}_b |\vec{u}_b|}{c_{3D}^2}, \quad (11.3)$$

де $g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння;

ρ_0 – початкова густина води;

c_{3D} – тривимірний коефіцієнт донного тертя Шезі, який розраховується за формулою:

$$c_{3D} = \frac{\sqrt{g}}{\kappa} \ln \left(1 + \frac{\Delta z_b}{2z_0} \right), \quad (11.4)$$

де $\kappa \approx 0,41$ – стала фон Кармана;

Δz_b – відстань від дна до точки, в якій визначається коефіцієнт;

z_0 – параметр шорсткості дна.

При виконанні модельних розрахунків параметр шорсткості дна z_0 розраховувався через двовимірний коефіцієнт донного тертя Шезі c_{2D} , відповідно до наступного відношення:

$$z_0 = \frac{H}{e^{1 + \frac{\kappa c_{2D}}{\sqrt{g}}} - e}, \quad (11.5)$$

де H – повна локальна глибина;

c_{2D} – двовимірний коефіцієнт Шезі, який визначається відповідно до рівняння Маннінга:

$$c_{2D} = \frac{\sqrt[6]{H}}{n}, \quad (11.6) \ 6$$

де n – коефіцієнт Маннінга.

Напруги Рейнольдса моделюються з використанням концепції турбулентної в'язкості. Вертикальна турбулентна в'язкість розраховується на основі k - ε моделі [317], в якій вирішується система двох нелінійних дифузійних рівнянь – для масової густини турбулентної енергії k та швидкості дисипації турбулентної енергії ε . Коефіцієнти турбулентної в'язкості в горизонтальному ν_H та вертикальному напрямках ν_V визначаються наступним чином:

$$\nu_H = \nu_{3D} + \nu_H^{back}, \quad (11.7)$$

$$\nu_V = \nu_{mol} + \max(\nu_{3D}, \nu_V^{back}), \quad (11.8)$$

де ν_{3D} – в'язкість, що розраховується в k - ε моделі;

ν_H^{back} , ν_V^{back} – порогові значення коефіцієнтів турбулентної в'язкості в горизонтальному та вертикальному напрямках, відповідно;

ν_{mol} – коефіцієнт молекулярної в'язкості.

Перенос речовин та тепла у 3-D системі координат моделюється через рівняння адвекції-дифузії, до якого включені члени джерел-стоків тепла та солей. Коефіцієнти горизонтальної та вертикальної дифузії визначаються відповідно як:

$$D_H = D_{3D} + D_H^{back}, \quad (11.9)$$

$$D_V = \frac{\nu_{mol}}{\sigma_{mol}} + \max(D_{3D}, D_V^{back}), \quad (11.10)$$

$$D_{3D} = \max\left(D_{3D}, 0,2 L_{oz}^2 \sqrt{-\frac{g}{\rho} \frac{\delta\rho}{\delta z}}\right), \quad (11.11)$$

де D_{3D} – дифузія, що розраховується в k - ε моделі;

D_H^{back} , D_V^{back} – порогові значення коефіцієнтів дифузії в горизонтальному та вертикальному напрямках, відповідно;

L_{oz} – масштаб довжини Озмідова;

σ_{mol} – число Прандтля-Шмідта для молекулярного перемішування;

z – глибина.

Порогові значення коефіцієнтів горизонтальної турбулентної в'язкості та дифузії визначались за допомогою «закону чотирьох третин», встановленого Річардсоном (1926), з урахуванням горизонтального шагу розрахункової сітки:

$$\nu_H^{back}, D_H^{back} = \gamma \Delta^{4/3}, \quad (11.12)$$

де Δ – горизонтальний шаг розрахункової сітки;

$\gamma = 0,03$ – безрозмірний емпіричний коефіцієнт [318].

Тепло- та масообмін з атмосферою розраховується в моделі з використанням напівемпіричних формул [319,320].

Випаровування з водної поверхні E розраховується в моделі як сума випаровування під дією вимушеної конвекції E_{FORCED} та випаровування при вільній конвекції E_{FREE} .

Випаровування під дією вимушеної конвекції визначається наступним чином:

$$E_{FORCED} = \rho_a f(U_{10}) \{q_s(T_s) - q_a(T_a)\}, \quad (11.13)$$

де ρ_a – густина повітря;

q_s – питома вологість насиченого водяного пару;

q_a – питома вологість повітря на висоті 10 м.

$$q_s(T_s) = \frac{0,62 e_s}{P_{atm} - 0,38 e_s}, \quad (11.14)$$

$$q_a(T_a) = \frac{0,62 e_a}{P_{atm} - 0,38 e_a}, \quad (11.15)$$

де P_{atm} – атмосферний тиск;

e_s – пружність насиченого водяного пару;

e_a – дійсна пружність пару, які розраховуються відповідно до наступних відношень:

$$e_s = 10^{\frac{0,7859 + 0,03477 T_s}{1 + 0,00412 T_s}}, \quad (11.16)$$

$$e_a = r_{hum} 10^{\frac{0,7859 + 0,03477 T_a}{1 + 0,00412 T_a}}, \quad (11.17)$$

де r_{hum} – відносна вологість повітря;

T_s – температура води у поверхневому шарі;

T_a – температура повітря.

Функція швидкості повітря на висоті 10 м $f(U_{10})$ у формулі (11.13) визначається як:

$$f(U_{10}) = c_e U_{10}, \quad (11.18)$$

де c_e – число Дальтона – калібрувальний коефіцієнт.

Випаровування при вільній конвекції розраховується наступним чином:

$$E_{FREE} = k_S \bar{\rho}_a \{q_s(T_s) - q_a(T_a)\}, \quad (11.19)$$

де $\bar{\rho}_a$ – середня густина повітря;

k_S – коефіцієнт теплопередачі, який розраховується за формулою:

$$k_S = \begin{cases} 0, & \rho_{a10} - \rho_{a0} \leq 0 \\ c_{fr.conv} \left\{ \frac{g \alpha^2}{v_{air} \bar{\rho}_a} (\rho_{a10} - \rho_{a0}) \right\}^{1/3}, & \rho_{a10} - \rho_{a0} > 0 \end{cases} \quad (11.20)$$

де $c_{fr.conv}$ – коефіцієнт вільної конвекції, який калібрується;

ρ_{a0} – густина повітря біля поверхні;

ρ_{a10} – густина повітря на висоті 10 м;

v_{air} – в'язкість повітря, яка приймається рівною константі $16,0 \times 10^{-6}$ м²/с;

α – молекулярна дифузія повітря, що визначається як:

$$\alpha = \frac{v_{air}}{\sigma}, \quad (11.21)$$

де $\sigma = 0,7$ – число Прандтля (для газів).

Густина насиченого водяного пару ρ_{a0} та густина повітря на висоті 10 м ρ_{a10} розраховуються відповідно як:

$$\rho_{a0} = \frac{\frac{100P_{atm} - 100e_s}{R_{dry}} + \frac{100e_s}{R_{vap}}}{T_s + 273,15}, \quad (11.22)$$

$$\rho_{a10} = \frac{\frac{100P_{atm} - 100e_a}{R_{dry}} + \frac{100e_a}{R_{vap}}}{T_a + 273,15}, \quad (11.23)$$

де $R_{dry} = 287,05$ Дж/(кг К) – газова стала для сухого повітря;

$R_{vap} = 461,495$ Дж/(кг К) – газова стала для пару.

Ступінь прозорості води, яка впливає на інтенсивність поглинання короткохвильової радіації у водному стовпі, задається в моделі як константа.

Кінцево-різницева апроксимація рівнянь моделі виконується на криволінійній розрахунковій сітці типу C за класифікацією Аракави: скалярні величини задаються в центрах елементарних розрахункових осередків, а нормальні компоненти швидкості – на їх відповідних гранях. Часовий шаг рішення рівнянь обмежується умовою стабільності Куранта-Фрідрікса-Леві.

11.2 Адаптація гідротермодинамічної моделі до умов Куяльницького лиману

Для дискретизації гідродинамічних рівнянь в 3-D просторі використовувалась структурована ортогональна криволінійна система координат в горизонтальній площині та криволінійна σ -система координат – по вертикалі. Криволінійна розрахункова сітка, яка була згенерована та підігнана до границь акваторії лиману, складалась з 39×270 розрахункових осередків у горизонтальній площині (рис. 11.1б). Осередки сітки мають перемінні розміри по горизонталі, які плавно змінюються у межах 40-210 м – в m -напрямку (ось X криволінійної системи координат) та 60-280 м – в n -напрямку (ось Y криволінійної системи координат). По вертикалі задавались 3 розрахункових рівня рівної товщини, реалізовані у криволінійній σ -системі координат. Глибини в лимані, приведені до позначки рівня води мінус 4,8 м БС (рис. 11.1а), задавались на підставі векторизованих карт Одеської області масштабів 1:25000 та 1:100000 (рис. 11.2) та плану Куяльницького лиману в ізобатах, побудованого за результатами батиметричної зйомки 2009 р.

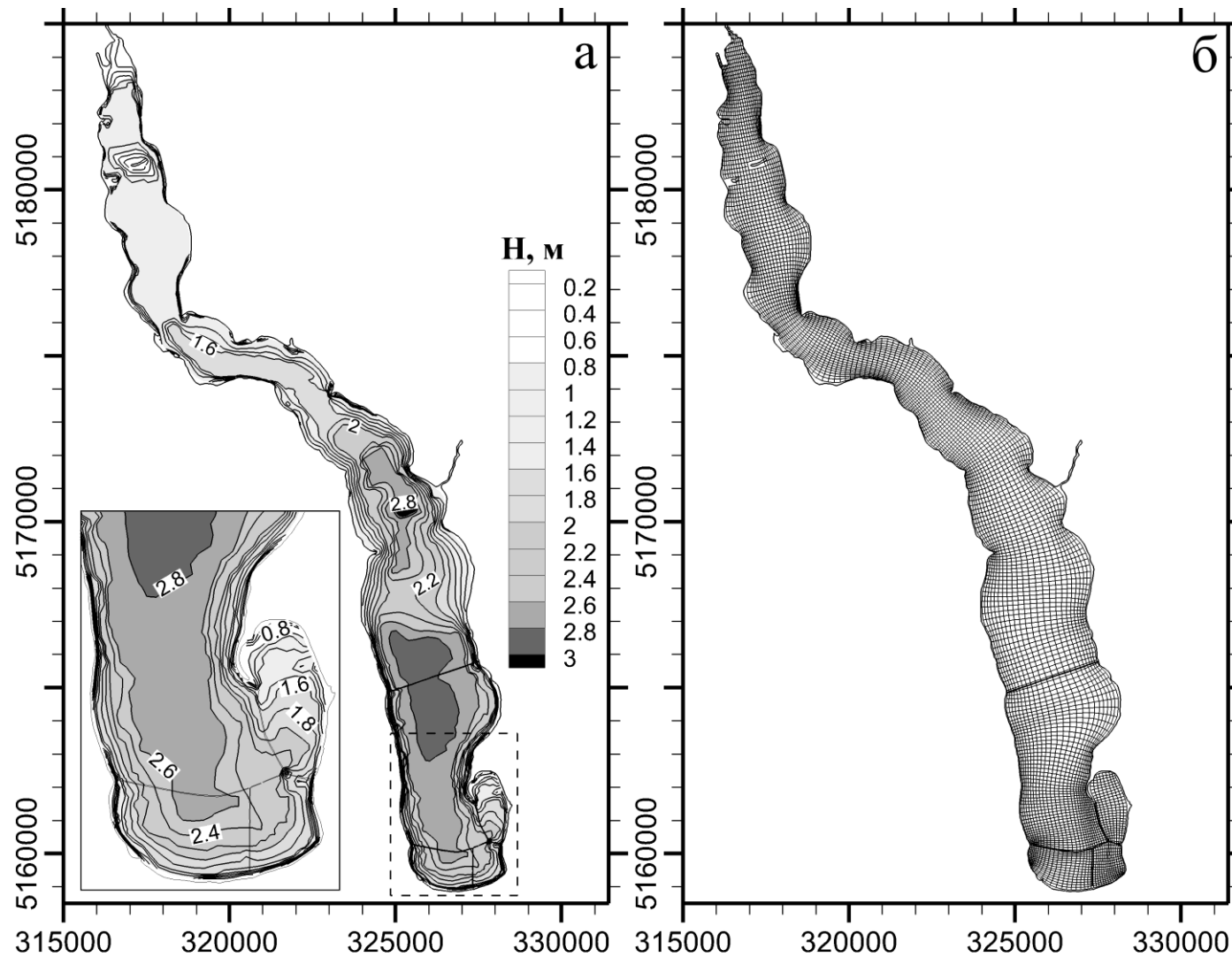


Рисунок 11.1 – Батиметрична карта акваторії Куяльницького лиману (а)*. Криволінійна розрахункова сітка (б)**

* Глибини на карті відповідають відмітці рівня моря мінус 4,8 м БС

** На осях координат – відмітки сітки Універсальної поперечної проекції Меркатора (UTM) з шагом 1000 м, зона 36N



Рисунок 11.2 – Фрагменти топографічних карт Одеської області масштабів 1:25000 та 1:100000, що використовувались для побудови карти глибин Куяльницького лиману. Система координат СК-42

Програмна реалізація чисельних рівнянь моделі дозволила враховувати під час проведення модельних розрахунків осушення-затоплення окремих мілководних ділянок ложа лиману при змінах рівня води у ньому.

Адаптація моделі для умов Куяльницького лиману була виконана на підставі архівних гідрометеорологічних даних двох екстремальних років: 1987 р. та 2003 р. У 1987 р. стік р. Великий Куяльник в лиман був майже відсутній; невеликий приток (до $1,54 \text{ м}^3/\text{с}$) спостерігався лише в кінці березня – на початку квітня. У 2003 р., навпаки, спостерігалась найбільша за останні десятиріччя повінь; витрати річки В. Куяльник досягали $34,5 \text{ м}^3/\text{с}$ наприкінці березня (рис. 11.3а, б).

При розрахунках на верхній відкритій границі (з атмосферою) моделі задавались: часова мінливість вологості, температури повітря, балу хмарності, напряму та швидкості вітру, кількості атмосферних опадів з дискретністю 3-години за даними спостережень на ГМС «ГМО Одеса» (рис. 11.3.в-л). Випаровування з водної поверхні розраховувалось в самій моделі. Витрати р. В. Куяльник задавались за даними щодобових спостережень на водомірному посту «Северинівка».

Значення коефіцієнтів рівнянь моделі, які використовувались при розрахунках, були визначені під час калібрування (табл. 11.1).

Часовий крок рішення рівнянь моделі приймався рівним 30 с. Початкові умови для модельних розрахунків (відмітка рівня води у лимані, температура, солоність води) задавались на підставі даних спостережень та приймалися однорідними у горизонтальній площині.

Для верифікації моделі використовувались дані спостережень за рівнем, температурою (тільки у 1987 р.) та солоністю води в Куяльницькому лимані, виконані Одеською гідрогеологічною режимно-експлуатаційною станцією (ГГРЕС) Одеського відділення АТ «Укрпрофздравниця» в ці роки.

11.3 Обговорення результатів адаптації моделі

Для умов 1987 р. (рис. 11.4) модель відтворила з достатньою точністю мінливість гідрологічних характеристик у лимані лише з початку травня. При умовах відсутності стоку р. В. Куяльник, врахування атмосферних опадів як єдиної прибуткової складової водного балансу лиману, не дозволило забезпечити підвищення рівня води, що спостерігалось в період з 08.02.1987 р. по 26.02.1987 р. Отримані результати, з одного боку, свідчать про коректність розрахунку випаровування з поверхні лиману, в результаті якого знижувався рівень води в літньо-осінній період, а, з іншого боку, про існування інших (крім стоку р. В. Куяльник та атмосферних опадів) прибуткових складових водного балансу лиману в період його весняного наповнення.

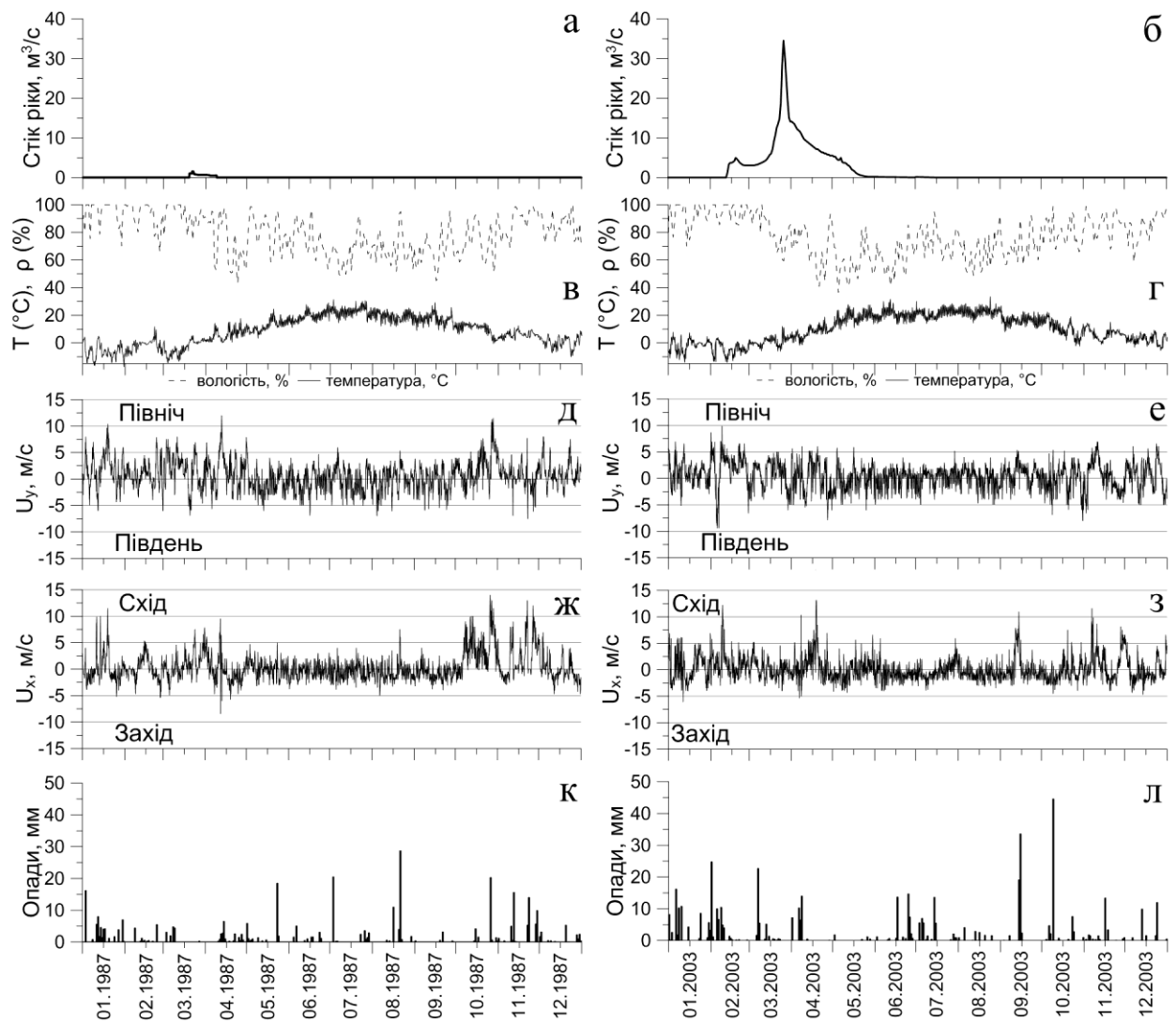


Рисунок. 11.3 – Вхідні дані, що використовувались під час адаптації моделі: часова мінливість витрат р. В. Куяльник, м³/с (а, б); температури, °С, вологості повітря, % (в, г); компоненти вектору швидкості вітру, м/с, у напрямках «північ-південь» (д, е) та «схід-захід» (ж, з); добовий шар атмосферних опадів, мм (к, л)

Таблиця 11.1 – Значення основних коефіцієнтів моделі, визначені під час її калібрування

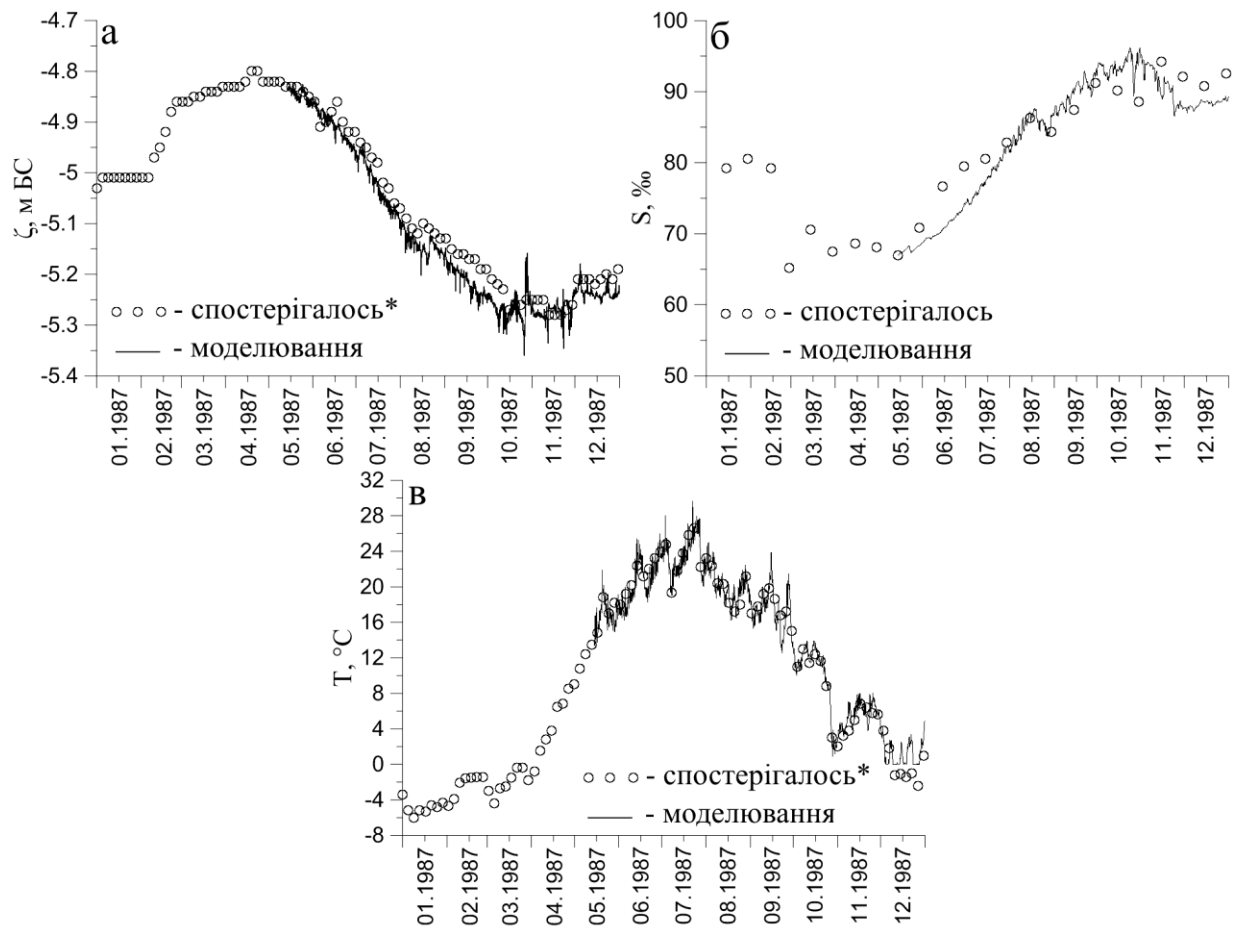
№ з/п	Назва параметру	Значення, що використовувалось	Джерело
1	2	3	4
1.	Глибина Секкі, м	0,1	[322]
2.	Коефіцієнт поверхневого вітрового тертя, c_d	Лінійна функція зі значеннями $1,255 \times 10^{-3}$ та $2,425 \times 10^{-3}$ при швидкостях вітру 7 та 25 м/с відповідно	[316]

Продовження таблиці 11.1

1	2	3	4
3.	Коефіцієнт Маннінга n , $\text{м}^{-1/3}\text{с}$	$1,8 \times 10^{-2}$	[323]
2.	Пороговий коефіцієнт горизонтальної турбулентної в'язкості, ν_H^{back} , $\text{м}^2/\text{с}$	1,0	[314,318]
3.	Пороговий коефіцієнт горизонтальної турбулентної дифузії, D_H^{back} , $\text{м}^2/\text{с}$	1,0	[314,318]
4.	Пороговий коефіцієнт вертикальної турбулентної в'язкості, ν_V^{back} , $\text{м}^2/\text{с}$	1×10^{-6}	[314]
5.	Пороговий коефіцієнт вертикальної турбулентної дифузії, D_V^{back} , $\text{м}^2/\text{с}$	1,0	[314]
6.	Масштаб довжини Озмідова, L_{oz} , м	1,0	[314,324]
7.	Число Дальтона, c_e	$1,6 \times 10^{-3}$	[325]
8.	Число Стентона, c_h	$2,0 \times 10^{-2}$	[325]
9.	Коефіцієнт вільної конвекції, $c_{fr.conv}$	0,4	[325]

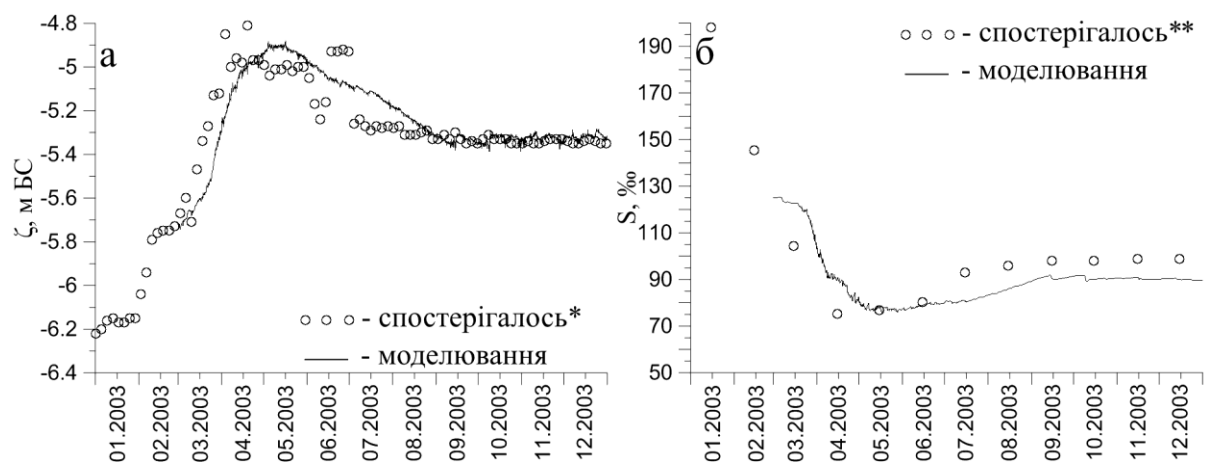
Для умов 2003 р. (рис. 11.5) модель задовільно відтворила фазу наповнення лиману у березні-квітні та, пов'язане з нею, зменшення солоності, однак у вхідній інформації для моделювання не враховані фактори, мінливість яких призвела до різкого падіння рівня (на 0,25 м) у кінці травня, а потім до його росту (на 0,3 м) наприкінці червня. Слід відмітити, що модель правильно відтворила проінтегровану за цей період тенденцію зміни рівня води в лимані та к початку вересня вийшла на значення, що спостерігались.

Приведені результати розрахунків свідчать, що у вхідній інформації для моделювання враховуються не всі прибуткові складові водного балансу лиману, які визначають мінливість рівня води у ньому. Це, в свою чергу, призводить до виникнення похибок у розрахунках мінливості солоності води. До числа неврахованих складових водного балансу лиману можливо віднести надходження зливових та стічних вод зі ставків пересипу через водостік під Окружною дорогою [321], стік зі схилів, а також стік по тимчасовим водотокам ярово-балочної системи лиману [322].



*- для зручності читання дані проріджені через кожні 4 значення

Рисунок 11.4 – Часова мінливість рівня води, м БС (а), солоності, ‰ (б), температури води, °C, (в) в Куяльницькому лимані в 1987 р.: за даними натурних спостережень (точки) та отримана в результаті моделювання (криві).



* для зручності читання дані проріджені через кожні 4 значення;

** середньомісячні значення солоності води.

Рисунок 11.5 – Часова мінливість рівня, м БС (а) та солоності води, ‰ (б), в Куяльницькому лимані у 2003 р. за даними натурних спостережень та отримана в результаті моделювання

11.4 Валідація моделі

Валідація моделі проводилась для умов кінця 2014-2015 рр. Моделювалася мінливість гідрологічних характеристик в лимані на відрізок часу з 22.12.2014 р. по 01.11.2015 р. Початок періоду моделювання відповідав моменту відкриття водопропускної гідротехнічної системи, що дозволяє поповнювати Куяльницький лиман морською водою з Одеської затоки. При моделюванні враховувались: наповнення лиману морською водою через гідротехнічну споруду (водопровід), добові суми опадів на акваторію лиману, вимірний стік річок В. Куяльник, Довбока, Кубанка, стік з балок Корсунцівська та Гільдендорфська; стік через лоток зі ставків пересипу (рис. 11.6). Часова мінливість напрямку та швидкості вітру, температури та вологості повітря, балу хмарності задавались з дискретністю 3-години за даними спостережень на ГМС «ГМО-Одеса» у період моделювання (рис. 11.7).

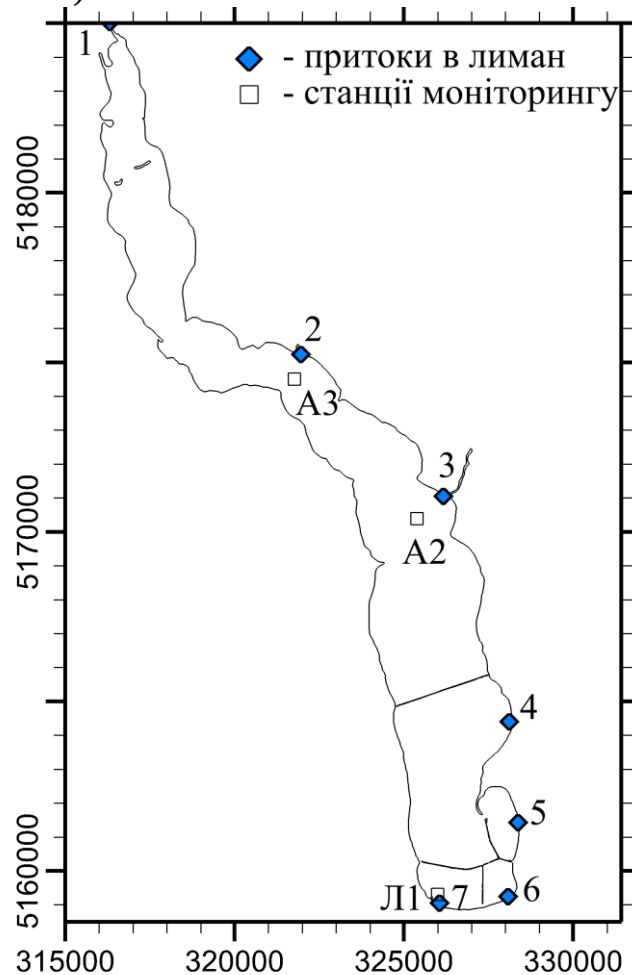


Рисунок 11.6 – Місце розташування приток в Куяльницький лиман у 2015 р. (а): 1 – р. В. Куяльник; 2 – р. Довбока; 3 – р. Кубанка; 4 – б. Гільдендорфська; 5 – б. Корсунцівська; 6 – водопропуск «лиман-море»; 7 – стік через лоток зі ставків пересипу. Розташування станцій моніторингу ОДЕКУ на акваторії лиману у 2015 р. (позначені Л1, А2, А3) (б)

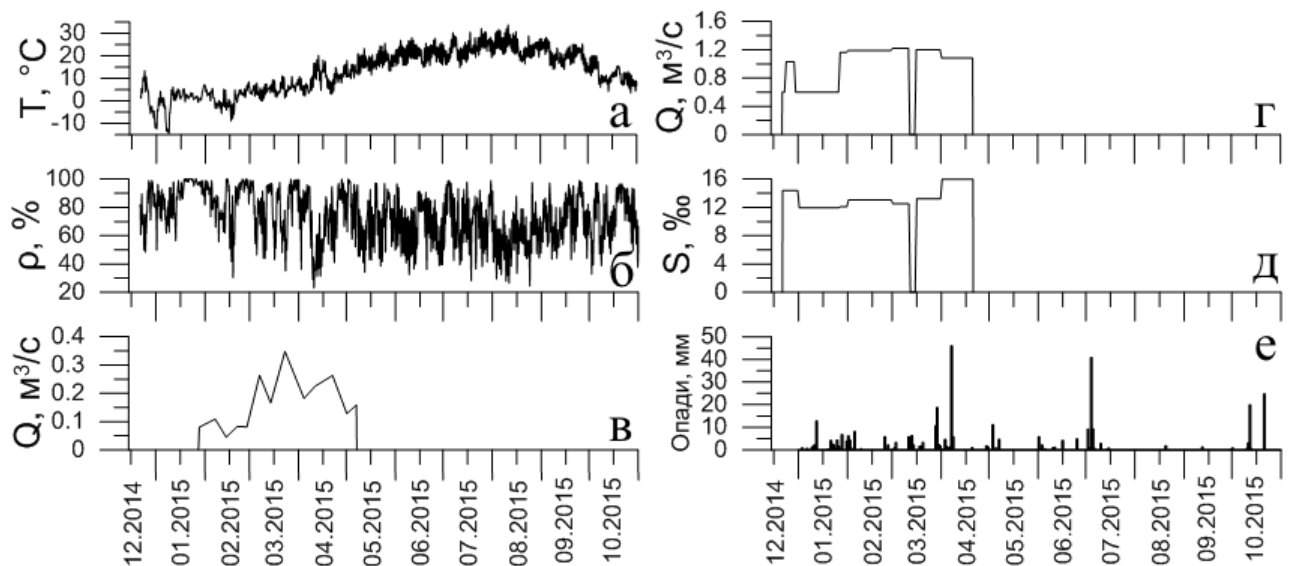


Рисунок 11.7 – Вхідні дані, що використовувались під час валідації моделі за гідрометеорологічних умов 2015 р.: часова мінливість температури, °C (а), вологості повітря, % (б); сумарні витрати річок, балок та лотка з пересипу у лиман, м³/с (в); витрати, м³/с, та солоність, ‰, морської води у водопропуску «лиман-море» (г, д); мінливість добових сум атмосферних опадів, мм (е)

Витрати річок, балок та через лоток зі ставків пересипу лиману задавались в моделі на підставі даних вимірювань, виконаних спеціалістами ОДЕКУ у січні-травні 2015 р. (враховувались тільки для вказаного періоду часу). Витрати та солоність морської води, що надходила до Куяльницького лиману через водопропуск в період з 22.12.2014 р. по 17.04.2015 р., задавались за результатами щотижневих вимірювань науковців ОДЕКУ (рис. 11.7г, д).

Для верифікації результатів модельних розрахунків використовувались дані систематичних безперервних спостережень за мінливістю рівня води в лимані на водпосту «Усатове», в також епізодичних спостережень за рівнем та солоністю води в лимані, виконані фахівцями ОДЕКУ в ході моніторингу 2015 р.

Окремо слід зупинитися на використанні при моделюванні даних спостережень щодо мінливості кількості атмосферних опадів, які випадають на поверхню лиману. Спочатку були використані наявні дані спостережень на ГМС «ГМО-Одеса». Однак результати числових експериментів з моделлю, а також порівняльний аналіз даних спостережень за атмосферними опадами на інших довколишніх до Куяльницького лиману ГМС «Одеса» та «Любашівка», показали, для правильного відтворення при моделюванні річного ходу рівня води в лимані принципово важливим є точне завдання інтенсивності злив, які випадають на поверхню лиману. Однак інтенсивність злив, як видно з рис. 11.8. характеризується значною просторовою мінливістю. Використання при моделюванні даних щодо атмосферних опадів виміряних на ГМС «ГМО-Одеса» та «Одеса-порт» призводило до

стрибкоподібного підвищення рівня води після злив наприкінці березня – на початку квітня 2015 р. та на початку липня 2015 р. (рис. 11.9), який не узгоджувався з даними спостережень за рівнем. У подальшому ці похибки, як систематичні, зберігалися протягом всього періоду моделювання. Лише при коригуванні інтенсивності злив з використанням даних спостережень на ГМС «Любашівка» вдалося отримати задовільне узгодження внутрішньорічної мінливості спостережених і розрахованих значень рівня води в лимані (рис. 10а).

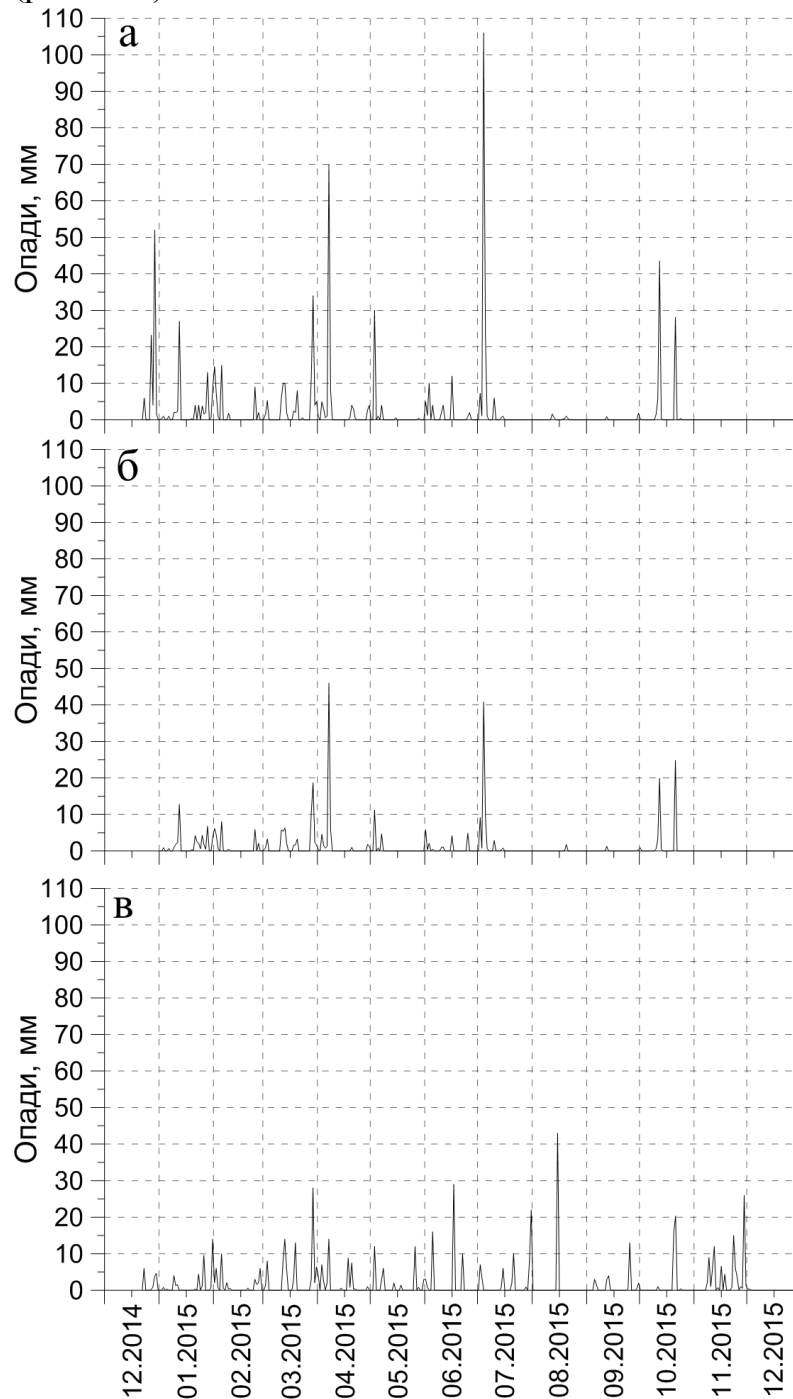
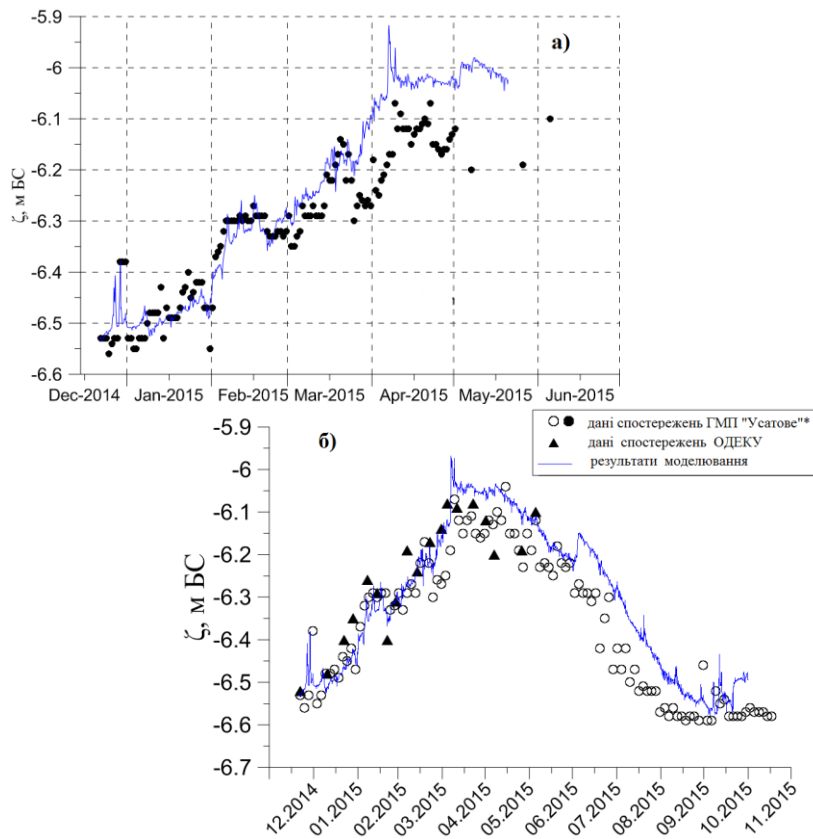


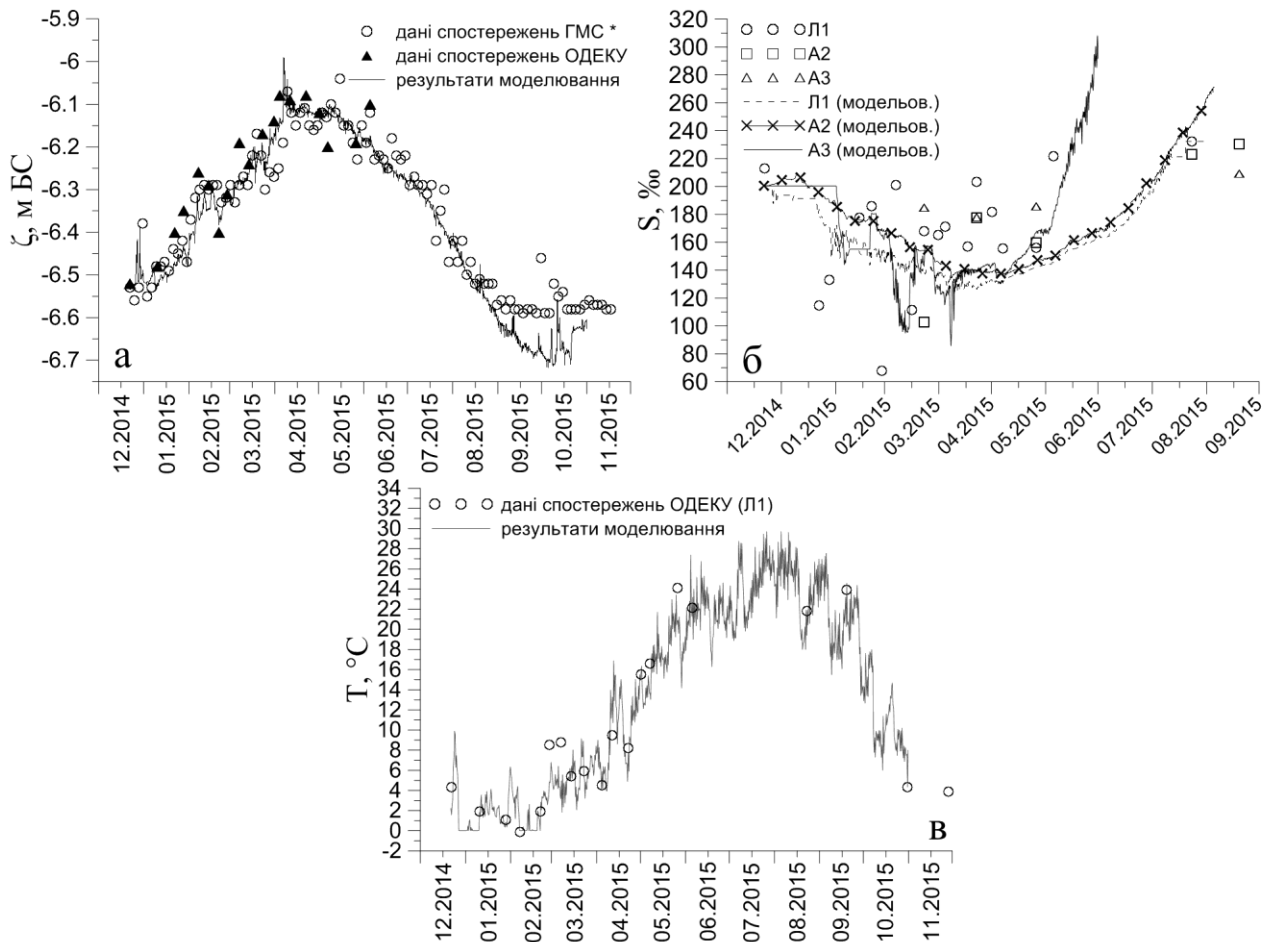
Рисунок 11.8 – Часова мінливість атмосферних опадів, мм, у 2014-2015 рр. за даними різних гідрометеостанцій: а – ГМС «Одеса-ГМО»; б – ГМС «Одеса-Порт»; в – ГМС «Любашівка»



* для зручності читання дані проріджені через кожні 4 значення

Рисунок 11.9 – Часова мінливість рівня, м БС (а), солоності, ‰ (б) та води в Куяльницькому лимані протягом 2015 р. за даними натурних спостережень (точки) та отримана в результаті моделювання (криві) з використанням даних щодо атмосферних опадів ГМС «ГМО-Одеса» (а) та «Одеса-порт» (б)

На рис. 11.10 наведені попередні результати розрахунків за моделлю мінливості гідрологічних характеристик лиману протягом 2015 р. Зауважимо, що в цієї серії розрахунків не враховувався стік прісних вод в лиман р.В.Куяльник та інших водотоків в другій половині року. Результати свідчать, що модельні розрахунки температури води, яка впливає на інтенсивність випаровування з водної поверхні, рівня води (до вересня 2015 р.) в лимані добре узгоджуються з даними спостережень. Зауважимо, що гирло р.В.Куяльник влітку і до жовтня 2015 р. було перекрито штучною дамбою, створеною незаконно. Гірше узгоджуються з даними спостережень модельні мінливості солоності води в лимані, особливо в його північній частині (точка АЗ на рис. 11.6). Вочевидь, що для північної, дуже мілководої частини лиману, це є слідством не врахування при розрахунках прісного стоку малих водотоків у другій половині року. На зниження значень солоності води в лимані у березні-травні може впливати і не врахування в моделі розчинення частки накопичених в лимані сольових відкладень. У подальших дослідженнях цьому процесу буде надана окрема увага.



* для зручності читання дані проріджені через кожні 4 значення

Рисунок 11.10 – Часова мінливість рівня, м БС (а), солоності, ‰ (б) та температури води в Куяльницькому лимані протягом 2015 р. за даними натурних спостережень (точки) та отримана в результаті моделювання (криві)

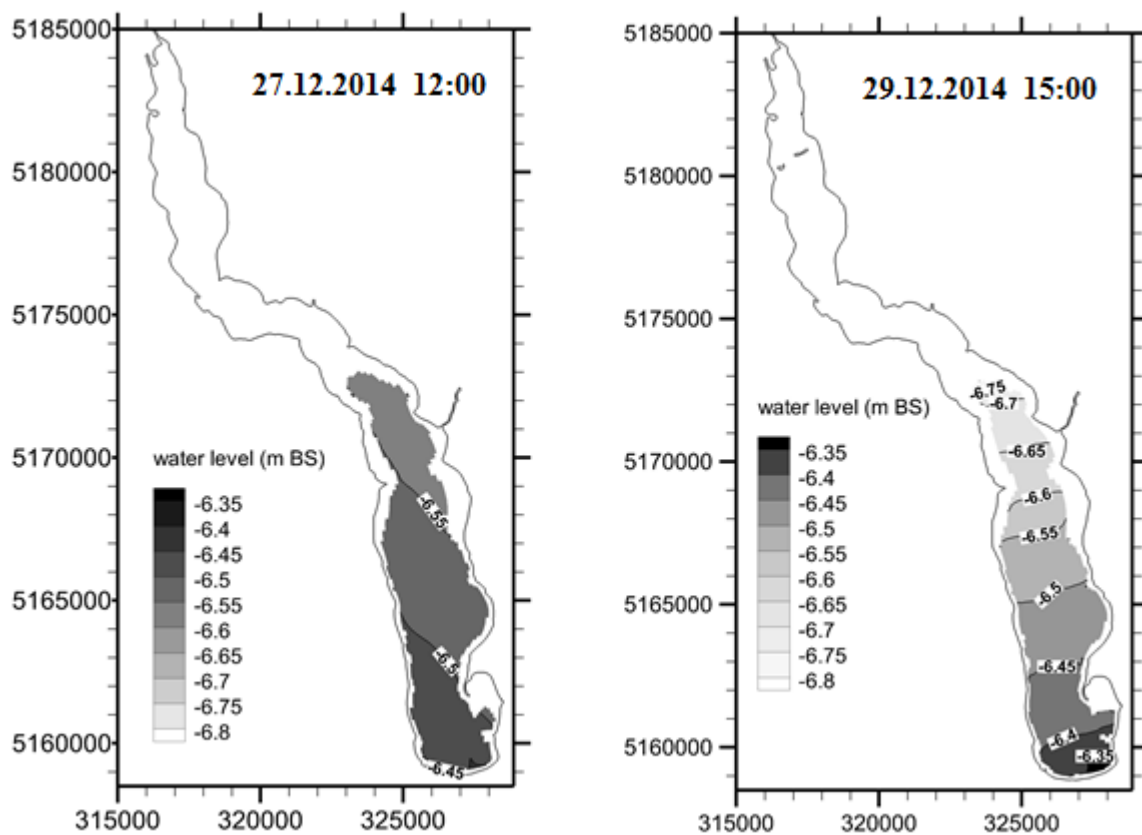
На рис. 11.11 наведені зведені ряди часової мінливості рівня води в точках біля північної і південної меж водної поверхні лиману у 2015 р. Вони свідчать, що при штормових вітрах повздовжніх (північних, південних) у відношенні до акваторії лиману напрямків, різниця відміток води в північній та південній його частинах, може досягати 0,35-0,4 м.

Уявлення про просторову мінливість відміток рівня води в лимані за вітрів різних напрямків і швидкості та відтворення моделлю зміни площі водного дзеркала лиману при різних відмітках середнього рівня води дають результати моделювання представлені на рис. 11.12.

Представлені результати моделювання свідчать про можливість використання гідродинамічної моделі Delft3D-FLOW для діагнозу і прогнозу, дослідження особливостей просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману під впливом природних та антропогенних чинників, які формують його гідрологічний режим.



Рисунок 11.11 – Часова мінливість відміток рівня, м БС (а), води біля північної та південної меж водної поверхні акваторії Куяльницького лиману



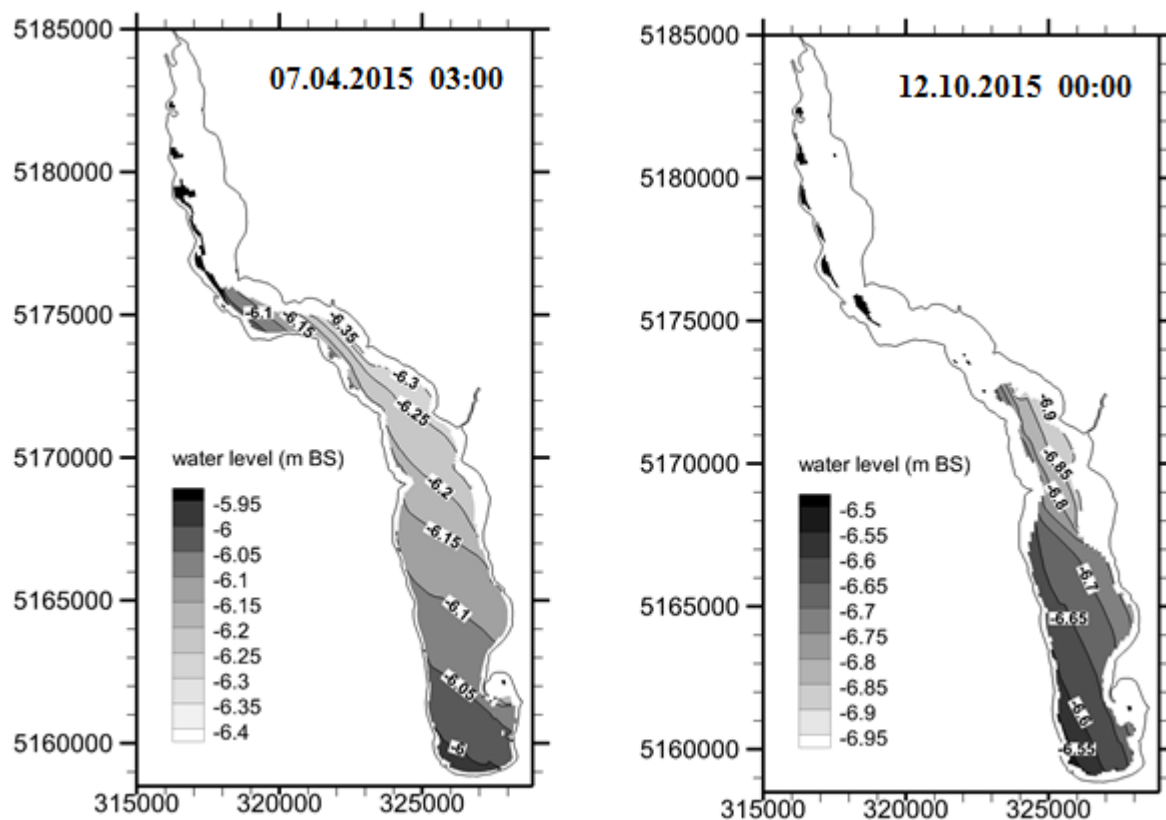


Рисунок 11.12 – Просторова мінливість відміток рівня води в лимані, м БС, та меж його водного дзеркала у різні моменти часу протягом 2015 р., отримана при моделюванні

ВИСНОВКИ

Куяльницький лиман у ряді лиманів північно-західного Причорномор'я займає особливе місце. З одного боку, він є частиною Одеської міської агломерації, з іншої відноситься до найбільш значущих рекреаційних і бальнеологічних об'єктів державного і світового значення. Куяльницький лиман відноситься до Куяльницької медичної підзони, медична спрямованість якого визначається наявністю пелоїдів та ропи Куяльницького лиману, мінеральних вод Куяльницького родовища та клімату, які об'єднують властивості морського та степового типу.

У зв'язку із цим збереження природної екосистеми Куяльницького лиману для нинішнього і майбутнього поколінь є не тільки державною, але й загальносвітовою задачею. Безумовне і першочергове застосування екосистемного підходу при розробці схеми інтегрованого управління водними ресурсами в басейні Куяльницького лиману обумовлене унікальністю природно-ландшафтних комплексів території, зосередженням різноманітних степових, петрофітних, чагарникових, прибережно-водних лугових біоценозів, доцільністю створення найближчими роками в межах водного басейну лиману національного природного парку.

Загальна площа водозбору Куяльницького лиману складає 2250 км², основним джерелом надходження річкової притоки є річка Великої Куяльник, площа водозбору якої при довжині річки в 170 км, складає 1860 км² (82,7% загальній водозбірній площі лиману). Характерною особливістю Куяльницького лиману є значна залежність його морфометричних характеристик від ступеня наповнення чаші водойми. У минулі два десятиріччя екологічний стан Куяльницького лиману значно погіршився, що стало проявлятися у зменшенні рівнів води та зростанні його солоності. Протягом останніх 15 років катастрофічно змінюються середньорічні морфометричні показники Куяльницького лиману: у період 2003-2014 рр. відбулося зменшення протяжності з 26 до 15,3 км, площі дзеркала з 52 до 26,7 км², обсягу водної маси - з 68 до 11 млн. м³, руслового стоку з 15,6 до 1,5 млн. м³ (причому, 80-85% останнього надходить від Корсунцівської балки і Лузановських ставків в південну частину лиману); солоність ропи збільшилася з 108 до 300 ‰.

Кризовий екологічний стан лиману обумовлений антропогенним впливом, насамперед водогосподарською діяльністю, та змінами клімату, які на території Північно-Західного Причорномор'я проявляються у зростанні температур повітря на фоні мало змінних опадів, що призводить до збільшення втрат талого стоку у зимовий сезон, зростання випаровування як з поверхні суші, так і води та обумовлює зменшення водності річок та обміління лиману. Зневоднення лиману та підвищення мінералізації стало причиною знищення водної бальнеологічної біоти.

Як аварійний захід по спасінню Куяльницького лиману прийняте рішення про його наповнення морською водою. Проте, існують як інші варіанти програма відновлення природного стану річок, що живлять лиман, або проект перекиду вод Хаджибейського лиману (після очищення), який нині слугує приймачем стічних вод м.Одеса.

Негативно на соціально-економічний стан Куяльницького лиману впливає невизначеність його правового положення як курорту державного значення, проте прийняття такого акту на державному рівні немає. Одеською обласною радою прийнято чимало рішень щодо використання, охорони та відтворення ресурсів Куяльницького лиману, але на їх реалізацію не завжди вистачає коштів.

Серед природних ресурсів басейну Куяльницького лиману головне місце займають земельні та рекреаційні ресурси. У верхній та середній частинах водозбору основна вага належить земельним ресурсам (близько 70%), у нижній важливе положення займають рекреаційні ресурси (30-40%), які саме знаходяться у критичному стані.

З урахуванням особливостей території, яка досліджується, специфіки розвитку його соціально-господарського комплексу, рекреаційного значення водного об'єкту, одним з основних сценаріїв комплексного розвитку водного басейну Куяльницького лиману повинна бути розробка регіональної стратегії, вдосконалення системи управління, удосконалення і посилення законодавчо-нормативної і регуляторної бази, максимальне залучення національних і міжнародних інвестиційних проектів.

Інтегроване управління Куяльницьким лиманом має спиратися на «басейновий принцип», ув'язку всіх видів водокористування, визначення усіх складових водного балансу, участь суспільства не тільки в управлінні, але і у фінансуванні, плануванні і розвитку водогосподарської інфраструктури; пріоритет природоохоронних вимог; управління водними ресурсами Куяльницького лиману як соціально-економічним товаром.

Екологічний стан водозбору Куяльницького лиману оцінювався за допомогою біологічних показників. При цьому досліджувалися такі об'єкти водозбору, як малі річки В. Куяльник, Довбока, Кубанка, витoki Корсунцівських ставків та безпосередньо Куяльницький лиман з береговими схилами. За мірою достатності щодо екологічних узагальнень був прийнятий критерій структури життєвих форм екологічних генералістів з числа кількох таксоценів, що в своєму складі містять широкий спектр екобіоморф та займають ключове місце у трофології екосистеми. Такими для наземних спільнот виявились *Hymenoptera*, навколоводних – імаго *Diptera*, водних – личинки *Diptera* та водні *Coleoptera*. Наземні осередки долини річки В. Куяльник, Довбока, Кубанка, історично являли собою гігрофітні біотопи під загущеними багаторічними травами. Головним висновком про сучасний стан вказаних біотопів була відзначена зміна характеру рослинності у бік формування синантропних флорокомплексів під впливом інтенсивного випасу, який призвів до зникнення високорослих багаторічників, залишивши

місце приземним злаковим травам. Крім того, на тлі еолового засолення з оголеного ложа лиману відбувається заміна лугової флори і мезофауни на солонцеву. Про це свідчить поява в масі солеросів та ряду видів жорсткокрилих – маркерів засолених ґрунтів (*Clivina ypsilon*, *Pogonus punctatulus*, *Curtonotus convexiusculus*, *Pogonus meridianalis*, *Iiarpalus steveni* (*Coleoptera*, *Carabidae*)).

За аналізом трофічної структури імаго таксоцену *Diptera* було визначено перевагу альгофагів при високій присутності кровососів, некрофагів, сапрофагів, копрофагів. Домінування альгофагів вказує на тенденції до сезонного висихання водотоків з масовим розвитком мікроводоростей на зволоженому ложі, а вагома наявність кровососів, некрофагів, сапрофагів, копрофагів свідчить про зоогенне навантаження свійськими тваринами. Оцінка за відношенням до мікрокліматичним умов показала майже рівноцінне співвідношення гігрофілів та мезофілів, що додатково свідчить про зрушення мікрокліматичних умов у бік посушливості. Висока щільність представників зоофільного пасовищного комплексу (сапрофагів, некрофагів, кровососів) на обмежених територіях становить безумовну загрозу для теплокровної фауни, а для Куяльницького лиману ще й санітарну.

Для цілісної оцінки стану суходільної частини водозбору показовим стало визначення характеру динаміки у структурі апідокомплексу, існування якого знаходиться в прямій залежності від різноманіття та продуктивності антофільної рослинності при наявності умов для гніздування. В результаті встановлено, що в порівнянні з 2008 р. вже на 2014 р. зникло більше 70% видового складу. За структурою спільноти залишкових видів визначено відносну пропорційність між мезофільним та ксерофільним елементами при тенденції до збільшення ваги убиквістів, що вважаємо слідством мезокліматичної трансформації у бік аридності. В мезо-ксерофітній складовій історично був домінуючим степовий елемент, але на 2014-15 рр. домінантом стають полізональні види. Такий характер трансформації свідчить про тотальні зміни структури вже самої екосистеми. На тлі кліматичних змін також має місце антропогенна трансформація біотопів. Зокрема випадають види, що потребують певних гніздових субстратів (цілинні ділянки поверхні ґрунту, стебла багаторічних трав та деревний сухостій). Ця обставина свідчить про біотопічну руйнацію поверхні, що пов'язується з надмірним неконтрольованим пасовищним навантаженням.

За результатами оцінок стану водного середовища в балці Довбока і руслових вод р. Кубанка за таксоценоми водних *Coleoptera* та *Diptera* були встановлені дві головні риси трансформації – зоогенне підвищення органічного забруднення та поступове сезонне підвищення мінералізації до осолонення, про це свідчить домінування у весняний-раньолітній період прісноводних сапрофілів та пізньолітнє підвищення питомої ваги стагнофільних галобіонтів. В межах берегової ділянки лиману у місцях прісного витоку з Корсунцівських ставків виявлено стійку галофілну фауну, де всі роки відмічались аборигенні види хірономід (*Chironomus salinarsus*) і

незначна кількість живої артемії. Тобто, ця ділянку була і є рефугіумом, де зберігається фонд аборигенної біоти.

Головним проявом сучасної руйнації гідроекосистеми Куяльницького лиману є поступове зневоднення з підвищенням мінералізації до рівня, за яким зупинилось існування типового гіпергалінного біоценозу. Однак відомо, що лімітуючим чинником, який обумовлює розвиток ультрагалінних гідро біонтів, є солоність, що регулюється надходженням прісних вод. Відповідно, самовідновлення біоти Куяльницького лиману безумовно можливе і воно відбудеться при зниженні мінералізації в межах 50-270‰, як це вже неодноразово спостерігалось на протязі його історії. В цьому сенсі наповнення лиману альтернативними морськими водами є цілком виправданим з точки зору прискореної реабілітації.

За аналізом закономірностей формування галофільної біоти в водоймах однотипних з Куяльником, можна прогнозувати сценарій самовідновлення (реабілітації) його біоти в різних діапазонах розрахункової солоності, які очікуються при наповненні морською водою. Динаміка формування біоти на першому етапі вбачається в послідовній заміні тимчасових морських комплексів екобіоморф у градієнті послідовної зміни за порогами солоності хорогалінних зон від морської (26-29‰) та основної морської зон (26-42 ‰) до перехідної морської-гіпергалінної зони (40-51‰). Після цього повинна натуралізуватись стала гіпергалінна біота бальнеологічного значення (від 100-180‰), у типовому складі якої обов'язковий один вид фільтраторів з числа артемій, 6-10 видів ультрагалобних мікроводоростей планктону та бентосу з такими домінантами як *Dunaliella salina*. У зонах тимчасового розпріснення (талими водами, атмосферними опадами) при солоності у 45-90‰ можливе тимчасове формування зоопланктонних та зообентосних спільнот гідробіонтів з короткими циклами розвитку, які дадуть додаткове біорізноманіття. Найбільш вірогідними домінантами очікуються типові для таких умов *Brachionus plicatilis*, *Hexarthra oxyuris*, *Moina satinet*, галофільні хірономіди, мокреці та коротковусі двокрилі з родин *Stratiomyidae*, *Tabanidae*, *Empididae* та ін., що дають значну біомасу і забезпечують первинну трансформацію надлишкового органічного опаду. Передбачуючи можливість існування в лимані застійних зон з солоністю вище 200‰ (межа, за якою припиняється існування бальнеологічної біоти), можна очікувати інвазійну появу іншого виду з числа артемій - *Artemia urmiana*, який є екологічним аналогом аборигенного виду *Artemia salina* (= *Artemia tunisiana*) з тією відмінністю, що *Artemia urmiana* здатний існувати при солоності до 370‰, забезпечуючи функціональну стабільність повноцінної бальнеологічної спільноти у надшироких межах коливання солоності і за самими екстремальними температурами.

У плані вірогідних змін біоти Куяльницького лиману за глобальним потеплінням відомі геологічні закономірності вказують на реальність заміщення автохтонних видів на інвазійні із зон з більш жорстким ксеротермічним режимом. Для залишкових автохтонних ксерофільних

степових і напівпустельних видів такі зміни клімату позначаються на зсуві весняних і осінніх фенофаз у більш ранні і більш пізні терміни відповідно (сезонна ефемерність). Очікуваним джерелом майбутнього формування біоти Куяльницького лиману за принципом зонального вікаріату вірогідні біоти сучасних аридних субтропиків Азербайджану, півдня Середньої Азії, Ірану та Афганістану. Тобто, можна припустити майбутнє формування фітоценозів та тваринного населення екосистеми водозбору Куяльницького лиману за рахунок інвазії видів саме з цих регіонів. Ця тенденція намітилася вже в даний час.

Отримані результати придатні як вхідні дані для визначення біотичних параметрів складових екосистеми Куяльницького лиману, а доцільним продовженням роботи може бути створення методичних вказівок для моніторингу даної екосистеми на засадах закономірностей причинно-наслідкової динаміки спільноти екобіоморф разом з інструментальною фіксацією динаміки абіотичних параметрів та антропогенних впливів.

Визначено, що поповнення Куяльницького лиману морською водою має більш ніж столітню історію та невід’ємно пов’язано з розвитком соляного промислу. Для стабільного функціонування промислової добичі солі в період з 1859 по 1878 рр. Куяльницький лиман було перегороджено в трьох місцях дамбами (залишки яких існують до сьогодні) на дві основні частини: північну – для затримки прісних річкових вод, та південну – солесадкову для промислової добичі солі, де рівень ропи регулювався впуском води з моря. За офіційними даними, в ХХ ст. лиман також ще двічі поповнювали морською водою – в 1907 та 1926 рр., через канал прокладений в 1890-1901 рр. для забезпечення потреб солепромислів в південній частині водойми.

В 1941-1942 рр. Куяльницький лиман на приблизно 70 % об’єму поповнився водою з Хаджибейського лиману-водосховища після руйнування в ніч з 15 на 16 жовтня 1941 р. його захисної дамби. Вода затопила пересип і потрапила в Куяльницький лиман. За даними водомірних спостережень рівень води в лимані перевищив в червні 1944 р. відмітку мінус 2,0 м БС.

Починаючи з 1859 р. і по сьогоднішній природний водно-сольовий режим Куяльницького лиману було трансформовано інтенсивною господарською діяльністю як в акваторії, так і на басейні водойми, тому мінливість рівнів та солоності води в лимані на протязі останніх 150 років не є природними.

Основним чинником антропогенної діяльності в басейні Куяльницького лиману є створення штучних водойм. Установлено, що у межах водозбору р. В. Куяльник їх кількість дорівнює 135 шт. На водозборі р. Кубанка побудовано 19 штучних водойм, 15 з яких є діючими. Відносна площа, яку займає водна поверхня, виражена в частках від загальної площі водозбору для річок В.Куяльник, Кубанка і Довбока становить близько 0,3 %.

Підвищення водності у гирлах річок і балок басейну Куяльницького лиману можливе за рахунок оптимізації роботи штучних водойм, очищення

русел від донних відкладень, посилення водообміну та умов для інтенсифікації самоочищення, реконструкції планових форм русел річок на ділянках, з штучно зміненими (спрямленими) формами русел. Крім того, необхідним є установлення ролі стоку річок і балок у формуванні водності та якості вод лиману як у минулому, так і оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси р. В. Куяльник та інших водотоків в залежності від кліматичних умов та масштабів водогосподарської діяльності у майбутньому (не менш ніж на 25 років або до середини ХХІ ст.). Це дозволяє оцінити можливе збільшення об'ємів надходження прісних вод до лиману, головним чином, за рахунок скорочення чисельності штучних водойм у басейні р. В. Куяльник та інших водотоків у басейні Куяльницького лиману.

З усіх річок та тимчасових водотоків, які впадають у Куяльницький лиман, гідрометричні спостереження організовані лише на річці Великий Куяльник, у створі р.В.Куяльник – с.Северинівка. Вони розпочалися з 1986 року. У зв'язку із недостатністю спостережень значення річного стоку з 1953 року відновлювалися на основі даних про річку-аналог р.Тилігул-сміт Березівка. Коефіцієнт тісноти лінійного зв'язку становить 0,84. Статистичні параметри річного стоку як за період спостережень, так і за відновленим рядом визначаються з великими похибками, які перевищують допустимі. Це обумовлено високою багаторічною мінливістю та асиметричністю ряду. Річка щорічно пересихає. Значення мінімального річного, середньомісячного та добового стоку річки дорівнюють нулю. Максимальний стік формується у період весняного водопілля за умови наявності стійкого переходу температур повітря через 0°C у бік від'ємних значень та випадіння твердих опадів, які накопичуються на водозборі до початку танення. Випадіння рідких опадів у період танення сприяє зростанню шару стоку за період водопілля.

Дослідження внутрішньорічного розподілу стоку показали, що річка пересихає кожного року. У багатоводні роки стік формується у зимові та весняні місяці. У середні за водністю – тільки у весняні. На протязі маловодного року стік у річці відсутній на протязі усіх місяців. На початку ХХІ сторіччя до багатоводних можна було віднести лише 2003р. Цей рік характеризувався холодною зимою із стійким переходом температури повітря через 0°C . При від'ємних температурах відбувається накопичення вологи у сніговому покриві, що створює умови для формування весняного водопілля. Саме у період весняного водопілля через замикальний створ проходить головна частина річного стоку. Зростанню водності сприяють дощі, які випадають на спаді весняного водопілля. У теплі зими при наявності відлиг талий стік зимових місяців витрачається у значній мірі на фільтрацію талих вод у ґрунт.

Була виконана порівняльна оцінка змін кліматичних чинників та характеристик стоку до і після 1989р. Цей рік є переламним у змінах температурного режиму повітря в Україні (Гребінь В.В., 2010р.). Оцінка змін кліматичних чинників (температур повітря та опадів) дозволила установити, що середні річні температури зросли за період 1989-2011рр. на водозборі

Куяльницького лиману на 1°C . Температури теплого періоду збільшилися на 0.7°C , холодного – на 1.3°C . Отже, зростання температур на водозборі у холодний період відбувається інтенсивніше ніж у теплий. Лінія регресії, яка апроксимує хронологічний хід середніх температур холодного періоду, після 1988р. перейшла з області від’ємних у область додатних значень. Опади після 1989р. практично не змінилися. У холодний період виявлене незначне зменшення опадів. Установлено, що коливання річного стоку знаходяться у маловодній фазі. Зменшення побутового річного стоку за рахунок глобального потепління за період 1989-2011рр. досягло 70%.

Потепління в зоні степу супроводжується посухами. Виявлено, що за минулі два десятиріччя зросла тривалість бездощових періодів. Аналіз індексів метеорологічних посух SPEI показав, що після 1989 року кількість та тривалість інтенсивних посух збільшилася, зросла і тривалість бездощових періодів. Тривалі бездощові періоди та формування метеорологічних посух спричиняють гідрологічну посуху, яка супроводжується зменшенням стоку річок у період літньо-осінньої межени, збільшенням тривалості їх пересихання та неспроможністю водотоків наповнити значну кількість штучних водойм.

Для оцінки водних ресурсів у минулому та майбутньому була застосована модель “клімат-стік”, розроблена в ОДЕКУ під керівництвом проф. Гопченка Є.Д. та проф.Лободи Н.С. Модель використовує метеорологічні дані спостережень або сценаріїв для розрахунків характеристик річного стоку у природних та побутових (перетворених водогосподарською діяльністю) умовах.

Отримано, що сумарний об’єм прісних вод, які надходили Куяльницького лиману у природних умовах формування стоку минулого сторіччя, становив 22,2 млн.м³. Приплив стоку від р.Великий Куяльник складав 91,8% від загального надходження прісних вод до Куяльницького лиману.

Розрахунки об’ємів стоку у роки різної забезпеченості показали, що навіть для річки В.Куяльник можливі нульові значення річного стоку у дуже маловодні роки (із забезпеченістю більше або рівною 95%). На річках Довбока та Кубанка відсутність річного стоку може з’являтися у маловодні роки (із забезпеченістю більше або рівною 75%). Річний стік у балках дорівнюватиме нулю не тільки у маловодні, а і у середні за водністю роки.

За результатами проведених експедиційних досліджень установлено, що сумарна площа водної поверхні штучних водойм, які створені і діють на водозборах річок Великий Куяльник, Довбока та Кубанка дорівнює 6,23 млн.м²; 0,20 млн.м²; 0,39 млн.м² відповідно. Обґрунтовано, що втрати на додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм становили в умовах минулого сторіччя не більше 10%. Основна частина втрат стоку річок обумовлюється майже щорічним їх заповненням. Доведено, що у середньому за багаторічний період на заповнення штучних водойм витрачалось близько 40% повного об’єму існуючих водойм. У минулому

сторіччі за рахунок впливу штучних водойм об'єм припливу вод від річок В.Куяльник, Довбока та Кубанка до Куяльницького лиману зменшився з 21,5 млн.м³ до 13,2 млн.м³, що становило 38%.

Вибір оптимального для водозбору Куяльницького лиману сценарію кліматичних змін відбувався на основі аналізу результатів розрахунків за 15 кліматичними моделями з бази даних ENSEMBLES. В результаті був обраний регіональний кліматичний сценарій отриманий за моделлю REMO (M10), що була розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка (м. Гамбург). Даний сценарій найбільш адекватно описує часову мінливість середніх середніх місячних температур і опадів в басейні Тилігульського лиману за перевірний період 1998-2007 рр. (метеостанція Любашівка). Додатково було виконано порівняння відповідності ретроспективних даних сценарію M10 (модель REMO, гілка сценаріїв A1B) із сценарієм M5 (модель

З метою оцінки можливих змін водних ресурсів річок басейну Куяльницького лиману у майбутньому були використані дані сценаріїв змін клімату A1B (модель REMO) та A2 (модель RCA3, гілка сценаріїв A2).

За критеріями відповідності сценарних (ретроспективні дані) та спостережених середньомісячних даних про температури повітря та опади ($DMP_{m,i}$, $DMT_{m,i}$) виявлено, що модель REMO (сценарій A1B) більш якісно описує метеорологічний режим на метеостанціях, розташованих у межах водозбору Куяльницького лиману або на прилеглих територіях, ніж модель RCA3 (сценарій A2). Співставлення точності розрахунків норм річного кліматичного стоку за фактичними і сценарними метеорологічними даними показало, що точність визначення цих величин набагато краща при застосуванні сценарію A1B. У подальшому оцінки змін кліматичних чинників та стоку виконувались для сценарію M10.

Аналіз змін температур повітря та опадів у XXI сторіччі показав існування стійких тенденцій до зростання температур за рік, холодний і теплий періоди. Температури зростатимуть більш інтенсивно за сценарієм A1B. За обома сценаріями можливе суттєве зростання температур у 30-ті роки XXI сторіччя. У хронологічному ході опадів суттєвих змін не очікується.

На території Північно-Західного Причорномор'я згідно з розглянутим сценарієм зміни глобального клімату A1B у майбутньому очікуються несприятливі для формування стоку річок кліматичні умови. Оцінка можливих змін водних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я у XXI сторіччі на базі моделі «клімат-стік» із застосуванням сценарних метеорологічних даних до 2050 р. показала, що за сценарієм A1B водні ресурси будуть зменшуватися. У 2011-2030 рр. це зменшення буде досягати 50%, що відповідає стану їх руйнування. У 2031-2050 рр. зменшення перевищить 70%, що означає незворотне руйнування. Аналіз зміни показника посушливості клімату β_x за сценаріями дозволив установити можливий перехід Північно-Західного Причорномор'я у XXI сторіччі до напіваридного клімату (за сценарієм A1B).

Розрахунки змін кліматичних чинників та річного кліматичного стоку у басейні Куяльницького лиману виконувались для 12 точок-вузлів по таким послідовним часовим інтервалам: для сценарію A1B - з початку спостережень до 1989 р. та за 30-річними періодами 1990-2020 рр., 2021-2050 рр., 2051-2080 рр., 2051-2100 рр. Установлено, що у цілому по водозбору Куяльницького лиману зміни річних опадів по виділених інтервалах не перевищуватимуть 3%. Максимально можливе випаровування буде зростати від +7% у 1990-2020рр. до 23% у 2051-2100рр. Норма річного кліматичного стоку буде зменшуватись за виділені розрахункові інтервали на -29%, -39%, -47%, відповідно. Непорушені водогосподарською діяльністю (природні) водні ресурси зменшаться за рахунок кліматичних умов від 22,2 млн.м³ (за кліматичним станом до 1989р.) до 13,5 млн.м³. За рахунок впливу штучних водойм (втрати на додаткове випаровування та заповнення штучних водойм) при збереженні сучасного рівня водогосподарської діяльності у цей період відбудеться зменшення водних ресурсів ще на 40%, що указує на їх незворотну руйнацію.

Результати розрахунків природного і побутового стоку річок у різних кліматичних умовах ХХІ сторіччя, задані сценарієм зміни клімату M10, показали, що водні ресурси будуть зменшуватися і це зменшення посилюватись за рахунок існування штучних водойм. Таким чином, основним напрямком управління водними ресурсами на найближчий час мають бути заходи по відновленню природного стану малих та середніх річок та аудит існуючих штучних водойм.

Для розрахунків рівнів і мінералізації води з часовим кроком 1 місяць була розроблена, відкалібрована та верифікована (по даним 1987, 2003 та 2015 років) модель водно-сольового балансу Куяльницького лиману. За результатами верифікації встановлено:

- відповідність розрахункових та вимірних значень рівнів і мінералізації води у лимані;
- епізодичні відхилення розрахованих та вимірних рівнів води (головним чином на початку або у кінці місяців) пов'язані з впливом на виміряні рівні вітрового згону та нагону води або наявністю льодоставу на лимані в холодний період року, що в представленій версії моделі водно-сольового балансу не може бути враховано;
- епізодичні відмінності між вимірними та розрахованими значеннями мінералізації води можуть бути пов'язані з тим, що виміряна мінералізація води визначались як середнє значення за даними вимірювань у точках по акваторії лиману, а розраховані – як середньозважене значення, отримане в результаті ділення загальної маси солей у лимані на об'єм його наповнення.

За даними натурних вимірювань науковців ОДЕКУ у період з грудня 2014 р. по квітень 2015 р. визначено, що за період надходження морської води до лиману:

- витрати припливу морських вод в середньому дорівнювали 1,02 м³/с;
- середня мінералізація морських вод становила 13,43 г/дм³;

– загальний об'єм морської води, який надійшов до лиману за період з 22.12.2014 р. по 20.04.2015 р. дорівнює 10,109 млн. м³;

- загальна кількість (маса) солей, які надійшли з морськими водами до лиману дорівнює 0,136 млн. тон, що по відношенню до початкової маси солей в лимані (приблизно 8,5 млн. тон) становить лише 1,6 %.

Результати моделювання рівнів і мінералізації води в Куяльницькому лимані можна вважати задовільними, а розроблена модель водно-сольового балансу з розрахунковим кроком один місяць може вважатися надійною для оцінки режиму рівнів і мінералізації води лиману за багаторічний період, при різних гідрометеорологічних умовах і режимах функціонування труби для поповнення лиману морською водою з Одеської затоки та кліматичних змін у майбутньому, у тому числі за даними сценарію змін «помірного» клімату A1B, реалізованого в регіональній кліматичній моделі REMO (сценарій M10).

Для діагнозу і прогнозу, а також дослідження особливостей просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману під впливом природних та антропогенних чинників, які формують його гідрологічний режим може бути використана тривимірної гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW. Адаптація моделі для умов Куяльницького лиману була виконана на підставі архівних гідрометеорологічних даних двох екстремальних років: 1987 р. та 2003 р. У 1987 р. Валідація моделі проводилась для умов кінця 2014-2015 рр. Моделювалася мінливість гідрологічних характеристик в лимані на відрізок часу з 22.12.2014 р. по 01.11.2015 р. Для верифікації результатів модельних розрахунків використовувались дані систематичних безперервних спостережень за мінливістю рівня води в лимані на водпосту «Усатове», в також епізодичних спостережень за рівнем та солоністю води в лимані, виконані фахівцями ОДЕКУ в ході моніторингу 2015 р.

Результати адаптації до умов Куяльницького лиману та верифікації чисельної 3-D гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW свідчать про можливість її використання для діагнозу і прогнозу, дослідження особливостей просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману під впливом природних та антропогенних чинників, які формують його гідрологічний режим. Чисельні експерименти з моделлю показали, що через морфологічні особливості ложа лиману та його мілководість, правильно відтворити мінливість гідрологічних умов в ньому можливо лише за умови врахування не тільки стоку р.В.Куяльник, але й надходження прісних вод від інших тимчасових водотоків ярово-балочної системи лиману, зливових та стічних вод зі ставків пересипу через лотковий водостік. Виключно важливу роль у формуванні внутрішньорічної мінливості рівня та солоності вод в лимані відіграють зливові опади. Точність завдання їх інтенсивності та повторюваності при імітаційному моделюванні визначає систематичну похибку діагностичних та прогностичних розрахунків. Тому дослідженню статистики зливових опадів у минулому і майбутньому необхідно приділити особливу увагу. На нашу

думку, саме значна просторова мінливість зливових опадів та невідповідність виміряних значень їх інтенсивності (на довколишніх до лиману гідрометеостанціях) фактичним, які випали на акваторію лиману, призводила до виникнення значних нев'язок при розрахунках водно-сольового балансу різними авторами та помилкового їх висновку щодо відсутності зв'язку між мінливістю рівня води в лимані і атмосферними опадами та стоком р.В.Куяльник.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Степаненко С.Н. Причины обмеления Куяльницкого лимана и пути его спасения. – Одесса: Экология, 2013. - 35 с.
2. Шихалеева Г.Н., Будняк А.К., Кирюшкина А.Н. К вопросу о биологической активности донных отложений Куяльницкого лимана / Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлиманья: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.134-137.
3. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / Під ред. Степаненко С.М., Польового А.М. – Одеса: Екологія, 2011. – 605 с.
4. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління А1В) // Український гідрометеорологічний журнал. – Одеса: ТЕС, 2014. – Вип. 15. - С.149-159.
5. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України:[монографія]/колектив авт.:С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода [та ін.]; за ред. С.М.Степаненка,А.М.Польового.-Одеса: Вид. “ТЕС”, 2015. -520 с.
6. Оценка состояния трансграничных вод в регионе ЕЭК ООН: оценка трансграничных рек, озер и подземных вод в Восточной и Северной Европе. VI. Изменение климата и его воздействия на водные ресурсы // Экономический и Социальный Совет ООН (2-4 мая, 2011, г. Женева).- 2011.
7. Лобода Н.С., Гриб О.Н., Гопченко Е.Д., Килимник А.Н., Тучковенко Ю.С., Белов В.В. Современное состояние и рекомендации по реабилитации водной экосистемы Куяльницкого лимана на основе интегрированного управления природопользованием в его бассейне // Материалы третьей международной научной конференции “Современные проблемы гидроэкологии, перспективы, пути и методы решений” (17-19 мая 2012р). – Херсон: ПП Вишемирский В.С., 2012. – С. 354-357.
8. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. - 316 с.
9. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region // International Journal of Research In Earth and Enviornmental Sciences. – 2015. - Vol 02. – No. 9. – P. 1-6.
10. Directory of Azov-Black Sea coastal wetlands: revised and updated / Ed. by G. Marushevsky. - Kyiv: Wetlands International, 2003.- 235 pp.
11. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Демченко В.А., Адобовский В.В., Дятлов С.Е., Соколов Е.В. Решение проблемы борьбы с опустыниванием на примере Куяльницкого лимана и других приморских водоемов Украины // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории

- межлимання: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.146-150.
12. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Шляхи визначення можливої гідрологічної посухи за метеорологічними даними в умовах змін клімату для річок північно-західного Причорномор'я // Геополітика та екогеодинаміка регіонів. – 2014. – Т.10. – Вип.1 – С. 281-289.
 13. Гоголев И.Н., Биланчин Я.М. Использование земельных ресурсов // Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Г.И. Швевса. – Л.: Наука, 1988. – С. 87-94.
 14. Биланчин Я.М., Буяновский А.А., Жанталай П.И., Тортник Н.И., Шихалеева Г.Н., Адобовская М.В., Гошуренко Л.М., Кирюшкина А.Н., Кузьмина И.С., Задорожний И.В., Решетов В.В. Современное состояние почв и почвенного покрова побережья Куяльницкого лимана, территорий Куяльничко-Хаджибейской пересыпи и межлимання // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлимання: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.17-19.
 15. Эннан А.А., Шихалеева Г.Н., Кирюшкина А.Н. Экологическое состояние Куяльницкого лимана // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлимання: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.143-145.
 16. Эннан А.А., Шихалеева Г.Н. , Адобовский В.В., Герасимюк В.П., Шихалеев И.И., Кирюшкина А.Н. Деградация водной экосистемы Куяльницкого лимана и пути ее восстановления // Причорноморський екологічний бюллетень.- Одеса.- 2012.- Вип. 1 (43).- С.75-85.
 17. Эннан А.А., Шихалеев И.И., Шихалеева Г.Н. , Адобовский В.В., Кирюшкина А.Н. Причины и последствия деградации Куяльницкого лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина) // Вісн. Одеськ. нац. ун-ту. Хімія. – 2014. – Т.19. – Вып. 3 (51). – С. 60-69.
 18. Журнал записи ежедневной информации ГП-25 (лиман Куяльницкий – Одесса, лиман Хаджибейский – Усатово, 01.01.1989-15.12.2015 гг.). – Одесса: ГМЦ ЧАМ, 1989-2015.
 19. Таблица прибрежных гидрометеорологических наблюдений ТГМ-1 (с 01.01.1980 г. по 31.12.2012 г.). Пост Южный (код поста: 98091). – Одесса: ГМЦ ЧАМ, 1980-2012.
 20. Таблиці метеорологічних даних (середньодобова температура повітря, добова сума атмосферних опадів, середньодобова пружність водяної пари, середньодобові напрямки і швидкість вітру) по метеостанціям «Южне», «Сербка» та «Одеса» за період з січня 1976 по грудень 2011 рр. – К.: ЦГО, 2013.

21. Архів погоди в Одесі (01.02.2005-22.12.2015). Метеостанція № 33837 (WMO ID) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ua>.
22. Архів погоди в Одесі (аеропорт), METAR (26.09.2012-22.12.2015). Аеропорт (ICAO) UKOO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ru>.
23. Архів погоди в Сербії (26.10.2005-10.12.2013). Метеостанція № 33833 (WMO ID) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ru>.
24. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1936-2011 гг. – Ч. 1 и 2. – Том 2. – Вып. 1. – 1938-2012.
25. Державний водний кадастр. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. 2009-2011 рр. Частина 1. Річки. Частина 2. Озера, водосховища, лиман. Україна. Випуск 1. Басейни Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. – Київ: Центральна геофізична обсерваторія, 2010-2012.
26. «Програма державного моніторингу довкілля в частині здійснення Держводгоспом України контролю якості поверхневих вод», затверджена головою Державного комітету України по водному господарству, наказ № 111 від 14.06.2010 р.
27. Щоквартальні звіти по гідрохімічним спостереженням річки Великий Куяльник (електронна форма) за період з 2000 по 2012 рр. – Одеса: ОГГМЕ, 2000-2012.
28. Отчёты о работе гидрогеологической режимно-эксплуатационной станции за 1953, 1959-1972, 1974, 1975, 1977-1984, 1986-1988, 1991-1996 годы. – Одесса, 1954, 1960-1973, 1975, 1976, 1978-1985, 1987-1989, 1992-1997.
29. Журналы режимных гидрогеологических наблюдений по скважинам № 6, 8, 10 (неогеновый верхнесарматский водоносный горизонт) и 15, 16 (палеогеновый водоносный горизонт) Куяльницкого месторождения за 1995-2012 гг. – Одесса: Гидрогеологическая служба ДП «Клинический санаторий им. Пирогова» ЗАО «Укрпрофздравница» (курорт «Куяльник»), 1995-2012.
30. «Програма робі по гідрогеологічним спостереженням на Куяльницькому лимані на 2015 рік», затверджена заступником голови Правління – начальником управління організації медичного забезпечення ПрАТ «Укрпрофоздоровниця» у 2015 р. – 12 с.
31. Регіональна програма збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 роки, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 270-VI від 28.10.2011 р. (з усіма змінами та доповненнями).
32. Регіональної програми розвитку водного господарства Одеської області на період до 2021 року, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 882-VI від 18 вересня 2013 року.
33. Комплексної програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 1021-VI від 21 лютого 2014 року.

34. Програма моніторингу стану Куяльницького лиману у 2015 році, затверджена наказом директора Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації № 17 від 25.02.2015 р.
35. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку»; ОДЕКУ; УКРМЕПА. – Одеса: ТЕС, 2015. – 152 с.
36. Адобовский В.В. Регулируемый водообмен лиманов с морем и возникающие при этом проблемы // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлиманья: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.8-10.
37. Черкез Е.А., Кадурич В.Н., Чепижко А.В., Мединец С.В., Светличный С.В. Особенности минералогии донных осадков Куяльницкого лимана после пополнения морской водой // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлиманья: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.126-130.
38. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья / Под ред. Ю.С.Тучковенко, Є.Д. Гопченко. - Одесса: ТЭС, 2011. – 224 с.
39. Y. Tuchkovenko, N. Loboda, V. Khokhlov. 2015. The physio-geographical background and ecology of Tyligulskyi Liman Lagoon. In: Lillebø, Stålnacke and Gooch (Eds), Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies. London: IWA Publishing. ISBN: 9781780406282. P.77-86.
40. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Колективна монографія / Під ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. Одеський державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2014. – 276 с.
41. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) / Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода. – К.: КНТ, 2005. – 188 с.
42. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
43. Deltares, 2014. Delft3D-FLOW, source-code. Available at: <http://oss.deltares.nl/web/delft3d/> (accessed December 1, 2014).
44. Deltares, 2013. Delft3D-FLOW – Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments – User Manual, version 3.15. Deltares systems, Delft, the Netherlands. 702 pp.
45. Коротун І. М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України : Навчальний посібник. - Рівне, 2000. - 192 с.

46. Одеський регіон: передумови формування, структура та територіальна організація господарства. Навчальний посібник / За загальною редакцією О.Г.Топчієва. – Одеса: Астропринт, 2012. – 184 с.
47. Степаненко С.Н. Причины обмеления Куяльницкого лимана и пути его спасения. Одесса. Экология, 2013. -35 с.
48. Одеський регіон: природа, населення, господарство. Навчальний посібник / За загальною редакцією О.Г.Топчієва. – Одеса: Астропринт, 2003. – 184 с.
49. Національний атлас України. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
50. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под. ред. Г.И. Швобса. – Киев-Одесса: Вища шк. – 1979. – 144 с.
51. Атлас Одеської області. – Одеса: Хорс, 2002. – 80 с.
52. Горун В.В. Оцінка рекреаційно-ресурсного потенціалу території Одеської області / В. В. Горун // Вісник Львівського Національного Університету імені Івана Франка. Серія : географія. – Львів : ЛНУ, 2013 – вип. 43, частина 1. – С. 24–31.
53. Полетаєва Л.М. Рекреаційно-туристичний потенціал території Куяльницько-Хаджибейського міжліманя // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжліманя: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.92-95
54. Тютюнник Г. О. Теоретико-концептуальні основи охорони природних ресурсів Куяльницького та Хаджибейського лиманів // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжліманя: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.120-123.
55. Бунякова Ю.Я., Примаченко І.О. Актуальні проблеми функціонування та розвитку рекреаційного потенціалу Куяльницького лиману // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжліманя: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.25-28.
56. Биланчин Я.М., Буяновский А.А., Жанталай П.И., Тортник Н.И., Шихалеева Г.Н., Адобовская М.В., Гошуренко Л.М., Кирюшкина А.Н., Кузьмина И.С., Задорожний И.В., Решетов В.В. Современное состояние почв и почвенного покрова побережья Куяльницкого лимана, территорий Куяльницко-Хаджибейской пересыпи и межлиманыя // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлиманыя: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.17-19.

57. Лобода Н.С., Гриб О.М., Сіренко А.М. Оцінка припливу прісних вод до Куяльницького лиману // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Гол. Ред.. Хільчевський В.К. – К. Видавництво Київського національного університету. - 2011. -Т.1(22). – С. 51-59.
58. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. – Киев: Наукова думка, 2006. – 384с.
59. Бефани А.Н. Пути генетического определения нормы стока. - Научный ежегодник ОГУ. - Одесса. - 1957. - 125 с.
60. Сорокин В.Г. Средний многолетний сток орошаемых районов юга Европейской территории Советского Союза // Межвед.научн.сб. Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса.-1974. – Вып.10.- С.121-129.
61. Адобовский В.В., Шихалеева Г.Н. Трансформация параметров руслового стока в бассейне Куяльницького лимана // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького і хаджибейського лиманів, території межлимання: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.11-13.
62. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. – Київ. Фірма “Інкос”, 2009 – 612 с.
63. Закон України «Про курорти» від 5 жовтня 2000 року № 2026-III.
64. Мусієнко М.М. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник / М.М. Мусієнко, В.В. Серебряков, О.В. Брайон. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. – 550 с.
65. Обоснование создания природоохранной территории «Куяльник» (Justification for developing a protected area «Kuialnik»). Региональная программа ТАСИС Европейского Союза. Технический отчет, 2004. – 70 с.
66. Жанталай П.І., Шихалеева Г.М. Кірюшкіна Г.М. Умови ґрунтоутворення, ґрунти і ґрунтовий покрив басейну Куяльницького лиману // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.48-51.
67. Нефедова Н.Є. Територіальна організація санаторно-курортного господарства Одеси // Регіон-2013: стратегія оптимального розвитку: – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – С. 317-319.
68. Доповідна записка щодо природних лікувальних ресурсів природної території Куяльницького лиману для обґрунтування необхідності оголошення її курортом державного значення «Куяльник» директора ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України», д. мед. н., проф. Бабова К.Д. директору Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації (лист № 931 від 04.12.2014 р.).

69. Антонович В.П., Андронати С.А. Результаты химико-аналитического изучения рапы и пелоидов Куяльницкого лимана в начальный период его заполнения морской водой // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и хаджибейского лиманов, территории межлиманья: современное состояние, перспективы развития» (18-20 ноября 2015 г.) . – Одесса: ТЭС, 2015. – С.14-16.
70. Золотов В.І., Поліщук Т.М. Проблеми та перспективи використання рекреаційного потенціалу Куяльницького лиману // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.51-54.
71. Полякова І.В. Теоретико-методологічні основи екологізації управління територіями обмеженого статусу використання (на прикладі курортно-рекреаційної зони Куяльник) // Економічні інновації: зб. наук. праць – Одеса, 2012. – Вип. № 48. – С. 185 - 191.
72. Полякова І.В., Дем'яненко С.Г. Екологізація управління територіями курорту Куяльник // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.96-98.
73. The Dublin Principles for Water as Reflected in a Comparative Assessment of Institutional and Legal Arrangements for Integrated Water Resources Management. By Miguel Solanes and Fernando Gonzales-Villareal. TEC Background Paper № 3, Global Water Partnership, Stockholm, Sweden, 1999
74. Water a Shared Responsibility. The UN World Water Development Report 2. UNESCO-WWAP, 2006
75. Мельник Л.Г., Сабаль С.А., Шкарупа Е.В. К вопросу об интегрированном управлении устойчивым развитием региона// Механизмы регулирования экономики. – 2013. - №4. – С. 27-40
76. Духовный В.А. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии/ В.А. Духовный, В.И. Соколов, Х. Мантритаке. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 364 с.
77. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с.
78. Планы интегрированного управления водными ресурсами: Учебное пособие и руководство к применению. – CapNet, 2005. – 104 с.
79. Лиманы Северного Причерноморья: Монография/ Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В.М. и др. – К.: Наукова Думка, 1990. – 224 с.
80. Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. — 226 с.

81. Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Изменение уровня и гидрохимического режима Черного и Азовского морей за последние 20 тысяч лет // Водные ресурсы. – 1988. – № 6. – С. 54–62.
82. Научные основы охраны и рационального использования орошаемых земель Украины: Монография/ Под ред. С.А. Балюка, М.И. Ромащенко, В.А. Сташука. – К.: Аграрная наука, 2009. – 624 с.
83. Оцінка багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману для розробки рекомендацій по збереженню його природних ресурсів: Звіт з НДР (науковий керівник: Є.Д. Гопченко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2009. – 90 с.
84. Сташук В.А., Ромащенко М.И., Михайлов Ю.О. Особенности интегрированного управления водными ресурсами Украины по бассейновому принципу. – Сборник материалов МКВК № 15(2013). – 2012. – 9 с. Электронный ресурс www.eeca-water.net (режим доступа 30.09.2015г.)
85. Ромащенко В.И., Михайлов Ю.О., Сташук В.А. и др. Территориальная организация управления использованием водных ресурсов/ мелиорация и водное хозяйство. – Вып. 90. - 2004. - С. 22-23
86. Стан гідрографічної мережі річки Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень на її водозбірному басейні: Звіт з НДР (науковий керівник: Є.Д. Гопченко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2011. – 165 с.
87. Лобода Н.С. Влияние изменений климата на водные ресурсы Украины (моделирование и прогнозы по данным климатических сценариев)// Глобальные и региональные изменения климата/ Под ред. Шестопалова В.М., Логинова В.Ф., Осадчего В.И. и др. – К.: Ника-Центр, 2011. – С. 340-352.
88. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д., Куза А.М., Божок Ю.В. Оцінка припливу прісних вод до лиманів Північно-Західного Причорномор'я // Лимани Північно-Західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення. – Одеса: ОДЕКУ, 2012. – С. 22–24.
89. Берлинский Н.А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 2003. – Вып. 6. – С. 17 – 22.
90. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря/ Тучковенко Ю.С., Иванов В.А., Сапко О.Ю. - Одесса-Севастополь: ОГЭКУ, 2011. – 169с.
91. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана: Отчёт о НИР (научный руководитель: Г.И. Швебс). Од. гос. ун-т им. И.И. Мечникова. – Одесса, 1995. – 190 с.
92. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – К.: Наук. думка, 1974. – 225 с.
93. Вырижковский В.К., Плащев А.В., Чекмарев Г.А. Геология шельфа УССР. Лиманы. – К.: 1984. – 176 с.

94. Осмоловський-Ярошенко А.Р. Історія наших лиманів за теорією і спостереженнями // Зап. Од. наук. при ВУАН Тар. – 1929. – Ч. 3. – С. 39-74.
95. Муха Б.Б. О причинах обмеления рек и некоторых природных явлений на юге Украины по оценкам исследователей XIX-XX веков. – Известия Музейного Фонда им. А.А. Браунера. – 2011. – Т. VIII. – № 1. – С. 19-26.
96. Лобода Н.С., Гопченко Е.Д., Тучковенко Ю.С., Гриб О.Н., Килимник А.Н., Белов В.В., Божок Ю.В. Современное гидроэкологическое состояние и проблемы управления водно-солевым режимом Хаджибейского лимана-водохранилища при разных условиях его функционирования // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». – Пермь: «Престайм», 2013. – С.61-65.
97. Паспорт реки Большой Куяльник. – Одесса: Госкомводхоз Украины, 1992. – 130 с.
98. Проведення гідроекологічної оцінки та розробка науково-обґрунтованих заходів щодо регулювання стоку та розчистки русел річок Довбока та Кубанка: Звіт з НДР (науковий керівник: Н.С. Лобода). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 205 с.
99. Швєбс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навчально-довідковий посібник (під ред. Гопченка Є.Д.). – Одеса: Астропринт. – 2003. – 390 с.
100. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Крым. – Т. 6. – Вып. 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 347 с.
101. Бобров С.Н. К вопросу об испарении морской воды в зависимости от её солёности // Труды института океан. – Т. XXXVII. – 1960. – 183 с.
102. Гопченко Є.Д., Гриб О.М. Оцінка складових водного балансу Куяльницького лиману та визначення причин сучасного обміління водойми // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2010. – Вип. 51. – С. 200-215.
103. Баер Р.А., Зелинин И.В., Лютаев Б.В., Подражанский В.А. Мелиоративно-гидрогеологические условия западного Причерноморья СССР: Монография. – Кишинёв: ШТИИНЦА, 1979. – 183 с.
104. Оцінка можливого альтернативного наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря, річки Дністер й інших лиманів і водних об'єктів: Звіт з НДР (науковий керівник: Ю.С. Тучковенко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 238 с.
105. Эксплуатационные запасы лечебно-столовых подземных вод «Куяльник» г. Одессы по состоянию на 01.01.1999 г. Отчёт в 3- книгах. – Одесса, 1999.
106. Алимов А.Ф. Разнообразие, сложность, стабильность, выносливость экологических систем // Ж. общ. биол. Т.55. - 1994 - №3 - С. 285.
107. Криволуцкий Д.А. Биоиндикация в системе наук о состоянии окружающей человека среды // Пробл. экол.: Метер. 1 Учредит. совещ. акад.

- наук соц. стран по пробл. «Экология», Суздаль, май, 1990 - Петрозаводск, 1990 - С. 42-69
108. Шуйский В.Ф. Изменения трофической структуры макрозообентоса литорали малых озер под влиянием минеральных удобрений, вносимых в различном режиме // Тез.докл. XXIX Всес. гидрохимич. совещания, Ростов-на-Дону, 1987 г. - Ростов-на-Дону, 1987 - Т.2 - С. 120-12.
109. Масленникова В.В., Скорняков В.А. Картографирование качества поверхностных вод // Вестн. МГУ Сер. биол. - 1993 - N2 - С. 50-57.
110. Marchant R., Mitchell P., Norris R. Distribution of benthic invertebrates along a disturbed section of the La Trobe River, Victoria: an analysis based on numerical classification // Austral. J. Mar. and Freshwater Res. - 1984 - V.35, N3 - P. 355-374.
111. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию - Л.: Гидрометеиздат, 1989 - 152 с.
112. Destefanis M., Pavignano I. Una prima valutazione dello stato di conservazione di ambienti palustri attraverso l'analisi di comunita macrobentoniche // Acqua aria. - 1991 - N6 - P. 571-575.
113. Drewett J. Never mind the whale, save the insects // New. Sci. - 1988 - V.120, N1643 - P. 32-35
114. Алимов А.Ф. Разнообразие в сообществах животных // Биол. разнообразие - подходы к изучению и сохранению: Матер. конф. Биол. ин-та РАН и Зоол. ин-т РАН, Ленинград, 14-15 февр. и 14-15 мая, 1990 - СПб, 1992 - С. 153-162
115. Соколов В.Е., Чернов Ю.И., Решетников Ю.С. Национальная программа России по сохранению биоразнообразия // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности: Всес. совещ., Москва, нояб., 1991 - М., 1994 - С. 4-12
116. Castri F. "Vous avez dit «Biodiversite»? // Energies - 1992 - V.13 - P.38-39
117. Myers N. Biodiversity & the precautionary principle // AMBIO - 1993 - V.22, N 2-3 - P. 74-79
118. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. - Киев, 1999. - 168 с.
119. Naeem S, Thompson LJ, Lawler SP, Lawton JH, Woodfin RM (1994) Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. Nature 368:734-737
120. Montoya JM, Rodriguez MA, Hawkins BA (2003) Food web complexity and higher-level ecosystem services. Ecol Lett 6:587-593
121. Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He JS, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B (2006) Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. Ecol Lett 9:1146-1156
122. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. М.: Мир, 1988. 184 с.
123. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
124. Левич А. П. Структура экологических сообществ. М.: МГУ, 1980. 181 с.

125. Кашкаров Д. Н. Среда и сообщество (Основы синэкологии). М.: Медгиз, 1933. 383 с.
126. Куркин К. А. Параметры биогеоценозов и системный подход к их определению // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1980. Т. 85. № 3. С. 40-56
127. Алеев Ю. Г. Экоморфология. Киев: Наукова думка, 1986. 424 с.
128. Розенберг Г. С. К построению системы концепций современной экологии // Журн. общ. биол. 1991. Т. 52. № 3. С. 422-440.
129. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. М.: МГУ, 1980. 464 с.
130. Чернов Ю. И. Понятие «животное население» и принципы геоэкологических исследований // Журн. общ. биол. 1971. Т. 32. № 4. С. 425-438.
131. Гиляров А.М. Экология в поисках универсальной парадигмы // Природа. 1998. № 3. С. 73-82.
132. Гладышев М. И. Концепция биогеоценоза с позиций общей теории систем // Экология. 1990. № 4. С. 11-19.
133. Perry J.A., Schaeffer D.J. The longitudinal distribution of riverine benthos: a river dis- continuum? // Hydrobiologia - 1987 - V.148, N3 - P. 257-268
134. Rundbe S.D., Jenkins A., Ormerod S.J Macroinvertebrate commuities in strams in the Himalaya, Nepal // Freshwater Biol. - 1993 - V.30, N1 - P. 169-180
135. Petts G.E., Bickerton M.A. Influence of water abstraction on the macroinvertebrate community gradient within a glacial syream system: La Borgne d'Arolla, Valais, Switzerland // Freshwater Biol. - 1994 - V.32,N2 - P. 375-386
136. Хокс Х.А. Биологический контроль качества речной воды // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологичеким показателям - Л.: Гидрометеиздат, 1977 - С. 176-183
137. Mason W.T., Lewis P.A.J., Weber C.I. Anevaluation of benthic macroinvertebrate biomass methodology // Environ. Monit. and Assessment - 1985 - V.5, N4 - P. 399-422
138. Norris R.H., Georges A. Design and analysis for assessment of water quality // Limnol. Austral - Dordrecht etc., 1986 - P. 555-572
139. Hewitt G. River quality investigations. Part 1. Some diversity & biotic indices // J.Biol.Educ. - 1991 - V.25, N1 - P. 44-52
140. Попченко В.И. Оценка степени загрязнения вод по показателям зообентоса. // Тр. 4 Поволж. конф. «Пробл.охраны вод и рыб. ресурсов.», Казань, 9 - 15 апр., 1990. Т1. - Казань, 1991. - С. 55-58
141. Slepukhina T.D. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligchaetes // Hydrobiologia - 1984 - V.115 - P. 183-186
142. Абросов Н.С., Недорезов Л.В., Омаров А. Оценка устойчивости проточных экосистем // Экология популяций. Тез. докл. Всес. соц., Новосибирск, 4-6 окт., 1988, Ч.2 - М., 1988 - С. 189 - 191
143. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ - М:МГУ, 1992 - 208 с.

144. Семенова Н.Л. О гомологии биотопов на примере Беломорского бентоса // Биотопические основы распределения морских организмов - М.: Наука, 1986 - С. 39-49
145. Molles M.C. Recovery of a stream invertebrate community from a flash flood in Tesuque Creek, New Mexico // Southwest. Natur. - 1985 - V.30, N2 - P. 279-287
146. Вахрушев А.А., Раутиан А.С. Исторический подход в экологии: сущность и перспективы // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. Мат. конф. БИН РАН и ЗИН РАН, 14-15 февр. и 14-15 мая 1990 г., Ленинград - СПб, 1992 - С. 81-91
147. Brown S.B., Hara T.J. Biochemical aspects of amino acid receptors in olfaction and taste // Chemoreception in fishes - Amsterdam etc., 1982 - P. 159-180
148. Lampert W. Predictability in lake ecosystems: the role of biotic interactions // Potentials and Limitat. Ecosyst. Anal. - Berlin etc., 1987 - P. 333-346
149. Godfray H.C.J., Blythe S.P. Complex dynamics in multispecies communities // Phil. Trans. Roy. Soc. London. B. - 1990 - V330, N1257 - P. 221-233
150. Коненко А.Д., Абремская С.И., Кутовенко В.М. Характеристики гидрохимического режима водоемов - охладителей ГРЭС Украины. // Гидрохимия и гидробиология тепловых электростанций СССР. Киев: Наукова Думка. – 1971. – С. 57-73.
151. Лаумянскас Г.А., Снукишкис Ю.Ю. Режим биогенных элементов, органических веществ и газового состава водохранилища – охладителя Литовской ГРЭС. // Гидрохимия и гидробиология тепловых электростанций СССР. – Киев: Наукова Думка. – 1971. – С. 101-110.
152. Шаларь В.М., Яловицкая Н.И. Развитие фитопланктона в Кучурганском лимане – охладителе Молдавской ГРЭС. // Гидрохимия и гидробиология тепловых электростанций СССР. – Киев: Наукова Думка. – 1971. – С. 117-136.
153. Суцения Л.М. Рост водных животных в условиях колеблющихся температур. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. – 1978. – Т. 22. – С. 140-150.
154. Булгаков Н.Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды: обзор существующих подходов. // Успехи современной биологии. – 2002. – Т. 122. № 2. – С. 115-135.
155. Loreau M, Mouquet N, Gonzalez A (2003) Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes. Proc Natl Acad Sci USA 100:12765-12770
156. Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He JS, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B (2006) Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. Ecol Lett 9:1146-1156
157. Anne Ebeling, Alexandra-Maria Klein, Wolfgang W. Weisser, Teja Tschamntke. Multitrophic effects of experimental changes in plant on cavity-

- nesting bees, wasps, and their parasitoids// *Oecologia*. 2012 Jun;169(2):453-65.
doi: 10.1007/s00442-011-2205-8. Epub 2011 Nov 26
158. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій // *Укр. ботан. журн.* – 2003. – Т. 60. – № 1. – С. 6-17.
159. Геоботанічне районування Української РСР. – К.: Наук. думка, 1977. – 304 с.
160. Бондаренко О.Ю., Васильєва Т.В., Петрушенко В.В., Шихалєєва Г.М., Кірюшкіна Г.М. // *Аграрний вісник Причорномор'я*. – 2012.
161. Корзюков А.И., Русев И.Т., Гержик И.П. Побережье Северо-Западного Причерноморья как миграционный путь птиц Европы и Африки // *Матер. междунар. симпоз. «Упр. и охрана побережий Северо-Западного Причерноморья»* (30 сентября – 6 октября 1996 г.). – Одесса. – 1996. – С. 83.
162. Русев И.Т., Корзюков А.И., Соколовский Д.С., Овчаров А.А., Артамонов В.А., Рединов К.А., Вобленко А.С. Результаты учетов птиц на Одесских лиманах: Сухом, Хаджибейском, Куяльницком, Большом и Малом Аджалыке, Тилигульском и Соленом озере у с. Морское // *Бюллетень РОМ: Итоги регионального орнитологического мониторинга*. Август 2004 года. Азово-Черноморское побережье Украины. – 2005. – Вып. 2. – 28 с.
163. Мордкович В. Г. Степные экосистемы / В. Г. Мордкович : отв. ред. И.Э.Смелннскин. — 2-е изд. искр, и доп. Новосибирск: Академическое издательство «Гео». 2014.- 170 с.
164. Розбудова екологічної мережі / Під ред Ю Р Шеляга-Сосонка -К, 1999 - 127 с.
165. Екомережа степової зони України: принципи створення, структура, елементи / Ред. д-р біол. наук, проф. Д.В. Дубина, д-р біол. наук, проф.Я.І. Мовчан. - К.; ,2013. -409 с.
166. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. - Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. - 311 с.
167. Ярошенко П.Д. Геоботаника: Основные понятия, направления и методы. - М.: Просвещение, 1961. - 200 с.
168. Марков М.В. Общая геоботаника. - М.: Высшая школа, 1962. - 450 с. Шенников А.П. Экология растений. — М.: Советская наука, 1950. — 374 с.
169. Миркин Б.М., Розенбсрг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. — М.: Наука, 1983. — 134 с.
170. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. — М.: Наука, 1982. — 144 с.
171. Юрцсв Б.А. Флора как природная система // *Бюлл. МОИП. - Отд. биол.* - 1982. - Т.87. - Вып. 4. - С.3-22.
172. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. — Новосибирск: Наука, 1986. — 195 с.
173. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). — М: Наука, 1988. - 183 с.

174. Смирнова О.В., Чистякова А.Л., Попадюк Р.В. и др. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). — Пушино: НЦБИ АН СССР, 1990. -92 с.
175. Жукова Л. А. Экологический анализ основных эколого-ценотических групп видов травяного покрова // Восточно-европейские леса. — М.: Наука, 2003.-С.73-81.
176. Banaszak J. Patterns of distribution of Apoidea in agricultural land scape / J. Banaszak // Colloq. INRA. 1984. - 21. - P. 223-227.
177. Pavlikowski T. Structura zgrupowan dzikich pszczolowatych (Hymenoptera, Apoidea) z obszarow rolnych o rucnych typach parcelacji powierzchni uprawnej/T. Pavlikowski// Acta Univ. N. Copmnic. Biol. - 1989.- 33.- S. 31 46.
178. Bales G. L. The honey bee's environmental role / G. L. Bales // Amer. Bee J. - 1985. - Vol. 125, № 4. - P. 234-235.
179. Stephen, W. P. The biology and external morphology of bees with a synopsis of the genera of northwestern America / W. P. Stephen, G. E. Bohart, P. F. Torchio. - Corvallis: Agric. Exper. Station Oregon State Univ., 1969. -140 p
180. Michener C. D. The bees of the World / C. D. Michener. – Baltimore: The Johns Hopkins Univ. Press, 2007. – 953 p.
181. Осычнюк, А. З. Надсемейство Apoidea - Пчелиные/А. З. Осычнюк, Д. В. Панфилов, А. А. Пономарева // Определитель насекомых европейской части СССР. - Л.: Наука, 1978. - Т. 3. - Перепончатокрылые. - С. 279-519.
182. Иванов, С.П. Материалы сравнительного изучения гнездования пчёл-листорезов (Hymenoptera, Megachilidae Megachile Latr.). Сообщение I.Разнообразие гнездовых построек / С.П. Иванов // Уч. зап. Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 3. – С. 68–78.
183. Радченко В.Г., Песенко Ю.А. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea). СПб., 1994. 352 с.
184. Pearson D.L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity / D.L. Pearson //Philosph. Transact. Royal Soc. London, Series B: Biol. Scs., 1994. - 345. P. 75 79.
185. Зинченко Т.Д. Изменение структуры донных сообществ равнинных рек в условиях критических антропогенных нагрузок // Экологические проблемы бассейнов крупных рек: Тез. Междунар. конф., Тольяти, 1998. - С. 199-200
186. Мережко А.И. Проблемы малых рек и основные направления их исследований [Текст]/ А.И. Мережко // Гидробиол. журн. - 1998. -Т. 34. -№6. - С.66-71.
187. Бондаренко О.Ю. Синантропні види рослин у структурі фітоценозів узбережжя [Текст]/ О.Ю. Бондаренко, Т.В. Васильєва, В.В. Петрушенко, Г.М. Шихалєєва, Г.М. Кірюшкіна // Аграрний вісник Причорномор'я. – 2012. - Вип. 61.- с.26-30

188. Сигида Р.С. Кадастр жесткокрылых Центрального Предкавказья и сопредельных территорий [Текст]/ Р.С. Сигида, С.В. Пушкин. – Краснодар: КУБГУ, 2008 - 173с.
189. Брехов О. Г. Использование водных жесткокрылых для предварительной оценки экологического состояния водоемов / О.Г. Брехов // Материалы 3-й международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-3». – Тольятти, 2003. – С. 43.
190. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell S.R. & Cushing C.E. The river continuum concept. // Can. J. Fish. aquat. Sci. – 1980. –№ 37. – P. 130-138
191. Дядичко В.Г. Водные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradeephaga) Северо-Западного Причерноморья: Монография. / В.Г. Дядичко. – Одесса: Астропринт, 2009. – 204 с.
192. Stoermer E.F., Smol J.P. (eds.). 1999. The diatoms: application for the environmental and earth sciences. Cambridge, Univ. Press: 469 pp.
193. Герасим'юк В.П., Шихалеева Г.М., Еннан А.А. та ін. Водорості річки Великий Куяльник // Вісник Од. нац. ун-ту ім. І.І. Мечникова. Т. 13, вип. 14. Біологія. – Одеса, 2008. – С. 37-53.
194. Полищук В.С. Лиманы Северного Причерноморья / Полищук В.С. Замбриборщ Ф. С. , Тимченко В.М. , И.Новиков, ВЛ.Гильман, Л.А. Журавлева, Н.Г. Александрова, А.И. Иванов, Э.Я.Рассова, .Г. Мороз. - Киев : Наука, 1990. - 204 с.
195. Кривошеина М.Г. Роль водной среды в становлении отряда двукрылых (Imecta, Diptera) Russian Ent.J. - 2005. - V.14. № 1. - P. 29-40.
196. Балушкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах [Текст]/ Е.В. Балушкина.- Л.: Наука, 1987. -179 с.
197. Голубков С.М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых [Текст]/ С.М. Голубков // Тр. ЗИН РАН., 2000. - Т. 284. – 294.
198. Зинченко Т. Д. Биондикация как поиск информативных компонентов водных экосистем (на примере хирономид – Diptera, Chironomidae) [Текст] / Т. Д. Зинченко // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. - М., 2005. - Вып. 3. - С. 338-359.
199. Адобовский В.В., Шихалеева Г.Н. Шурова Н.М. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана//Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб.н.тр. вып 1(6).Севастополь. 2002. С.71-82.
200. Хлебович В. В. Физиология эвригалинности: критическая соленость внешней и внутренней среды // Вопросы гидробиологии.- М.: Наука, 1965.- Т. I.- С. 440-441.
201. Хлебович В. В. Критическая соленость биологических процессов.- Л.: Наука, 1974.-230 с.
202. Khlebovich V. V. Some peculiar features of hydrochemical regime and the fauna of mesohaline waters // Marine Biol.- 1968.-Vol. 2.- N. 1.-P. 47-49.

203. Khlebovich V. V. Aspects of animal evolution related to critical salinity and internal state // *Marine Biol.*- 1969.- Vol. 2.- N. 4.- P. 338-345.
204. Kinne O. Salinity - Animals - Invertebrates // *Marine Ecology.-London ect.:* Wiley-Interscience.- 1971.-Vol. 1.- Pt. 2.- P. 821-995.
205. Виноградов А. К- Хорогалинная зона 22-26‰ в морских экосистемах // Тезисы докладов V съезда ВГБО (Тольятти, 15-19 сентября 1986 г.), Куйбышев, 1986.- Ч. I.- С. 64-65.
206. Аладин Н.В., Плотников И.С. Современные проблемы изучения и сохранения биоразнообразия неполносолёных морей и солёных озёр. IV Невский международный экологический конгресс. Санкт-Петербург, 16-17 мая 2011.
207. Выхованец Г. В., Борисович Т. Д. К вопросу о классификации водно-болотных угодий на побережье Черного и Азовского морей. Зайцев Ю.П. Экотон Черного моря // *Экотон в биосфере.* – М.: РАСХН, 1997. – С. 242-258.
208. Залетаев В.С. Мировая сеть экотонов как биосферный феномен // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Тез. докл. Всеросс. семинара, Саратов, 16-17 сент. 1997 г. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1997 б. – С. 3-4.
209. Залетаев В.С. Экотонные системы и проблемы их классификации // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Тез. докл. Всеросс. семинара, Саратов, 16-17 сент. 1997 г. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1997 г. – С. 4-5.
210. Хлебович В.В., Аладин Н.В. Фактор солёности в жизни животных / В.В. Хлебович, Н.В. Аладин // *Вестник РАН.* – 2010. - т. 80. № 5–6. – С. 527-532.
211. Литвиненко Л. И. Жаброногие рачки рода *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири : (география, биоразнообразие, экология, биология и практ. использование) : специальность 03.00.16 «Экология» : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук / Л. И. Литвиненко [Перм. гос. ун-т]. - Пермь, 2009. - 46 с.
212. Радченко Л. А. Влияние температуры и солёности на развитие и выживаемость артемии в экспериментальных условиях [электронный ресурс] <http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2383>.
213. Селиванова Е. А. Эколого-трофическая характеристика микробиоценоза гипергалинного водоема на примере Соль-Илецкого озера Развал (Оренбургская область) [Текст] / Е. А. Селиванова, Н. В. Немцева // Проблемы региональной экологии. - 2011. - N 5 (сентябрь-октябрь). - С. 86-89.
214. Неврова Е.Л. , Шадрин Н.В.. Донные диатомовые водоросли солёных озёр Крыма / Е.Л. Неврова, Н.В. Шадрин // *Мор. екол. журн.* — 2005. — 4, N 4. — С. 61-71
215. Шмаков Г. Одесские лиманы // *Тр. Од. стат. ком.* – Вып. II. – С. 61.
216. Одесские лиманы: соляные промыслы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://odessa.club.com.ua> (станом на 17.11 2010 г.)

217. Рудской М.П. О происхождении лиманов Херсонской губернии // Зап. Новорос. общ. естествоисп. – 1896. – Т. XX. – Вып. 1 (Тр. Комиссии по исследованию лиманов). – 48 с.
218. Вельможко А. Куяльник: Мертвое море Одессы может превратиться в соляную пустыню [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://realityinua.com> (станом на 26.11.2012 р.).
219. История одной плотины – как Куяльницкий лиман разделили на две части [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kaiser-w.livejournal.com> (станом на 09.12 2012 р.).
220. Куяльницкая плотина: скрытое стало явным [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://davauproedem.blogspot.com> (станом на 09.12 2012 р.).
221. Бицилли М.В. Годовой сток бассейна Куяльницкого лимана // Тр. Од. гидромет. ин-та. – 1958. – Т. XII. – С. 235-243.
222. Бурксер Є.С. Солоні озера та лимани України (гідрохімічний нарис) = Le lacs et les liman sales de l'Ukraine (un apescu hudrochinique) // Тр. фіз.-мат. відділу Всеукр. Акад. наук. – 1928. – Т. 8. – Вип. 1. – 341 с.
223. Васильев А.С. Исследования Куяльницкого лимана // Зап. Новорос. общ. естествоисп. – 1898. – Т. XXII. – Вып. 2.
224. Супутникові знімки та карти поверхні Землі [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://maps.google.com> (станом на 24 липня 2011 року).
225. Санаторий Куяльник – история возникновения курорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kuyalnik.com.ua> (станом на 04.09 2012 р.).
226. Грязелечебница санатория Куяльник – история создания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kuyalnik.com.ua> (станом на 02.10 2012 р.).
227. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1936-2011 гг. – Ч. 1 и 2. – Том 2. – Вып. 1. – 1938-2012.
228. Правила експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки. – Одеса: Укрпівдендінпроводгосп, 2015. – 36 с.
229. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
230. Оцінка можливих змін гідроекологічного режиму Куяльницького лиману під впливом глобальних кліматичних змін: Звіт з НДР (науковий керівник: Н.С. Лобода). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 147 с.
231. Колодєєв Є.І. Визначення максимальних витрат води з допомогою позначок рівнів високих вод: Метод. вказ. – Одеса: ОДЕКУ, 2007. – 31 с.
232. Водний кодекс України: (Відомості Верховної Ради України, 1995, № 24, ст. 189). Введений в дію Постановою Верховної Ради України № 214/95-ВР від 6 червня 1995 року (Відомості Верховної Ради України, 1995, № 24, ст. 190). Із змінами.
233. Использование водных ресурсов: Монография. / Под ред. Г.В. Васильченко и др. – Минск: Наука и техника, 1969. – 228 с.

234. Игошин Н.И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоёмов. Гидроэкологические аспекты: Учебное пособие. – Харьков: Бурун Книга, 2009. – 240 с.
235. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 546 с.
236. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 303 с.
237. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 255 с.
238. Гребінь В.В. Регіональний ландшафтно-гідрологічний аналіз сучасного водного річок України: Дис...доктор. Геогр. наук. 11.00.07. – Київ. 2010. – 440с.
239. Даус М.Є., Лобода Н.С. Основні тенденції змін кліматичних чинників у межах водозбору Куяльницького лиману // Український гідрометеорологічний журнал, 2015, №16. – С. 149-155.
240. Школьный С.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обработка та аналіз гідрометеорологічної інформації: підручник. – К.: Міносвіти України, 1999. – 600 с.
241. Клімат України / За редакцією В.М. Ліпинського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. – К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
242. McKee T.B. The relationship of drought frequency and duration to time scales / T.B. McKee, N.J. Doesken, J. Kleist // Proceedings of Eighth Conference on Applied Climatology. – Anaheim (USA). – 1993. – P. 179–184.
243. Vicente-Serrano Sergio M. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index / Sergio M. Vicente-Serrano, Santiago Begueri´A, Juan I. Lo´Pez-Moreno // Journal of climate. – 2010. – P. 1698-1718.
244. Електронний ресурс <http://digital.csic.es/handle/10261/10002>
245. Разии Т. Мониторинг засухи с использованием показателя SPI в провинции Ядз, Иран / Т. Разии, Б. Сагафьян, А. Шокухи // Публикации Тренингового центра МКВК. – Ташкент, 2005. – Вып.12. – с. 27-37
246. Божок Ю.В. Річний та меженний стік річок Північно-Західного Причорномор'я в умовах змін клімату: Дис...канд.геогр.наук. 11.00.07. – Одеса. 2015. – 300с.
247. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь / А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
248. Букша І.Ф. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату / І.Ф. Букша, П.Ф. Гожик, Ж.Л. Ємельянова, І.В. Трофімова, А.І. Шерешевський. – Київ, 1998. – 210 с.
249. Лобода Н.С., Коробчинская А.А., Рудник А.А. Изменения климата и его влияние на реки Украины // Український Гідрометеорологічний журнал. Головний редактор С.М. Степаненко. – Одеса: Вид. “ТЕС” - №6.-2010. – С.199-204.

250. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: Підручник / Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук. – Одеса: ТЕС, 2014. – 484 с.
251. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Водні ресурси України у зв'язку з кліматичними умовами / Н.С. Лобода, Є.Д. Гопченко // 36. наук. пр. Укр. географ. тов. Україна: географічні проблеми сталого розвитку. – 2004. – С. 144-146.
252. Лобода Н.С. Оцінка припливу прісних вод до північно-західної частини Чорного моря. Постановка проблеми та шляхи вирішення. // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. - №2 (36) (червень). – С.63-67.
253. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С. Дослідження впливу змін річкового стоку за кліматичними сценаріями на гідроекологічний стан північно-західної частини Чорного моря // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія:біологія. Спеціальний випуск: гідроекологія.- № 3 (44). -2010. – С. 143-145.
254. Лобода Н.С. Оценка притока пресных вод в Тилигульский лиман (розділ колективної монографії під ред.Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко) // Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья.- Одесса:ТЭС,2012.- С.140-148.
255. ДБН України. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. ДБН В.2.4. – Київ, 2014. – 137 с.
256. Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова. СР D.01.05-2012. (у співавторстві). – 180с.
257. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр, 2003. – С. 136-137.
258. Шерешевский А.И., Вишневский П.Ф. Норма и изменчивость годового стока рек Украины // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 3. – С. 81-91.
259. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности: монография / Е.Д. Гопченко, М.Е. Романчук. – К.: КНТ, 2005. – 149 с.
260. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є. Кічук Н.С. Уточнення розрахункових модулів паводкового стоку на річках півдня України // Український гідрометеорологічний журнал. – 2013. – Вип. 13. – С. 92-98.
261. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Кічук Н.С., Романчук М.Є. Удосконалення нормативної бази для визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок у межах Причорноморської низовини // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – Вип. 14. – С. 193-203.
262. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.

263. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т.6 – Вып.2: Украина и Молдавия. – 884 с.
264. Шерешевський А.І. Оцінка змін випаровування з водної поверхні території України / А.І. Шерешевський, Л.К. Синицька // Наук. Праці УкрНДГМІ. - 2000. – Вип.248. – С.67-76.
265. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С. Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу / Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 249. – С.106-120.
266. Мезенцев В.С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В.С. Мезенцев, И.В. Карнацевич. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 75с.
267. Мезенцев В.С. Расчеты водного баланса: Учебное пособие / В.С. Мезенцев. - Омск, 1976.- 76с.
268. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / Под. ред. В.С. Мезенцева. - М.: Колос, 1974. – 240 с.
269. Лобода Н.С., Гопченко Е.Д. Нормування характеристик природного річного стоку України / Н.С. Лобода, Е.Д. Гопченко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип.252. – С. 5-10.
270. Справочник по климату СССР. Украинская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - вып.10.,ч.II. - 607 с.
271. Справочник по климату СССР. Молдавская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - вып.11.,ч.IV. - 127 с.
272. Справочник по климату СССР. Украинская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - вып.10.,ч.IV. - 696 с.
273. Коваленко В.В. Динамические и стохастические модели гидрологического цикла. – Л.: ЛПИ, - 1988. – 34 с.
274. Лобода Н.С. Формализм функций памяти и мультифрактальный подход в задачах моделирования годового стока рек и его изменения под влиянием факторов антропогенной деятельности // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2002. – Вип. 45. - С. 140 -146.
275. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках. - Навчальний посібник.– Одеса: Екологія, 2006. – 200 с.
276. Loboda N.S. & Phan Van Chinnh. Statistical modelling and estimating the irrigation and man-made effect on annual runoff and water resources // GIS and Remote Sensing in Hydrology, Water Resources and Environment. (proceedings of ICGRHWE held Tree Gerges Dam, Chine.) – 2004. – IAHS Publication 289 in the IAHS Series of Proceedings and Reports. – P.215-218.
277. Болгов М.В. Марковские процессы в гидрологии / М.В. Болгов, И.О. Сарманов, О.В. Сарманов. –Москва: Институт водных проблем РАН, 2009. - 210 с.
278. Лобода Н.С. Системный подход и функции отклика гидрологической системы на антропогенные воздействия при математическом моделировании бытового стока // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2004. – Вип. 48. - С. 416 – 424.

279. Лобода Н.С. Проблемы гидрологических расчетов в условиях антропогенного воздействия и модель "климат -сток" // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2007. – Вип. 50. частина друга- С. 14 – 19.
280. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Применение методов статистического моделирования при оценке изменений годового стока рек под влиянием орошения // Метеорология и гидрология. – 1986. - №9. – С. 79-84.
281. П'яте національне повідомлення України з питань зміни клімату. – К: Мінприроди України, 2009. – 282 с.
282. Васильченко В.В. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. / В.В.Васильченко, М.В. Рапцун, І.В. Трофімова. – Київ, 1998. – С. 5-29
283. Гопченко Е.Д. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления / Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода // Гидробиологический журнал. – 2000. – Т.36, №3. – С. 67-78.
284. Лобода Н.С. Мінливість клімату та водних ресурсів Закарпаття / Н.С. Лобода, Ю.В. Божок // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. – Вип.12. - С. 161-167.
285. IPCC (2000) Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Special Report In Emissions Scenarios (SRES). - University Press, UK, 2000. – 570 p.
286. IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, 2007. – 996 p.
287. Електронний ресурс <http://ensemblesrt3.dmi.dk>
288. Wörner V., Hesse C., Stefanova A., Krysanova V. Evaluation of climate scenarios for the lagoons. – Potsdam Institute for Climate Impact Research, 2012. – 40 p.
289. Roeckner E., Arpe K., Bengtsson L., Cristoph M., Claussen M., Dumenil L., Esch M., Schlese U., Schulzweida U. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate. – Hamburg: MPI fur Meteorologie, 1996 – Report No.218. – 90 p.
290. Roeckner E., Arpe K., Bengtsson L., Cristoph M., Claussen M., Dumenil L., Esch M., Schlese U., Schulzweida U. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate. – Hamburg: MPI fur Meteorologie, 1996 – Report No.218. – 90 p.
291. Jacob D., Van den Hurk B.JJ.M., Andre U., Elgered G., Fortelius C., Graham L.P., Jackson S.D., Karstens U., Kopken Chr., Lindau R., Podzun R., Rockel B., Rubel F., Sass B.H., Smith R.N.B., Yang X. A comprehensive model intercomparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period // Meteorology and Atmospheric Physics. – 2001. – Vol. 77. – P. 61-73.
292. Pfeifer S. Modeling cold cloud processes with the regional climate model REMO / PhD Thesis. – Hamburg: University of Hamburg, 2006. – 120 p.

293. Krakovska S., Goettel H., Jacob D., Pfeifer S. Study of the flood events in the Carpathians and along the Elbe river with aid of the numerical models // *Geophysical Research Abstracts*. – 2006. – Vol. 8. – 00060. – SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-00060.
294. Uppala S.M., Kellberg P.W., Simmons A.J. et al. The ERA-40 reanalysis // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* – 2005. – Vol. 131. – P. 2961-3012.
295. Паламарчук Л.В., Краковская С.В., Шедеменко И.П., Дюкель Г.А., Гнатюк Н.В. Верификация данных Мирового климатического центра (CRU) и региональной модели климата (REMO) относительно прогноза поля осадков в Украине за контрольный период 1961-1990 гг. // *Наукові праці УкрНДГМІ*. – 2009. – Вип. 258. – С. 69-83.
296. Отченаш Н. Д. Обґрунтування вибору регіональної кліматичної моделі для аналізу кліматичних змін та водних ресурсів в межах водозбору Куяльницького лиману // *Вісник Одеського державного екологічного університету*. —2015. — Вип. 19. — С.120-125.
297. Лобода Н.С. Оцінка стану водних ресурсів України в умовах змін регіонального клімату та їх вплив на економіку України (розділ колективної монографії під ред. Степаненко С.М., Польового А.М.) // *Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України*. – Одеса.: Екологія. – 2011. – С.566-605.
298. Loboda N.S. The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence // *Climate and Water*. – 1998. – Vol. 1. –P. 1486-1494.
299. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Оцінка водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману в умовах змін глобального клімату // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. збірник*. – 2014. – Т. 1(32). – С. 32-40.
300. Родда Дж. Грани гидрологии: Монография / Дж. Родда. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т.2. – 534 с.
301. UNESCO, Map of the world distribution of arid regions. MAB Technical Note no 7. – 1979.
302. Снижко С. Оценка изменения водного стока рек Украины на основе водно-балансовых моделей / С. Снижко, И. Куприков, О. Шевченко // *Фізична географія та геоморфологія*. – 2012. – Вип.2 (66). – С. 157-161.
303. Сніжко С. Зміна клімату і ресурси місцевого стоку в Україні у ХХІ столітті/ С. Сніжко, М. Яцюк, І. Купріков, О. Шевченко, В. Струтинська // *Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук.праць*. – Н.:ФОП «Лисенко М.М.», 2012. -Т.1 – С.77-80.
304. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на водні ресурси водозбору Куяльницького лиману у сценарних кліматичних умовах // *Український гідрометеорологічний журнал*. – 2015.- №16. – С. 189-195.
305. Гриб О.М. Оцінка рівнів та мінералізації води Куяльницького лиману при його поповненні водами Чорного моря // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. – 2015. – Т. 1(36). – С. 93-101.

306. Горев Л.М., Пелешенко В.И., Кирничный В.В. Методика оптимизации природной среды обитания. – К.: Либідь, 1992. – 528 с.
307. Гриб О. М., Нікітін П. С., Сімон Г. М., Гриб К. О. Оцінка хімічного складу атмосферних опадів в районі Сухого лиману в 2014-2015 роках / Сучасні соціально-екологічні проблеми Сухого лиману та шляхи їх вирішення : зб. наук. ст. за матер. Всеукр. наук.-практ. конф. // смт Таїрове, 17 жовт. 2015 р. / ОДЕКУ; за заг. ред. М. Г. Сербова, О. М. Гриба. – Одеса: Букаєв Вадим Вікторович, 2015. – С. 81-84.
308. Гриб О. М., Гриб К. О. Характеристика хімічного складу атмосферних опадів в районі Куяльницького лиману (м. Одеса) / Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища: Зб. наук. пр. Другої Всеукр. наук.-практ. конф. за міжнар. уч. (Рівне, 21-23 жовтня 2015 р.) / Рівненський держ. гуманітарний університет; за ред. проф. Д. Л. Лико [та ін.]. – Рівне: РДГУ, 2015. – С. 38-39.
309. Гриб О.М. Оцінка випаровування з водної поверхні в районі Тилігульського лиману // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2014. – № 17. – С. 173-184.
310. Каганер М.С., Дюкель Н.Г. Испарение с водной поверхности на территории Украины и Молдавии // Тр. УкрНИИГМИ. – 1966. – Вып. 64. – С. 155-180.
311. Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара // Зап. Всесоюз. географ. общ-ва: нов. сер. – 1948. – Т. 1. – 223 с.
312. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
313. Deltares, 2014. Delft3D-FLOW, вихідний код [Електронний ресурс] // Спілка користувачів відкритого програмного забезпечення Delft3D. URL: <http://oss.deltares.nl/web/delft3d/>.
314. Deltares, 2013. Delft3D-FLOW – Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments – User Manual, version 3.15. Deltares systems, Delft, the Netherlands. 702 pp.
315. UNESCO, 1981a. Background papers and supporting data on the international equation of state 1980. Tech. Rep. 38, UNESCO. 1980, 324 pp.
316. Wu, Jin, 1994. The sea surface is aerodynamically rough even under light winds. Boundary layer Meteorology, 69, 149-58.
317. Burchard, H. and H. Baumert, 1995. On the performance of a mixed-large model based on the k-epsilon turbulence closure. Journal of Geophysical Research 100 (C5): 8523-8540. 217, 225.
318. Окубо А., Озмидов Р.В. Эмпирическая зависимость коэффициента горизонтальной диффузии в океане от масштаба явления // ФАО, 1970, т. VI, №5. – С. 534-536.
319. Gill, A.E. Atmosphere-Ocean Dynamics. International Geophysics Series. Academic Press, 1982, vol.30. 680 p.
320. Lane, A., 1989. The heat balance of the North Sea. Tech. Rep. 8, Proudman Oceanographic Laboratory. 243, 254.

321. Гриб О.М. Історичні відомості про штучне поповнення Куяльницького лиману водами інших водойм // Матер. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан; проблеми водного та екологічного менеджменту, рекомендації щодо їх вирішення» – Одеса: ОДЕКУ, 2014 р. – С.61-63.
322. Адобовский В.В., Богатова Ю.И. Особенности современного гидролого-гидрохимического режима Куяльницького лимана и прогнозная оценка его составляющих в условиях возможного пополнения водоема морскими и пресными водами // Український гідрометеорологічний журнал, № 13, 2013.- С.127-137.
323. Chow, Ven Te, 1959. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York, 1959. 680 pp. Illus.
324. Мелкомасштабная структура гидрофизических полей верхнего слоя океана / Под.ред. Ю.П. Доронина и В.Н. Степанова. – М.: Московское отделение Гидрометеоиздата, 1988. – 164 с.
325. Simon, A.J., Kent, E.C., Taylor, P.K. 1999. The Southampton Oceanography Centre (SOC) Ocean-Atmosphere Heat, Momentum and Freshwater Flux Atlas. Tech. rept. Southampton Oceanography Centre.

Додаток А

Результати моніторингу стану Куяльницького лиману
за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

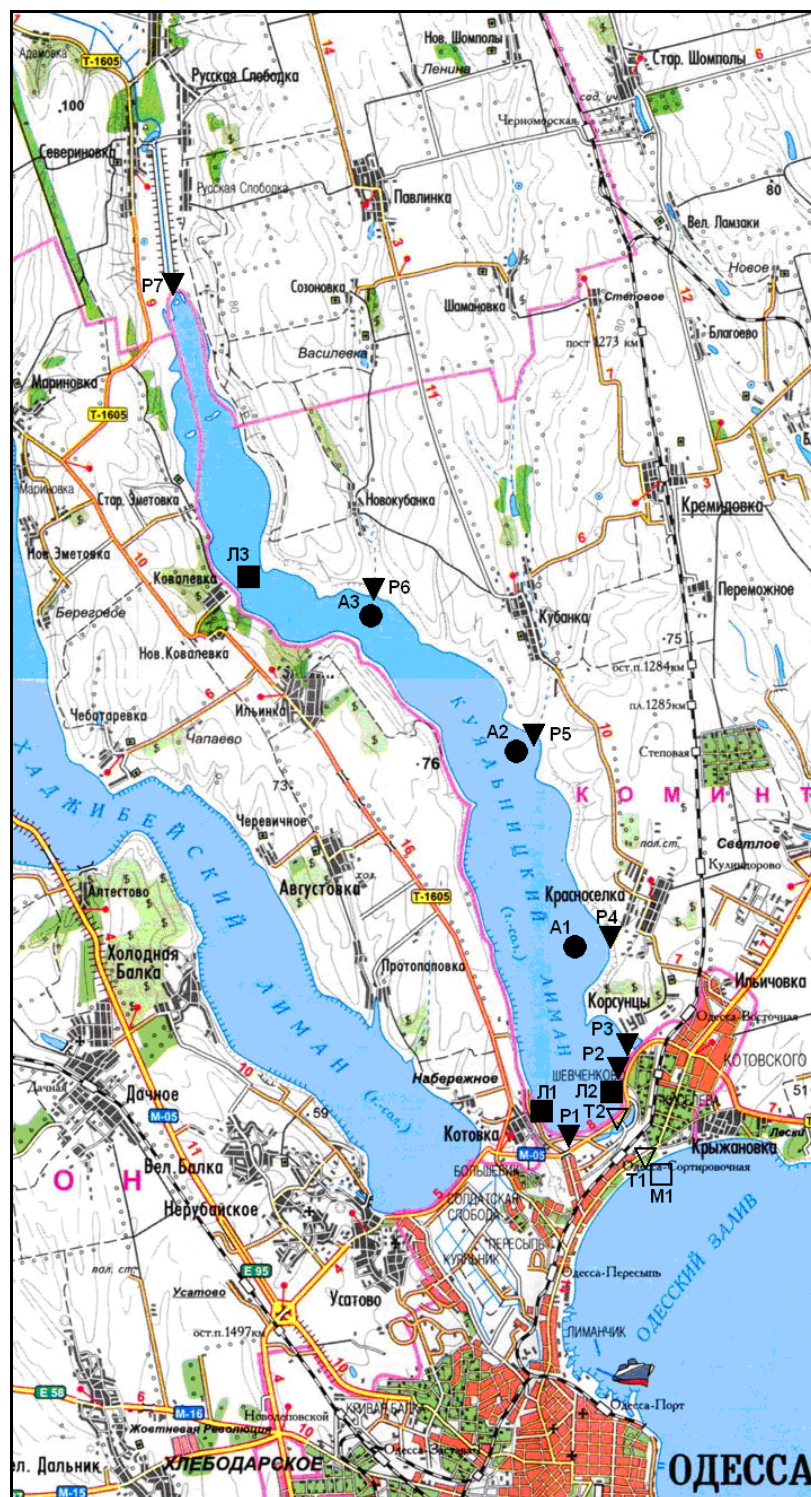


Рисунок А.1 – Мережа ОДЕКУ для моніторингу стану Куяльницького лиману, трубопроводу «море-лиман» і Одеської затоки (на урізі в створі труби) у 2015 р.:

- – позначення станцій моніторингу в прибережних ділянках лиману (Л1, Л2, Л3);
- – позначення станцій моніторингу в акваторії лиману (А1, А2, А3);
- ▼ – позначення станцій моніторингу на притоках лиману (Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, Р6, Р7);
- ▽ – позначення станцій моніторингу в трубопроводі «море-лиман» (Т1, Т2);
- – позначення станції моніторингу на урізі моря в створі трубопроводу «море-лиман» (М1)

Таблиця А.1 – Результати моніторингу на станції **М1** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
М1	46° 33' 08.9"	30° 46' 04.0"	22.12.2014	12:30	-	-	-	-
<i>уріз моря</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
(відм. Rp1 =			22.01.2015	-	-	-	-	-
= 2.049 м БС;			28.01.2015	10:25	-	-	-	-
відм. Rp2 =			07.02.2015	8:00	-	-	-	-
= 2.060 м БС)			14.02.2015	8:05	Rp1	-	-0.13	-
			21.02.2015	8:05	-	-	-	-
			27.02.2015	10:15	Rp1	-	-0.16	-0.03
			07.03.2015	8:10	Rp1	-	-0.45	-0.29
			14.03.2015	7:35	Rp1	-15	-0.17	0.28
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	8:15	Rp1	-15	-0.17	0.00
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	7:25	Rp1	-32	-0.34	-0.17
			11.04.2015	7:45	Rp1	-8	-0.10	0.24
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	8:35	Rp1	-	-0.18	-0.08
			01.05.2015	8:05	Rp1	-	-0.17	0.01
			07.05.2015	9:25-9:45	Rp1	-	-0.15	0.02
			26.05.2015	8:20-8:30	Rp1	-	-0.07	0.08
			05.06.2015	10:30-10:45	Rp1	-	-0.07	0.00
			23.08.2015	8:40-8:45	Rp1	-	-0.22	-0.15
			19.09.2015	8:45-8:55	Rp1	-	-0.24	-0.02
			31.10.2015	8:45-8:55	Rp1	-	-0.25	-0.01
			28.11.2015	8:35-8:45	Rp1	-	-0.06	0.19

Продовження табл. А.1

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
2.1	0.50	0.10	XVI (на білому фоні)	жовтий	1099.73
1.7	0.50	0.15	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	168.89
1.4	0.50	0.25	XII (на білому фоні)	жовтувато-зелений	109.23
0.4	-	0.70	XIV (на білому фоні)	зеленувато-жовтий	72.44
4.0	0.50	0.25	XIX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	57.82
3.0	0.50	0.15	XVI (на білому фоні)	жовтий	24.17
3.7	1.00	1.00 (до дна)	X (на чорному фоні)	зелений	15.23
-	-	-	-	-	-
4.8	1.20	1.20 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	19.37
-	-	-	-	-	-
4.9	1.20	1.20 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	68.37
6.0	1.10	1.10 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	44.46
-	-	-	-	-	-
7.0	1.50	1.50 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	15.65
11.6	1.60	1.60 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	14.53
13.9	1.50	1.50 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	46.50
20.8	1.50	1.50 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	15.64
18.0	0.60	0.60 (до дна)	XI-XII (на чорному фоні)	жовтувато-зелений	57.26
21.7	1.10	1.10 (до дна)	XII (на чорному фоні)	жовтувато-зелений	104.30
21.6	0.90	0.90 (до дна)	XIV (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	4.15
10.1	1.00	0.30	XIV (на білому фоні)	зеленувато-жовтий	23.22
7.4	0.50	0.20	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	114.04

Продовження табл. А.1

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	16.45	14.38	16.22	2.06	12.55
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	14.01	12.59	13.89	1.41	10.08
-	-	-	-	17.44	15.37	17.27	2.08	11.91
-	-	-	-	17.51	15.79	17.30	1.72	9.82
-	-	-	-	16.39	14.22	16.23	2.17	13.22
-	-	-	-	11.71	10.23	11.64	1.48	12.64
-	-	-	-	15.69	13.99	15.54	1.71	10.88
-	-	-	-	17.64	14.35	17.45	3.29	18.66
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	14.66	13.15	14.51	1.51	10.31
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	17.19	15.55	17.02	1.65	9.58
-	-	-	-	17.37	15.75	17.20	1.62	9.33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	18.72	16.33	18.49	2.39	12.75
-	-	-	-	17.42	15.05	17.23	2.37	13.62
-	-	-	-	17.47	14.33	17.28	3.14	17.96
-	-	-	-	16.82	11.47	11.37	5.35	31.78
-	-	-	-	19.85	16.29	16.09	3.57	17.97
-	-	-	-	17.99	14.45	14.23	3.55	19.71
-	-	-	-	17.91	15.54	15.34	2.37	13.22
-	-	-	-	19.68	-	-	-	-
-	-	-	-	17.97				

Продовження табл. А.1

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
8.16	29.260	16.500	1.014	ясно	-	-	-	2 м на південь від урізу води
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.96	22.970	12.900	1.008	дощ	-	-	-	2 м на південь від урізу води
8.19	28.030	15.800	1.010	немає	-	-	-	— // —
8.17	28.590	16.100	1.012	туман	штиль	0	-	— // —
8.20	26.170	14.700	1.010	немає	південний	0-2	зяб	— // —
8.20	19.250	10.800	1.006	немає	штиль	0	-	— // —
8.16	25.820	14.500	1.010	немає	північний	0-1	хвилі висотою до 0.30 м	— // —
8.09	25.660	14.400	1.011	немає	штиль	0	хвилі висотою до 0.50 м	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.23	26.400	14.800	1.010	ясно	східний	1-2 (до 5-10)	хвилі висотою до 0.10-0.15 м	2 м на південь від урізу води
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.27	27.990	15.700	1.010	ясно	північно-західний	10-15	зяб	2 м на південь від урізу води
8.15	28.930	16.300	1.010	ясно	штиль	0	гладь	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	29.690	16.700	1.012	ясно	штиль	0	зяб	2 м на південь від урізу води
8.21	27.460	15.400	1.011	ясно	штиль	0	зяб	— // —
8.36	27.120	15.300	1.011	хмарно	південно-східний	5-10	хвилі до 0.10 м	— // —
8.20	22.960	12.900	1.009	ясно	штиль	0	зяб (хвилі до 0.02 м)	— // —
8.03	29.550	16.600	1.012	хмарно	північний	2-5	зяб (хвилі до 0.10 м)	Зел. водор. вздовж урізу, сл. зап. гниття
8.08	26.040	14.600	1.015	ясно	штиль	0	зяб (хвилі до 0.10 м)	2 м на південь від урізу води
8.24	27.550	15.500	1.013	ясно	штиль	0	зяб (хвилі до 0.20 м)	— // —
8.25	28.900	16.300	1.012	ясно	штиль	0	хвилі у берега до 0.50 м	— // —
8.19	27.300	15.400	1.010	хмарно	східний	5-10	хвилі висотою до 1.00 м	— // —

Таблиця А.2 – Результати моніторингу на станції **T1** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1	46° 33' 10.5"	30° 46' 02.7"	22.12.2014	12:35	Rp4	-53	-0.33	-
<i>труба - колодязь</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
(відм. Rp3 =			22.01.2015	-	-	-	-	-
= 1.75 м БС;			28.01.2015	10:45	Rp4	-109	-0.89	-0.56
відм. Rp4 =			07.02.2015	8:10	Rp4	-110	-0.90	-0.01
= 0.20 м БС;			14.02.2015	8:15	Rp4	-111	-0.91	-0.01
відм. дна колод. =			21.02.2015	8:15	Rp4	-110	-0.90	0.01
= - 2.36 м БС)			27.02.2015	10:25	Rp4	-118	-0.98	-0.08
			07.03.2015	8:30	Rp4	-117	-0.97	0.01
			14.03.2015	7:50	Rp4	-208	-1.88	-0.91
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	8:35	Rp4	-134	-1.14	0.74
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	7:35	Rp4	-146	-1.26	-0.12
			11.04.2015	7:55	Rp4	-126	-1.06	0.20
			17.04.2015	16:45	Rp4	-	-	-
			22.04.2015	8:45	от Rp4 до дна	-	-	-
			01.05.2015	не працює	-	-	-	-
			07.05.2015	не працює	-	-	-	-
			26.05.2015	не працює	-	-	-	-
			05.06.2015	не працює	-	-	-	-
			23.08.2015	не працює	-	-	-	-
			19.09.2015	не працює	-	-	-	-
			31.10.2015	не працює	-	-	-	-
			28.11.2015	не працює	-	-	-	-

Продовження табл. А.2

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1.7	1.47	(до дна)	-	-	0.00
2.2	1.46	(до дна)	-	-	30.10
1.4	1.45	(до дна)	-	-	17.45
1.4	1.46	(до дна)	-	-	36.50
3.1	1.38	(до дна)	-	-	21.21
2.7	1.39	(до дна)	-	-	12.36
4.8	0.48	(до дна)	-	-	7.24
-	-	-	-	-	-
4.9	1.22	(до дна)	-	-	10.34
-	-	-	-	-	-
4.8	1.10	(до дна)	-	-	25.85
6.2	1.30	(до дна)	-	-	13.94
9.4	-	-	-	-	-
-	2.56	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.2

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	стік води в лиман відсутній	КОЛОДЯЗЬ
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.19	22.910	12.800	1.009	-	-	-	-	КОЛОДЯЗЬ
8.22	27.610	15.500	1.011	-	-	-	-	— // —
8.24	27.600	15.500	1.010	-	-	-	-	— // —
8.23	26.610	15.000	1.007	-	-	-	-	— // —
8.36	19.810	11.100	1.007	-	-	-	-	— // —
8.14	26.130	14.700	1.009	-	-	-	-	— // —
8.13	24.670	13.800	1.010	-	-	-	мор. вода не поступає з 14:00 12.03.15 р.	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.24	27.450	15.400	1.011	-	-	-	морська вода поступає з 08:00 16.03.15 р.	КОЛОДЯЗЬ
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.22	29.160	16.400	1.010	-	-	-	-	КОЛОДЯЗЬ
8.05	28.950	16.300	1.010	-	-	-	-	— // —
8.24	29.320	16.500	1.011	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	морська вода не поступає з 21.04.15 р.	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця А.3 – Результати моніторингу на станції **T2** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
T2	46° 33' 53.6"	30° 45' 24.8"	22.12.2014	-	-	-	-	-
труба - лиман			10.01.2015	10:10-11:20	-	-	-	-
(відм. дороги з			22.01.2015	12:00	-	-	-	-
сторони лиману =			28.01.2015	12:10-12:40	-	-	-	-
= - 0.87 м БС)			07.02.2015	8:20-8:45	верх труби	-67	-	-
			14.02.2015	10:30-10:40	верх труби	-67	-	0.00
			21.02.2015	10:10-10:40	верх труби	-62	-	0.05
			27.02.2015	13:35-14:00	верх труби	-67	-	-0.05
			07.03.2015	15:50	верх труби	-66	-	0.01
			14.03.2015	9:00	верх труби	-107	-	-0.41
			16.03.2015	15:50-16:20	верх труби	-66	-	0.41
			23.03.2015	10:10-10:40	верх труби	-68	-	-0.02
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	8:55-9:25	верх труби	-74	-	-0.06
			11.04.2015	8:55-9:25	верх труби	-66	-	0.08
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	10:30	верх труби	-106	-	-0.40
			01.05.2015	9:20	верх труби	-106	-	0.00
			07.05.2015	10:50-11:00	верх труби	-106	-	0.00
			26.05.2015	не працює	-	-	-	-
			05.06.2015	не працює	-	-	-	-
			23.08.2015	не працює	-	-	-	-
			19.09.2015	не працює	-	-	-	-
			31.10.2015	не працює	-	-	-	-
			28.11.2015	не працює	-	-	-	-

Продовження табл. А.3

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
1.4	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1.3	-	-	-	-	3.77
2.1	-	-	-	-	64.05
1.4	-	-	-	-	57.47
1.3	-	-	-	-	111.58
2.4	-	-	-	-	21.70
3.9	-	-	-	-	5.17
4.8	0.015	-	-	-	0.00
5.6	-	-	-	-	43.81
5.0	-	-	-	-	3.41
-	-	-	-	-	-
4.8	-	-	-	-	25.23
6.5	-	-	-	-	16.18
-	-	-	-	-	-
8.1	0.02	-	-	-	22.72
8.8	0.025	-	-	-	8.53
11.8	0.02	-	-	-	3.15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.3

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	1.03	-	-	-	-	-	-
330 (в лиман)	-	0.60	-	18.13	16.35	17.93	1.77	9.78
330 (в лиман)	-	0.60	-	8.36	7.38	8.32	0.98	11.75
330 (в лиман)	-	1.16	4.37	13.43	12.11	13.31	1.32	9.81
330 (в лиман)	-	1.15	73.66	17.11	15.10	16.87	2.01	11.73
330 (в лиман)	-	1.12	64.37	16.98	14.94	16.83	2.04	12.04
330 (в лиман)	-	1.31	146.17	16.37	12.26	16.21	4.12	25.15
330 (в лиман)	1.37	1.23	26.69	12.11	10.76	12.04	1.35	11.12
330 (в лиман)	1.16	1.21	6.26	16.04	14.27	15.88	1.78	11.07
330 (в лиман)	0.471	0.001	0.00	8.28	6.87	8.25	1.42	17.11
330 (в лиман)	1.26	1.22	53.45	16.09	13.24	15.95	2.85	17.72
330 (в лиман)	1.27	1.17	3.99	15.96	14.37	15.80	1.59	9.95
-	-	-	-	-	-	-	-	-
330 (в лиман)	0.94	1.00	25.23	17.91	16.12	17.71	1.79	9.97
330 (в лиман)	0.99	1.16	18.77	17.53	15.84	17.34	1.68	9.60
-	-	-	-	-	-	-	-	-
330 (в лиман)	0.50	0.002	0.05	6.15	5.18	6.13	0.96	15.68
330 (в лиман)	0.38	0.002	0.02	4.65	4.04	4.64	0.61	13.16
330 (в лиман)	0.40	0.002	0.01	4.94	4.13	4.92	0.81	16.48
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.3

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.26	29.500	16.600	1.011	ясно	північний	2-5	льодостав на ділянці солепромислу	10 м на північ від гирла труби
8.24	14.190	7.860	1.005	-	-	-	-	— // —
8.21	22.730	12.700	1.009	-	-	-	чисто	— // —
8.23	27.750	15.600	1.014	-	-	-	чисто	— // —
8.22	27.340	15.400	1.009	-	-	-	чисто	— // —
8.26	26.510	14.900	1.010	-	штиль	0	обростання перифітоном	— // —
8.38	19.940	11.100	1.006	ясно	південний	1-2	обростання перифітоном	— // —
8.15	16.160	14.700	1.010	ясно	північний	10-15 (до 20)	обростання перифітоном	— // —
7.83	12.870	7.110	1.004	ясно	штиль	0	каналізація (?), дуже сильний гнил. запах	в гирлі труби, морської води немає
8.19	24.670	13.900	1.009	ясно	східний	5-10	морська вода поступає з 08:00 16.03.15 р.	10 м на північ від гирла труби
8.25	27.370	15.400	1.010	ясно	східний	10-15	обростання перифітоном, піна	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.24	29.330	16.500	1.011	похмуро	північно-західний	15-20	довжина перифітону – 9 см, піна	10 м на північ від гирла труби
8.17	28.600	16.100	1.011	ясно	штиль	0	довжина перифітону – 22 см, піна	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.80	9.290	5.050	1.003	ясно	штиль	0	каналізація (?), дуже сильний запах H ₂ S	в гирлі труби, морської води немає
8.03	7.080	3.780	1.002	ясно	штиль	0	помітний запах H ₂ S та рибний	в гирлі труби, морської води немає
8.06	7.230	3.860	1.003	хмарно	південно-східний	0-5	довжина перифітону 3 см, піна, цвітіння	в гирлі труби, морської води немає
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця А.4 – Результати моніторингу на станції **P1** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
P1 <i>лоток з пересипу</i>	46° 33' 40.1"	30° 44' 25.4"	22.12.2014	-	-	-	-	-
			10.01.2015	-	-	-	-	-
			22.01.2015	-	-	-	-	-
			28.01.2015	12:50-13:00	верх лівої стінки	-19	-	-
			07.02.2015	8:40	верх лівої стінки	-18	-	0.01
			14.02.2015	11:00	верх лівої стінки	-17	-	0.01
			21.02.2015	11:05	верх лівої стінки	-21	-	-0.04
			27.02.2015	14:15	верх лівої стінки	-17	-	0.04
			07.03.2015	16:55	верх лівої стінки	-17	-	0.00
			14.03.2015	8:20	верх лівої стінки	-28	-	-0.11
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	9:25	верх лівої стінки	-26	-	0.02
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	8:05	верх лівої стінки	-28	-	-0.02
			11.04.2015	8:20	верх лівої стінки	-27	-	0.01
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	9:40	верх лівої стінки	-32	-	-0.05
			01.05.2015	8:45	верх лівої стінки	-20	-	0.12
			07.05.2015	10:15-10:20	верх лівої стінки	-27	-	-0.07
			26.05.2015	8:55-9:00	верх лівої стінки	-22	-	0.05
			05.06.2015	11:25-11:30	верх лівої стінки	-27	-	-0.05
			23.08.2015	9:10-9:15	верх лівої стінки	-31	-	-0.04
			19.09.2015	9:15-9:20	верх лівої стінки	-24	-	0.07
			31.10.2015	9:20-9:25	верх лівої стінки	-36	-	-0.12
			28.11.2015	9:05-9:15	верх лівої стінки	-34	-	0.02

Продовження табл. А.4

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1.8	0.66	0.66 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	0.00
1.2	0.67	0.67 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0.00
-	0.68	0.68 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	23.89
0.3	0.35	0.64 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	140.29
5.3	0.68	0.68 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	6.94
5.6	0.68	0.68 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	1.25
5.1	0.57	0.57 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	78.11
-	-	-	-	-	-
5.4	0.59	0.59 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	0.00
-	-	-	-	-	-
5.1	0.57	0.57 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	6.61
7.4	0.58	0.58 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	9.60
-	-	-	-	-	-
6.9	0.51	0.51 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	0.00
12.2	0.62	0.62 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	4.51
13.5	0.59	0.59 (до дна)	XIX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	1.41
17.7	0.62	0.62 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0.00
18.6	0.59	0.59 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	24.20
17.6	0.52	0.52 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	155.77
16.6	0.58	0.58 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	10.30
5.3	0.48	0.48 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0.00
5.6	0.50	0.50 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	0.00

Продовження табл. А.4

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 (в лиман)	0.080	0.054	0.00	2.75	2.19	2.75	0.56	20.33
360 (в лиман)	0.080	0.055	0.00	2.84	2.38	2.84	0.46	16.16
360 (в лиман)	0.030	0.021	0.50	2.94	2.24	2.95	0.70	23.88
360 (в лиман)	0.092	0.060	8.47	2.72	2.20	2.72	0.52	18.99
360 (в лиман)	0.060	0.042	0.29	2.77	2.49	2.79	0.28	10.13
360 (в лиман)	0.024	0.017	0.02	2.87	2.41	2.87	0.46	16.02
360 (в лиман)	0.12	0.069	5.43	2.70	2.23	2.70	0.47	17.59
-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 (в лиман)	0.053	0.032	0.00	2.95	2.50	2.95	0.46	15.43
-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 (в лиман)	0.083	0.048	0.32	2.81	2.23	2.81	0.58	20.63
360 (в лиман)	0.12	0.071	0.68	2.62	1.95	2.62	0.66	25.40
-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 (в лиман)	0.053	0.028	0.00	2.52	2.16	2.52	0.36	14.17
360 (в лиман)	0.048	0.032	0.14	2.26	1.79	2.26	0.47	20.91
360 (в лиман)	0.044	0.026	0.04	2.48	2.00	2.47	0.47	19.18
360 (в лиман)	0.014	0.009	0.00	1.91	1.36	1.36	0.55	28.71
360 (в лиман)	0.033	0.019	0.47	1.70	1.46	1.46	0.24	13.88
360 (в лиман)	0.000	0.002	0.31	1.22	0.95	0.95	0.27	21.96
360 (в лиман)	0.000	0.002	0.02	1.07	1.06	1.06	0.02	1.40
360 (в лиман)	0.029	0.014	0.00	1.41	-	-	-	-
360 (в лиман)	0.063	0.032	0.00	2.02				

Продовження табл. А.4

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, и, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.55	4.550	2.370	1.000	-	-	-	чисто	в створі дамби старої заліз. дор.
7.82	4.630	2.420	0.999	-	-	-	чисто	— // —
7.86	4.760	2.480	0.997	іній	північний	0-2	льодостав, $h_i = 0.005$ м	— // —
7.74	4.450	2.320	0.998	-	-	-	льодостав, $h_i = 0.06$ м	5 м к лиману від основного створу
7.89	4.560	2.370	0.996	ясно	штиль	0	чисто	в створі дамби старої заліз. дор.
7.95	4.700	2.450	1.002	ясно	північний	10-15	чисто	— // —
7.80	4.430	2.300	1.001	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.02	4.172	2.163	1.000	ясно	північно-східний	2-5 (до 10)	чисто	в створі дамби старої заліз. дор.
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.93	4.728	2.468	1.000	ясно	північно-західний	10-15	чисто	в створі дамби старої заліз. дор.
7.76	4.333	2.251	1.000	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.86	4.129	2.140	1.001	ясно	штиль	0	чисто	в створі дамби старої заліз. дор.
7.91	3.622	1.865	0.999	ясно	штиль	0	чисто, 5 м н. г/ств. - підпір від каміння	— // —
7.89	4.124	2.137	1.001	хмарно	південно-східний	0-5	чисто	— // —
7.99	2.882	1.464	1.000	ясно	західний	0-2	чисто	— // —
7.93	2.801	1.422	1.000	хм. з прояс.	північно-східний	2-5 (до 10)	чисто	— // —
7.70	2.050	1.032	1.000	ясно	штиль	0	чисто	— // —
7.78	1.849	0.927	1.000	ясно	штиль	0	чисто	— // —
7.91	2.349	1.188	0.999	ясно	штиль	0	чисто	— // —
7.92	3.346	1.717	1.000	хмарно	східний	2-5	чисто	— // —

Таблиця А.5 – Результати моніторингу на станції **Р2** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирощення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р2 <i>лоток з ВНС № 5</i>	46° 34' 40.6"	30° 45' 38.0"	07.05.2015	11:30	-	лоток - прсх	лоток - прсх	-
			26.05.2015	11:05	-	лоток - прсх	лоток - прсх	-
			05.06.2015	-	-	-	-	-
			23.08.2015	-	-	-	-	-
			19.09.2015	11:10-11:30	-	лоток - прсх	лоток - прсх	-
			31.10.2015	11:30-11:35	-	лоток - прсх	лоток - прсх	-
			28.11.2015	10:00-10:05	-	лоток - прсх	лоток - прсх	-

Продовження табл. А.5

Температура води, $t_{води}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх
прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
19.9	0.53	0.40	без кольору	без кольору	85.53
-	-	-	-	-	-
9.6	0.50	0.50 (до дна)	без кольору	без кольору	0.00

Продовження табл. А.5

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх
прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх	прсх
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.10	0.001	0.00	0.68	0.55	0.55	0.13	19.18
270 (в лиман)	-	0.001	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.17	0.001	0.00	1.69				

Продовження табл. А.5

рН води, од. рН	Питома електро-проводимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм³	Густина води, ρ, кг/м³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
прсх	прсх	прсх	прсх	хмарно	південно-східний	0-5	прсх	-
прсх	прсх	прсх	прсх	хмарно	південно-східний	0-5	прсх	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.87	1.112	0.548	0.999	ясно	штиль	0	чисто, гладь	у гирлі лотка
-	-	-	-	ясно	штиль	0	просоч. через заглуш. та стікає під лоток	на початку лотка
8.03	2.657	1.347	1.000	хмарно	штиль	0	чисто, гладь	у гирлі лотка

Таблиця А.6 – Результати моніторингу на станції **Р3** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р3 <i>б. Корсунцівська</i>	46° 35' 07.3"	30° 45' 49.9"	22.12.2014	-	-	-	-	-
			10.01.2015	-	-	-	-	-
			22.01.2015	-	-	-	-	-
			28.01.2015	11:00	центр водоскиду	20	-	-
			07.02.2015	10:20	центр водоскиду	10	-	-0.10
			14.02.2015	9:45	центр водоскиду	8	-	-0.02
			21.02.2015	9:25	центр водоскиду	9	-	0.01
			27.02.2015	12:35	центр водоскиду	27	-	0.18
			07.03.2015	-	-	-	-	-
			14.03.2015	9:50	водоскид	-	-	-
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	11:45-11:55	$h_{\max}$	30	-	-
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	10:20-10:30	$h_{\max}$	25	-	-
			11.04.2015	10:15-10:25	$h_{\max}$	27 (-2 – камень)	-	-
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	11:45	$h_{\max}$	23 (-6 – камень)	-	0.04
			01.05.2015	9:50-10:00	камень	-5	-	0.01
			07.05.2015	11:35-11:45	камень	-1	-	0.04
			26.05.2015	11:30-11:40	камень	-3	-	0.04
			05.06.2015	12:05-12:10	камень	-	-	-
			23.08.2015	10:25	стік відсутній	-	-	-
			19.09.2015	11:40	прсх	-	-	-
			31.10.2015	11:45	прсх	-	-	-
			28.11.2015	10:20-10:25	-	-	-	-

Продовження табл. А.6

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0.9	0.55	0.55 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	45.52
1.6	0.50	0.50 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	13.27
1.4	-	0.50 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	15.37
3.2	-	0.50 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	127.99
5.0	0.68	0.68 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	10.24
-	-	-	-	-	-
5.6	0.90	0.90 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0.00
-	-	-	-	-	-
7.9	0.30	0.30 (до дна)	XIX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	7.31
-	-	-	-	-	-
7.8	0.25	0.25 (до дна)	XIV (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	18.13
9.6	0.27	0.27 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	21.46
-	-	-	-	-	-
10.9	0.23	0.23 (до дна)	XIX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	2.90
16.4	0.30	0.30 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	5.22
16.8	0.28	0.28 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	3.43
22.6	0.14	0.14 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	6.04
22.5	0.15	0.15 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	35.01
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
5.6	0.50	0.50 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0.00

Продовження табл. А.6

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.11	0.023	1.05	2.16	1.77	2.15	0.38	17.80
270 (в лиман)	0.45	0.045	0.60	2.57	2.20	2.57	0.37	14.34
270 (в лиман)	0.22	0.018	0.28	2.87	2.31	2.88	0.56	19.40
270 (в лиман)	0.22	0.020	2.56	2.89	2.42	2.90	0.48	16.48
270 (в лиман)	-	0.010	0.10	2.73	2.24	2.74	0.49	17.91
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.33	0.007	0.00	3.22	2.55	3.22	0.67	20.86
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.17	0.12	0.88	3.13	2.63	3.13	0.50	15.97
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.16	0.081	1.47	3.02	2.47	3.02	0.55	18.20
270 (в лиман)	0.18	0.11	2.36	2.89	2.25	2.89	0.63	22.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.20	0.091	0.26	2.70	2.22	2.69	0.47	17.55
270 (в лиман)	0.25	0.035	0.18	2.71	2.17	2.71	0.54	19.96
270 (в лиман)	0.14	0.031	0.11	2.75	2.26	2.75	0.49	17.99
270 (в лиман)	0.13	0.009	0.05	3.16	2.35	2.34	0.81	25.77
270 (в лиман)	0.10	0.045	1.58	3.02	2.37	2.37	0.65	21.49
-	0.000	0.000	0.00	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (в лиман)	0.10	0.002	0.00	4.80				

Продовження табл. А.6

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.64	3.121	1.597	1.001	-	-	-	чисто	в створі пішохідного моста
8.10	3.884	2.007	0.997	-	-	-	чисто	— // —
8.29	3.805	1.964	0.996	іній	-	-	чисто	— // —
8.25	4.012	2.076	0.997	-	-	-	льодостав, $h_{\text{л}} = 0.03$ м	— // —
8.31	3.805	1.964	0.997	немає	штиль	0	побудована стінка дамби	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.06	4.072	2.109	1.002	немає	південно-східний	0-2	перелив через дамбу водоскиду	в створі пішохідного моста
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.02	4.172	2.163	1.000	немає	штиль	0	гілки дерева на центрі русла	≈ 200 м н. піш. моста та водоск.
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.10	4.151	2.152	1.000	похмуро	північно-західний	0-2	гілки дерева на центрі русла	≈ 200 м н. піш. моста та водоск.
7.97	3.925	2.029	0.999	ясно	штиль	0	гілки дерева на центрі русла	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.92	3.748	1.933	1.001	хмарно	штиль	0	гілки дерева на центрі русла	≈ 200 м н. піш. моста та водоск.
8.11	3.761	1.940	1.002	ясно	штиль	0	гілки дерева на центрі русла	— // —
8.16	3.764	1.942	1.002	хмарно	південно-східний	0-2	гілки дерева на центрі русла	— // —
7.99	3.962	2.049	1.001	хмарно	південний	1	гілки дерева на центрі русла	— // —
7.65	3.975	2.056	1.003	ясно	схід.-півд.-схід.	5-10	зробл. земл. пішоход. дамба нижче ств.	— // —
-	-	-	-	хмар. з прояс.	північний	0.5-1	прсх - нижче дамби	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.92	5.970	3.160	1.003	хмарно	штиль	0	зробл. земл. пішоход. дамба нижче ств.	— // —

Таблиця А.7 – Результати моніторингу на станції **Р4** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирощення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р4 <i>б. Гільдендорфська</i>	46° 36' 42.7"	30° 45' 21.2"	22.12.2014	-	-	-	-	-
			10.01.2015	-	-	-	-	-
			22.01.2015	-	-	-	-	-
			28.01.2015	-	-	-	-	-
			07.02.2015	11:00-11:10	-	-	-	-
			14.02.2015	9:10	-	-	-	-
			21.02.2015	8:50	-	-	-	-
			27.02.2015	10:45	Rp14к	-117	-	-
			07.03.2015	-	-	-	-	-
			14.03.2015	10:20	Rp14к	-117	-	-
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	12:20	h_{max}	11	-	-
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	10:50-11:00	Rp14к	-117	-	-
			11.04.2015	10:45-10:50	h_{max}	5	-	-
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	12:25-12:35	h_{max}	7	-	-
			01.05.2015	10:15-10:20	h_{max}	5	-	-
			07.05.2015	11:55-12:05	Rp14к	-115	-	-
			26.05.2015	11:05-11:10	h_{max}	1	-	-
			05.06.2015	-	-	-	-	-
			23.08.2015	10:10	прсх	-	-	-
			19.09.2015	12:00	прсх	-	-	-
			31.10.2015	11:55-12:00	h_{max}	7	-	-
			28.11.2015	11:00-11:05	h_{max}	3	-	-

Продовження табл. А.7

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1,4	-	0,27	XVI (на білому фоні)	жовтий	3,06
0,6	-	0,20	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	34,55
1,5	-	0,15	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	143,27
6,1	-	0,15	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	48,59
-	-	-	-	-	-
9,3	-	0,35	XVI (на білому фоні)	жовтий	108,89
-	-	-	-	-	-
14,4	0,11	0.11 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	14,12
-	-	-	-	-	-
6,4	-	0.25 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	22,18
13,6	0,30	0.30 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	62,55
-	-	-	-	-	-
11,5	0,07	0.07 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	5,12
19,7	0,20	0.20 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	68,45
17,0	-	0,20	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	34,22
28,4	0,01	0.01 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	411.99
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	0.00

Продовження табл. А.7

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	-	0,003	0,01	6,00	5,05	5,99	0,95	15,83
225 (в лиман)	-	0,002	0,07	6,40	5,18	6,38	1,22	19,01
225 (в лиман)	-	0,002	0,29	6,55	5,46	6,53	1,08	16,53
225 (в лиман)	-	0,003	0,15	5,99	5,14	5,97	0,86	14,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	-	0,003	0,33	6,56	5,23	6,53	1,34	20,40
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,25	0,016	0,23	6,28	5,13	6,26	1,15	18,34
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	-	0,002	0,04	6,46	5,18	6,45	1,28	19,83
225 (в лиман)	0,36	0,011	0,69	6,06	4,87	6,04	1,19	19,63
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,30	0,004	0,02	5,94	4,89	5,92	1,05	17,64
225 (в лиман)	0,25	0,004	0,27	5,96	4,80	5,95	1,16	19,50
225 (в лиман)	-	0,001	0,03	6,20	5,08	6,18	1,12	18,11
225 (в лиман)	0,17	0,001	0,00	5,56	4,35	4,34	1,21	21,74
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.7

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,81	7,510	4,020	1,003	-	-	-	вода в ставку цвіте та піниться	водоскидні труби (4 шт.)
8,01	7,720	4,140	1,003	іній	штиль	0	льодостав, $h_{\text{л}} = 0.04$ м	— // —
7,90	7,910	4,250	1,003	-	штиль	0	льодостав, $h_{\text{л}} = 0.03$ м	— // —
8,12	7,530	4,040	1,004	немає	штиль	0	вода в ставку цвіте та піниться	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,94	7,760	4,160	1,005	ясно	штиль	0	вода в ставку цвіте та піниться	водоскидні труби (4 шт.)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,32	7,730	4,150	1,003	ясно	штиль	0	чисто	в гирлі балки, перед лиманом
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,68	7,910	4,250	1,003	хмарно	північно-західний	5	чисто	водоскидні труби (4 шт.)
8,25	7,580	4,060	1,003	ясно	штиль	0	чисто	в гирлі балки, перед лиманом
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,44	7,410	3,970	1,004	хмарно	північний	0-5 (до 10)	чисто	в гирлі балки, перед лиманом
8,08	7,370	3,940	1,002	ясно	штиль	0	чисто	— // —
8,10	7,540	4,040	1,003	хмарно	північно-східний	0-2	чисто, зяб	водоскидні труби (4 шт.)
8,32	7,020	3,740	1,001	ясно	південий	2	чисто	в гирлі балки, перед лиманом
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	в гирлі балки, перед лиманом
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця А.8 – Результати моніторингу на станції **P5** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирощення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
P5	46° 40' 17.0"	30° 43' 46.5"	22.12.2014	-	-	-	-	-
<i>р. Кубанка</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
($\Delta h_{п.1BC-п.2HC} =$			22.01.2015	-	-	-	-	-
$=+0,020$ м;			28.01.2015	-	-	-	-	-
$L_{п.1BC-п.2HC} =$			07.02.2015	11:50	середина русла	20	-	-
$=72,0$ м;			14.02.2015	-	-	-	-	-
п.3г. - дер. кіл			21.02.2015	-	-	-	-	-
висота до дна =			27.02.2015	-	-	-	-	-
60 см, в гирлі			07.03.2015	9:50	п.1BC, п.2HC	-75	-	-
річки Кубанка)			14.03.2015	11:20	п.1BC	-75	-	0,00
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	13:15	п.3.г.	-42	-	-
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	11:40-11:55	п.1BC	-74	-	-
			11.04.2015	11:15-11:25	п.3.г.	-40	-	-
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	13:40-13:55	п.3.г.	-41	-	-0,01
			01.05.2015	10:50-11:00	п.3.г.	-	-	-
			07.05.2015	12:30-12:55	п.1BC, п.2HC	-75	-	-
			26.05.2015	11:50-11:55	п.3.г.	-45	-	-
			05.06.2015	-	-	-	-	-
			23.08.2015	11:30	прсх	-	-	-
			19.09.2015	12:30	прсх	-	-	-
			31.10.2015	12:45	прсх	-	-	-
			28.11.2015	12:00-12:05	h_{max}	25	-	-

Продовження табл. А.8

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1,0	0,20	0.20 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	136,62
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0,4	0,20	0.20 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	29,35
19,4	0,20	0.20 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	48,10
-	-	-	-	-	-
10,2	0,38	0,25	XIII (на білому фоні)	зеленувато-жовтий	113,59
-	-	-	-	-	-
10,7	0,07	0.07 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	264,00
12,4	0,21	0,20	XIV (на білому фоні)	зеленувато-жовтий	47,55
-	-	-	-	-	-
11,2	0,40	0.40 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	95,73
17,8	0,20	0.20 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	23,06
14,6	0,05	0.05 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	91,61
23,5	0,25	0,20	XV (на білому фоні)	жовтий	23.57
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
4,3	0,25	0.25 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий	92.35

Продовження табл. А.8

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
стояча вода	0,000	0,000	0,00	7,50	6,01	7,49	1,49	19,89
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,17	0,003	0,09	5,10	3,99	5,08	1,11	21,71
225 (в лиман)	0,12	0,009	0,43	4,71	3,48	4,70	1,23	26,13
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,062	0,18	20,45	5,38	4,52	5,38	0,86	16,03
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,29	0,009	2,38	5,91	4,72	5,90	1,20	20,21
225 (в лиман)	0,000	0,000	0,00	5,44	4,49	5,43	0,95	17,47
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,33	0,010	0,96	6,31	5,33	6,30	0,99	15,60
225 (в лиман)	0,29	0,0045	0,10	6,57	5,40	6,55	1,17	17,85
225 (в лиман)	0,18	0,005	0,46	4,20	3,46	4,19	0,74	17,57
стояча вода	0,000	0,000	0,00	8,34	6,28	6,25	2,05	24,64
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (в лиман)	0,10	0,008	0,74	4,75				

Продовження табл. А.8

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,90	9,340	5,070	1,002	-	східний	10-15	льодостав, $h_L = 0.005$ м	міст на заході с. Кубанка
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,07	7,600	4,070	1,003	ясно	східний	0-2 (до 5)	чисто, на дні ВВР	≈200 м н. впадіння б. Дикарська
8,28	7,180	3,840	1,004	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,44	9,230	5,010	1,000	ясно	штиль	0	чисто	в гирлі р. Кубанка
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,39	8,650	4,680	1,002	хмарно	північно-західний	10-15	зяб	≈200 м н. впадіння б. Дикарська
7,90	8,760	4,740	1,002	ясно	північно-західний	2	чисто, коричнева піна у берегів	в гирлі р. Кубанка
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,45	9,630	5,240	1,003	хмарно	північний	5-10	чисто	в гирлі р. Кубанка
8,63	10,080	5,510	1,003	ясно	штиль	0	чисто	— // —
8,30	6,570	3,490	1,003	хм., дощ	південно-східний	0-5	гладь, піна	≈200 м н. впадіння б. Дикарська
9,69	11,750	6,470	1,005	ясно	південний	7	зяб	в гирлі р. Кубанка
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	в гирлі р. Кубанка
-	-	-	-	-	-	-	в гирлі лів. притоки (б. Дикарська) є вода	в гирлі р. Кубанка
-	-	-	-	ясно	північно-східний	2-5	-	в гирлі р. Кубанка
7,94	7,330	3,920	1,002	хмарно	східний	2-5	гладь, ствір засмітчений гілками дерев	≈200 м н. впадіння б. Дикарська

Таблиця А.9 – Результати моніторингу на станції **Р6** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р6 <i>р. Довбока</i>	46° 42' 28.0"	30° 40' 12.5"	22.12.2014	-	-	-	-	-
			10.01.2015	-	-	-	-	-
			22.01.2015	-	-	-	-	-
			28.01.2015	-	-	-	-	-
			07.02.2015	12:20	середина русла	20	-	-
			14.02.2015	-	-	-	-	-
			21.02.2015	-	-	-	-	-
			27.02.2015	-	-	-	-	-
			07.03.2015	10:50	h_{max}	30	-	-
			14.03.2015	-	-	-	-	-
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	14:50	h_{max}	25	-	-
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	-	-	-	-	-
			11.04.2015	11:55	h_{max}	30	-	-
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	14:55	п.3.г.	-80	-	-
			01.05.2015	11:25	п.3.г. / п.3.г.н.	-90 / -28	-	-0,10
			07.05.2015	-	-	-	-	-
			26.05.2015	12:50	прсх	-	-	-
			05.06.2015	-	прсх	-	-	-
			23.08.2015	12:00	прсх	-	-	-
			19.09.2015	-	прсх	-	-	-
			31.10.2015	13:35	прсх	-	-	-
			28.11.2015	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.9

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	0,20	0.20 (до дна)	-	-	0,00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
5,1	0,30	0,20	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	1,64
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
11,8	0,25	0.25 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	0,00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
13,5	0,30	0.30 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	24,67
-	-	-	-	-	-
11,7	0,20	0.20 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	25,09
19,6	0,20	0,18	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	60,90
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.9

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
стояча вода	0,000	0,000	0,00	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (в лиман)	0,083	0,21	0,34	4,09	3,38	4,08	0,71	17,32
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
стояча вода	0,000	0,000	0,00	41,08	36,40	40,00	4,68	11,39
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
стояча вода	0,000	0,000	0,00	5,91	4,60	5,91	1,32	22,26
-	-	-	-	-	-	-	-	-
стояча вода	0,000	0,000	0,00	8,30	6,87	8,27	1,43	17,20
стояча вода	0,000	0,000	0,00	9,79	7,89	9,76	1,90	19,36
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.9

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	льодостав, $h_d = 0.005$ м	нижче моста на півдні с. Новокубанка
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,22	7,100	3,790	1,002	ясно	північний	0-5	чисто	в гирлі р. Довбока
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,05	62,800	35,700	1,027	ясно	східний	0-5	чисто	в гирлі р. Довбока
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,10	9,740	5,310	1,001	ясно	північний	0-1	чисто	в гирлі р. Довбока
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,78	13,140	7,260	1,004	хмарно	північний	5-10	чисто	в гирлі р. Довбока
7,92	15,210	8,450	1,003	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	в гирлі р. Довбока
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця А.10 – Результати моніторингу на станції **Р7** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р7	46° 46' 34.8"	30° 35' 52.9"	22.12.2014	-	-	-	-	-
<i>р. В. Куяльник</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
(п.4В - дер. кіл			22.01.2015	-	-	-	-	-
висота до дна =			28.01.2015	16:25	дно схід. труби	2	-	-
109 см - верхній,			07.02.2015	14:30	дно схід. труби	3	-	0,01
(п.4Н - дер. кіл			14.02.2015	14:15	середина русла	3	-	-
висота до дна =			21.02.2015	13:55	середина русла	2	-	-0,01
78 см - нижній,			27.02.2015	17:05	середина русла	3	-	0,01
в гирлі річки			07.03.2015	11:50	дно схід. труби	3	-	-
Вел. Куяльник)			14.03.2015	14:20	дно схід. труби	1	-	-0,02
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	15:50	h_{max} - гирло	40	-	-
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	14:35	дно схід. труби	2	-	-
			11.04.2015	13:10	п.4В	-67	-	-
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	16:00	дно схід. труби	11	-	-
			01.05.2015	13:10-13:30	дно схід. труби	10	-	-0,01
			07.05.2015	15:15-15:40	дно схід. труби	9	-	-0,01
			26.05.2015	14:15-14:40	п.4В	-67	-	-
			05.06.2015	14:10-14:25	п.4В	-78	-	-0,11
			23.08.2015	-	прсх	-	-	-
			19.09.2015	-	прсх	-	-	-
			31.10.2015	15:15	прсх	-	-	-
			28.11.2015	14:35-14:40	в гирлі - прсх	-	-	-

Продовження табл. А.10

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0,9	-	0.15 (до дна)	XIV (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	5,93
0,6	-	0.18 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	5,44
-	0,03	0.10 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтуватого-коричневий	20,77
4,2	0,02	0.10 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтуватого-коричневий	141,59
12,4	0,03	0.10 (до дна)	XVI (на чорному фоні)	жовтий	8,82
7,4	-	0.50 (до дна)	XIV (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	2,06
11,4	-	0.50 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтуватого-коричневий	146,70
-	-	-	-	-	-
11,4	0,40	0.40 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	7,07
-	-	-	-	-	-
9,0	0,15	0.15 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	16,48
19,3	0,42	1.00 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий	10,63
-	-	-	-	-	-
12,3	-	0.25 (до дна)	XIII (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	8,36
18,0	-	0.25 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнюватого-жовтий	13,16
16,8	0,30	0.30 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнюватого-жовтий	9,34
26,8	0,15	0.15 (до дна)	XV (на чорному фоні)	жовтий	25.12
25,4	0,30	0.30 (до дна)	XIV (на чорному фоні)	зеленувато-жовтий	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
6,9	1.50 (в ямі)	0,12	XXI (на білому фоні)	коричневий	5.76

Продовження табл. А.10

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (в лиман)	-	0,003	0,02	2,10	1,66	2,10	0,44	20,87
180 (в лиман)	-	0,006	0,03	2,54	2,43	2,55	0,11	4,40
160 (в лиман)	0,14	0,004	0,08	13,08	11,49	12,97	1,58	12,12
Л.б.(2/3ш.)-160; П.б.(1/3ш.)-340	Л.б.(2/3ш.)-0.06; П.б.(1/3ш.)-0.09	0,001	0,14	12,29	10,76	12,20	1,53	12,47
160 (в лиман)	П.пр.=0.1; О.р.=0.22; Л.пр.=0.06	0,026	0,23	13,16	11,06	13,08	2,10	15,97
180 (в лиман)	-	0,022	0,05	5,22	4,11	5,20	1,10	21,11
180 (в лиман)	-	0,012	1,76	5,62	4,23	5,60	1,39	24,66
-	-	-	-	-	-	-	-	-
160 (в лиман)	0,000	0,000	0,00	19,72	17,03	19,48	2,69	13,63
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (в лиман)	-	0,042	0,69	5,80	4,17	5,79	1,63	28,18
160 (в лиман)	0,12	0,033	0,35	5,69	4,43	5,69	1,26	22,13
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (в лиман)	-	0,13	1,09	4,69	3,62	4,68	1,08	22,91
180 (в лиман)	-	0,052	0,68	4,89	2,62	4,88	2,28	46,57
180 (в лиман)	-	0,096	0,90	4,97	3,23	4,96	1,74	35,04
180 (в лиман)	-	0,033	0,83	4,84	3,25	3,24	1,60	33,01
180 (в лиман)	-	0,001	0,00	5,48	4,21	4,20	1,27	23,21
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
немає	0,000	0,000	0,00	26,06				

Продовження табл. А.10

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,63	3,545	1,925	1,000	похмуро	-	-	чисто	водоскид дамби на півдні с. Северинівка
7,87	3,954	2,045	0,997	ясно	-	-	чисто	— // —
8,26	21,890	12,300	1,008	іній	північний	0-2	чисто	5 м на північ від лінії газопроводу
8,39	19,880	11,100	1,007	-	південний	10-15 (до 20)	Л.б.(2/3ш.) - на півд.; П.б.(1/3ш.) - на півн.	— // —
8,52	20,840	11,700	1,006	ясно	штиль	0	чисто	— // —
8,16	7,390	3,960	1,003	ясно	північний	10-15	чисто	водоскид дамби на півдні с. Северинівка
8,01	7,770	4,170	1,003	хм.-ясно	півд.-півд.-схід.	5-10	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,02	31,750	17,900	1,012	ясно	східний	0-2	чисто	гирло р. Великий Куяльник
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,41	8,310	4,480	1,002	похмуро	північно-західний	10-15	зяб	водоскид дамби на півдні с. Северинівка
8,22	8,690	4,700	1,000	ясно	північно-західний	0-1	чисто	гирло р. Великий Куяльник
-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,17	6,690	3,560	1,003	хм., дощ	північний	10-15	чисто	водоскид дамби на півдні с. Северинівка
8,16	6,560	3,490	1,003	ясно	південий	0-2	чисто	— // —
8,20	6,960	3,710	1,003	хмарно	східний	10-15	чисто, зяб	— // —
8,20	7,310	3,910	1,003	ясно	південий	7	чисто	водоскид дамби на півдні с. Северинівка
8,25	7,400	3,960	1,002	ясно	північний	5-10 (до 15)	заростання вищ. вод. рослин., 07.06 - прсх	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	гирло р. Великий Куяльник
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	— // —
7,53	36,220	20,500	1,015	хмарно	східний	5-10	в гирлі: русло - прсх, в ямі - вода	розрита дамба у гирлі річки

Таблиця А.11 – Результати моніторингу на станції Л1 за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л1	46° 33' 56.3"	30° 43' 41.0"	22.12.2014	12:50	-	-	-6,52	-
санаторій			10.01.2015	12:35-12:45	о.1-п.	-18	-6,48	0,04
(відм. в/п о.1-п. =			22.01.2015	11:00	о.1-п.	-10	-6,40	0,08
= - 6.30 м БС;			28.01.2015	13:15	о.1-п.	-5	-6,35	0,05
відм. в/п о.1-р. =			07.02.2015	8:55	о.1-п.	4	-6,26	0,09
= - 6.64 м БС)			14.02.2015	11:25	о.1-п.	1	-6,29	-0,03
			21.02.2015	11:40	о.1-р.	24	-6,40	-0,11
			27.02.2015	14:35	о.1-р.	33	-6,31	0,09
			07.03.2015	16:45	о.1-р.	45	-6,19	0,12
			14.03.2015	8:40	о.1-р.	40	-6,24	-0,05
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	9:45	о.1-р.	47	-6,17	0,07
			31.03.2015	11:00	о.1-р.	50	-6,14	0,03
			04.04.2015	8:25-8:35	о.1-р.	56	-6,08	0,09
			11.04.2015	8:35-8:40	о.1-р.	55	-6,09	-0,01
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	10:00	о.1-р.	56	-6,08	0,01
			01.05.2015	9:00	о.1-р.	52	-6,12	-0,04
			07.05.2015	10:35-10:40	о.1-р.	44	-6,20	-0,08
			26.05.2015	9:10-9:15	о.1-р.	45	-6,19	0,01
			05.06.2015	11:25-11:35	о.1-п.	20	-6,10	0,09
			23.08.2015	9:25-9:35	о.1-п.	-22	-6,52	-0,42
			19.09.2015	9:30-9:50	о.1-п.	-31	-6,61	-0,09
			31.10.2015	9:25-9:45	о.1-п.	-30	-6,60	0,01
			28.11.2015	9:25-9:30	о.1-п.	-29	-6,59	0,01

Продовження табл. А.11

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
4,3	-	-	-	-	-
1,9	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1,1	-	0,05	XVII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	498,13
-0,1	-	0,05	XXI (на білому фоні)	коричневий	1189,90
-	-	0,25	XVI (на білому фоні)	жовтий	112,19
1,9	0,24	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1413,50
8,5	0,33	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1026,60
8,8	0,45	0,05	XXI (на білому фоні)	коричневий	752,24
5,4	0,40	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	256,24
-	-	-	-	-	-
5,9	0,47	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	815,57
-	0,50	-	-	-	2137,89
4,5	0,56	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1970,19
9,5	0,55	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1015,78
-	-	-	-	-	-
8,2	0,56	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1565,47
15,5	0,52	0,15	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	380,37
16,6	0,44	0,15	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	242,75
24,1	0,45	0,30	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	126,85
22,1	0,40	0,05	XXI (на білому фоні)	коричневий	2793,49
21,8	0,40	0,30	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	791,76
23,9	0,30	0,30 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	231,58
4,3	0,30	0,42	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	310,64
3,9	0,20	0,30	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	81,79

Продовження табл. А.11

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	248,31	220,56	212,95	27,75	11,17
-	-	-	-	49,93	43,82	48,29	6,11	12,24
-	-	-	-	124,60	108,46	114,52	16,13	12,95
-	-	-	-	145,78	127,81	132,77	17,97	12,33
-	-	-	-	35,63	29,68	34,80	5,95	16,69
-	-	-	-	200,90	176,67	177,47	24,23	12,06
-	-	-	-	211,72	187,47	185,72	24,25	11,45
-	-	-	-	71,02	62,60	67,83	8,42	11,86
360 (на північ)	0,11	-	-	226,80	164,90	201,06	61,90	27,29
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	120,68	104,04	111,43	16,64	13,78
-	-	-	-	189,56	166,71	167,90	22,85	12,05
315 (на півн.зах.)	0,13	-	-	186,48	163,46	165,32	23,01	12,34
270 (на захід)	0,13	-	-	190,60	149,98	171,09	40,62	21,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (на південь)	0,10	-	-	173,94	144,06	156,98	29,88	17,18
немає	0,00	-	-	228,17	162,48	203,18	65,70	28,79
360 (на північ)	0,12	-	-	204,09	132,12	181,74	71,97	35,26
немає	0,00	-	-	230,36	176,34	155,64	54,02	23,45
270 (на захід)	0,10	-	-	253,75	177,64	156,10	76,11	29,99
180 (на південь)	0,10	-	-	376,93	266,00	221,48	110,93	29,43
немає	0,00	-	-	383,49	280,07	232,03	103,43	26,97
225 (на південний захід)	0,063	-	-	336,76	-	-	-	-
270 (на захід)	0,033	-	-	98,92				

Продовження табл. А.11

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,49	217,100	124,000	1,166	ясно	північний	2-5	хвилі висотою 0.05-0.10 м	в створі дамби санаторію
7,67	73,700	41,900	1,034	хмарно	-	-	-	— // —
7,64	152,300	86,800	1,088	хмарно	-	-	чисто	— // —
7,74	169,100	96,400	1,098	-	північний	5-10	чисто	— // —
7,71	54,500	30,900	1,024	-	північний	0-2	чисто	— // —
7,69	157,600	89,800	1,132	-	південний	5-10	згін води у верхів'я лиману	— // —
7,63	205,800	117,000	1,140	ясно	південний	2-5	чисто	— // —
7,77	97,800	55,600	1,047	ясно	північний	10-15	хвилі висотою 0.10-0.15 м	— // —
7,57	193,400	110,000	1,128	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,72	148,000	84,300	1,083	ясно	східний	10-15	хвилі висотою 0.10 м	в створі дамби санаторію
7,61	196,600	112,000	1,129	хмарно	північний	2-5	чисто, зяб	— // —
7,67	195,400	111,000	1,128	хмарно	північно-західний	10-15	хвилі	— // —
7,60	181,300	103,000	1,114	ясно	штиль	0	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,71	178,600	102,000	1,108	ясно	північний	0-5	хвилі висотою 0.05-0.10 м	в створі дамби санаторію
7,85	189,000	108,000	1,123	ясно	штиль	0	чисто, гладь	— // —
7,89	187,300	107,000	1,123	хмарно	південно-східний	0-5	чисто, гладь	— // —
7,75	195,100	111,000	1,133	ясно	штиль	0	чисто, гладь, артемія (розм. 0.4-1.0 см)	— // —
7,61	200,000	114,000	1,138	ясно	півн.-півн.-зах.	10-15 (до 20)	хвилі 0.2-0.3 м, на поверхні води піна	— // —
7,30	223,900	128,000	1,201	ясно	північний	1-2	на поверхні води піна, на урізі - артемія	— // —
7,35	224,000	128,000	1,207	ясно	штиль	0	чисто, гладь, у воді артемія	— // —
7,44	221,900	127,000	1,177	ясно	штиль	0	зяб, піна на урізі води (шириною до 2 м)	— // —
7,89	119,300	67,900	1,062	хмарно	східний	5-10	зяб	— // —

Таблиця А.12 – Результати моніторингу на станції Л2 за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л2	46° 34' 30.6"	30° 45' 08.0"	22.12.2014	12:50	А.-п.	-32	-6,52	-
<i>солепромисел</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
(відм. в/п А.-п. =			22.01.2015	-	-	-	-	-
= - 6.20 м БС;			28.01.2015	11:30	А.-п.	-14	-6,34	0,18
відм. в/п о.2-р. =			07.02.2015	10:00	А.-п.	-4	-6,24	0,10
= - 6.57 м БС;			14.02.2015	10:05	А.-п.	-8	-6,28	-0,04
відм. в/п о.2-р.н. =			21.02.2015	9:45	о.2-р.	26	-6,31	-0,03
= - 6.73 м БС)			27.02.2015	12:55	А.-п.	-8	-6,28	0,03
			07.03.2015	15:25	о.2-р.н.	50	-6,23	0,05
			14.03.2015	9:25	о.2-р.н.	50	-6,23	0,00
			16.03.2015	-	-	-	-	-
			23.03.2015	11:10	о.2-р.н.	55	-6,18	0,05
			31.03.2015	-	-	-	-	-
			04.04.2015	9:45-9:55	о.2-р.н.	69	-6,04	0,14
			11.04.2015	9:55	о.2-р.н.	66	-6,07	-0,03
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	11:10	о.2-р.н.	67	-6,06	0,01
			01.05.2015	9:35	о.2-р.н.	63	-6,10	-0,04
			07.05.2015	11:05-11:15	о.2-р.н.	55	-6,18	-0,08
			26.05.2015	10:45-10:55	о.2-р.н.	55	-6,18	0,00
			05.06.2015	12:25-12:35	о.2-р.н.	60	-6,13	0,05
			23.08.2015	10:05-10:15	А.-п.	-27	-6,47	-0,34
			19.09.2015	10:45-10:50	А.-п.	-39	-6,59	-0,12
			31.10.2015	11:15-11:25	А.-п.	-36	-6,56	0,03
			28.11.2015	9:40-9:50	А.-п.	-34	-6,54	0,02

Продовження табл. А.12

Температура води, $t_{води}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $П, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
4,3	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
2,1	-	0,06	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	251,28
0,4	-	0,05	XXI (на білому фоні)	коричневий	2859,82
-0,7	-	0,15	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	91,78
0,1	0,26	0,05	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1302,32
7,0	0,23	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1049,23
9,4	0,50	0,08	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1134,49
6,7	0,50	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	260,53
-	-	-	-	-	-
9,4	0,55	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1606,02
-	-	-	-	-	-
5,5	0.69/0.17	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	3554,76
11,0	0.66/0.33	0,20	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	217,91
-	-	-	-	-	-
9,5	0.67/0.34	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	493,24
17,1	0.63/0.31	0,15	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	192,96
17,4	0,55	0,20	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1218,14
25,9	0,25	0,50	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	165.41
24,0	0,12	0,30	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1930.63
21,4	0,20	0,30	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	216.00
24,9	0,20	0,30	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	561.64
8,0	0,25	0,50	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	320.15
5,5	0,30	0,50	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	348.99

Продовження табл. А.12

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	237,92	200,25	205,45	37,66	15,83
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	219,35	190,84	191,07	28,52	13,00
-	-	-	-	227,66	188,41	199,53	39,25	17,24
-	-	-	-	132,42	114,96	121,82	17,45	13,18
-	-	-	-	222,23	197,41	194,09	24,82	11,17
-	-	-	-	219,61	191,77	192,31	27,84	12,68
-	-	-	-	194,07	170,43	172,20	23,65	12,19
315 (на півн.зах.)	0,05	-	-	226,59	164,77	200,88	61,82	27,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-
270 (на захід)	0,21	-	-	160,09	135,33	144,75	24,76	15,47
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (на південь)	0,57	-	-	181,56	158,92	161,39	22,65	12,47
270 (на захід)	0,14	-	-	86,13	68,19	81,56	17,94	20,82
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (на південь)	0,12	-	-	172,57	141,76	155,89	30,81	17,85
немає	0,000	-	-	202,02	152,19	181,18	49,83	24,67
360 (на північ)	0,10	-	-	225,87	176,33	199,53	49,54	21,93
180 (на південь)	0,071	-	-	225,79	174,98	154,71	50,81	22,50
225 (на південний захід)	0,10	-	-	229,35	165,40	146,50	63,95	27,88
180 (на південь)	0,050	-	-	181,53	126,48	114,98	55,04	30,32
немає	0,000	-	-	380,23	277,97	229,35	102,26	26,89
225 (на південний захід)	0,10	-	-	421,32	-	-	-	-
270 (на захід)	0,045	-	-	354,94				

Продовження табл. А.12

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцезположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,66	208,400	119,000	1,158	ясно	південний	0-2	чисто	5 м на північ від причалу для човна
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,57	207,000	118,000	1,148	-	-	-	чисто	5 м на північ від причалу для човна
7,68	205,000	117,000	1,141	-	північний	10-15	піна на урізі	— // —
7,69	156,800	89,400	1,087	-	північний	0-2	чисто	— // —
7,65	208,700	119,000	1,145	-	південний	2-5	забереги, $h_d = 0.005$ м	— // —
7,64	205,900	117,000	1,142	ясно	південний	1.2	піна на урізі	— // —
7,56	192,700	110,000	1,127	ясно	північний	10-15 (до 20)	чисто	— // —
7,58	195,900	112,000	1,128	ясно	південний	0-2	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,70	176,700	101,000	1,106	ясно	східний	10-15	хвилі висотою 0.10 м	5 м на північ від причалу для човна
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,68	191,300	109,000	1,125	хмарно	північно-західний	15-20	хвилі висотою до 0.50 м	5 м на північ від причалу для човна
7,83	111,800	63,600	1,056	ясно	північно-східний	0-5	зяб	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,81	176,000	100,000	1,107	хм., ясно	північний	5-10	хвилі висотою до 0.10 м, піна у берега	5 м на північ від причалу для човна
7,81	182,000	104,000	1,115	ясно	штиль	0	гладь	— // —
7,92	197,000	112,000	1,132	хмарно	південно-східний	5-10	чисто, зяб	— // —
7,79	195,100	111,000	1,131	хмарно	штиль	0	гладь	— // —
7,53	192,600	100,000	1,129	ясно	північно-східний	10-15 (до 20)	хвилі (0.1-0.2 м), піна вздовж урізу	— // —
7,77	166,400	94,800	1,100	хм. з проясн.	північний	1-2	зяб	— // —
7,32	224,600	128,000	1,212	ясно	штиль	0	гладь	— // —
7,40	227,000	129,000	1,208	ясно	північно-східний	2	зяб	— // —
7,66	226,200	129,000	1,901	хмарно, туман	східний	2-5	зяб	— // —

Таблиця А.13 – Результати моніторингу на станції ЛЗ за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛЗ	46° 42' 38.2"	30° 37' 12.9"	22.12.2014	13:50	о.3-п.	-64	-6,52	-
<i>с. Ковальовка</i>			10.01.2015	-	-	-	-	-
(відм. в/п о.3-п. =			22.01.2015	-	-	-	-	-
= - 5.88 м БС;			28.01.2015	14:45	о.3-п.	-62	-6,50	0,02
о.3-к. =			07.02.2015	15:30	о.3-п.	-62	-6,50	0,00
= - 5.22 м БС;			14.02.2015	12:25	о.3-п.	-54	-6,42	0,08
RpЛЕП =			21.02.2015	12:35	о.3-п.	-40	-6,28	0,14
= - 3.55 м БС;			27.02.2015	15:40	о.3-п.	-42	-6,30	-0,02
о.3-р. =			07.03.2015	13:45	о.3-п.	-47	-6,35	-0,05
= - 7.10 м БС;			14.03.2015	15:40	о.3-р.н.	14	-6,27	0,08
о.3-р.н. =			16.03.2015	-	-	-	-	-
= - 6.41 м БС;			23.03.2015	17:05	о.3-р.н.	10	-6,31	-0,04
о.3-д.к. =			31.03.2015	-	-	-	-	-
= - 5.67 м БС)			04.04.2015	13:40	о.3-п.	-64	-6,52	-0,21
			11.04.2015	15:15	о.3-д.к.	-52	-6,19	0,33
			17.04.2015	-	-	-	-	-
			22.04.2015	17:05	о.3-д.к.	-54	-6,21	-0,02
			01.05.2015	14:05-14:15	о.3-д.к.	-51	-6,18	0,03
			07.05.2015	16:15-16:25	о.3-д.к.	-43	-6,10	0,08
			26.05.2015	15:15-15:30	о.3-д.к.	-51	-6,18	-0,08
			05.06.2015	13:20-13:30	о.3-р.н.	4	-6,37	-0,19
			23.08.2015	12:35-12:40	о.3-п. (лів. бер.)	-64	-6,52	-0,15
			19.09.2015	-	-	-	-	-
			31.10.2015	15:55-16:05	о.3-п.	-64	-6,52	-
			28.11.2015	13:50-13:55	о.3-р.н.	1	-6,40	0,12

Продовження табл. А.13

Температура води, $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Глибина води, $h, \text{м}$	Прозорість води, $P, \text{м}$	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}, \text{г/м}^3$
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
5,3	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1,6	0,02	-	-	-	267,00
1,4	0,02	0,20	XVI (на білому фоні)	жовтий	100,46
-	0,10	0.11 (до дна)	XVIII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	914,29
6,8	0,24	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	262,67
16,8	0,22	0,25	XVI (на білому фоні)	жовтий	196,07
15,6	0,17	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	899,58
13,9	0,25	0,10	XVIII (на білому фоні)	коричнювато-жовтий	1848,49
-	-	-	-	-	-
13,2	0,21	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	1674,79
-	-	-	-	-	-
10,3	0,00	0,11	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	637,40
22,3	0,33	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	818,72
-	-	-	-	-	-
14,0	0,31	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	2475,79
26,9	0,34	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	318,22
18,2	0,42	0,15	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	461,24
33,6	0,35	0,25	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	453,53
29,1	0,20	0.20 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий	6472.59
25,1	0,20	0.20 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий (черв.-бур.)	4432.68
-	-	-	-	-	-
8,8	0,20	0.20 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий	487.86
5,5	0,30	0,50	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	127.45

Продовження табл. А.13

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	218,77	184,92	190,73	33,85	15,47
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	27,80	23,96	27,28	3,84	13,82
-	-	-	-	125,67	107,74	115,82	17,94	14,27
-	-	-	-	232,33	199,28	202,37	33,05	14,22
360 (на північ)	0,20	-	-	226,85	198,26	197,95	28,59	12,60
-	-	-	-	170,72	149,19	153,39	21,53	12,61
180 (на південь)	0,10	-	-	231,21	202,05	201,76	29,17	12,61
315 (на півн.зах.)	0,10	-	-	242,92	172,76	214,40	70,15	28,88
-	-	-	-	-	-	-	-	-
225 (на півден.зах.)	0,10	-	-	215,41	186,68	188,46	28,72	13,33
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	23,13	19,59	22,72	3,54	15,30
135 (на півд.сх.)	0,05	-	-	208,62	179,72	182,84	28,90	13,85
-	-	-	-	-	-	-	-	-
180 (на південь)	0,10	-	-	200,86	166,73	178,23	34,14	17,00
135 (на півд.сх.)	0,05	-	-	238,36	178,39	210,38	59,96	25,16
360 (на північ)	0,12	-	-	201,14	162,83	179,11	38,31	19,05
360 (на північ)	0,13	-	-	295,28	228,46	195,27	66,82	22,63
180 (на південь)	0,10	-	-	396,20	273,56	226,46	122,64	30,95
немає	0,000	-	-	451,05	257,40	211,50	193,65	42,93
-	-	-	-	-	-	-	-	-
немає	0,000	-	-	441,99	-	-	-	-
270 (на захід)	0,02	-	-	102,79				

Продовження табл. А.13

рН води, од. рН	Питома електро- провідимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,52	201,300	115,000	1,147	ясно	штиль	0	уріз верхів'я лиману	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,09	45,100	25,600	1,019	хмарно	північний	0-2	чисто	виноградний кіл по середині лиману
7,65	150,500	85,700	1,085	ясно	-	-	чисто	— // —
7,46	207,300	118,000	1,148	іній	північний	0-2	чисто	— // —
7,56	210,700	120,000	1,146	-	південний	10-15 (до 20)	нагін води з півд. ч-ни лиману	— // —
7,71	184,300	105,000	1,113	ясно	південний	0-2	чисто	— // —
7,33	205,000	117,000	1,146	ясно	північний	10-15	чисто	— // —
7,61	198,800	113,000	1,133	ясно	південно-західний	5-10 (до 15)	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,51	204,800	117,000	1,143	ясно	північно-східний	2-5	чисто	виноградний кіл по середині лиману
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,92	39,350	22,200	1,018	хмарно	північно-західний	15-20	воду майже повністю зігнало на південь	виноградний кіл по середині лиману
7,56	201,000	115,000	1,141	ясно	північно-західний	0-2	чисто	— // —
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,78	192,600	110,000	1,127	хм., ясно	північний	0-5	чисто, зяб	виноградний кіл по середині лиману
7,94	197,000	112,000	1,133	ясно	північно-західний	0-2	чисто, зяб	— // —
7,85	188,200	107,000	1,123	хмарно	південний	15-20	чисто, хвилі до 0.05 м	— // —
7,55	215,400	123,000	1,170	ясно	південний	7	зяб	південніше ЛЕП на ділянці в/п
7,26	221,100	126,000	1,208	ясно	північно-східний	10-15	зяб, згін води	— // —
7,10	193,300	110,000	1,217	хмарно	схід.-північ.-схід.	1-2	гладь, шар солі на дні 3 см	в створі ЛЕП з східного берегу
-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,19	206,000	117,000	1,212	ясно	північно-східний	0-2	гладь	південніше ЛЕП на ділянці в/п
7,22	117,800	67,100	1,060	хм., мілк. дощ	східний	5-10	зяб, солі на дні немає	— // —

Таблиця А.14 – Результати моніторингу на станції **A1** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирощення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1 <i>акваторія Куяльн. лиману в створі б. Гільдендорф.</i>	46° 36' 40.0"	30° 45' 14.0"	27.02.2015	12:50	-	-	-	-
			23.03.2015	12:30	-	-	-	-
			22.04.2015	12:20	-	-	-	-
			26.05.2015	11:10-11:15	-	-	-	-
			23.08.2015	10:45-10:50	-	-	-	-
			19.09.2015	12:00-12:05	-	-	-	-
			31.10.2015	12:10-12:15	-	-	-	-
			28.11.2015	11:05-11:15	-	-	-	-

Продовження табл. А.14

Температура води, $t_{води}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
-	-	-	-	-	518,06
11,2	0,20	0,03	XXI (на білому фоні)	коричневий	2230,43
10,5	0,20	0,10	XXI (на білому фоні)	коричневий	1654,94
28,2	0,40	0,30	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	311,04
24,3	0,25	0.25 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	311,06
28,4	0,20	0.20 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	723,13
13,0	0,20	0.20 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	285,17
5,5	0,25	0.25 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	196,36

Продовження табл. А.14

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	202,59	180,27	178,50	22,32	11,02
-	-	-	-	182,72	157,62	162,71	25,10	13,74
-	-	-	-	187,78	152,17	168,26	35,61	18,96
-	-	-	-	227,41	174,57	153,95	52,83	23,23
180 (на південь)	0,07	-	-	379,31	262,22	219,43	117,09	30,87
315 (на північ. зах.)	0,05	-	-	384,82	286,79	237,02	98,02	25,47
225 (на півден. зах.)	0,10	-	-	395,36	-	-	-	-
немає	0,000	-	-	356,36				

Продовження табл. А.14

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм³	Густина води, ρ, кг/м³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,69	202,40	115,000	1,135	ясно	південний	2-5	чисто	в створі б. Гільдендорфської
7,54	190,700	109,000	1,123	ясно	штиль	0	чисто	в створі б. Гільдендорфської
7,76	184,900	105,000	1,116	хмарно	північний	0-5 (до 10)	чисто	в створі б. Гільдендорфської
7,80	196,600	112,000	1,134	ясно	південний	3	зяб	в створі б. Гільдендорфської
7,34	223,700	128,000	1,195	хмар. з проясн.	північний	0.5-1	зяб, у воді артемія	в створі б. Гільдендорфської
7,33	223,100	127,000	1,210	ясно	південно-східний	2	зяб, шар солі на дні товщиною 0.5 см	— // —
7,47	226,000	129,000	1,200	ясно	північно-східний	2-5	зяб, сіль жов.-корич. кольору товщ. 0.5 см	— // —
7,63	224,20	128,000	1,196	хмар. з проясн.	східний	0-5	зяб	— // —

Таблиця А.15 – Результати моніторингу на станції **A2** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A2 <i>акваторія Куяльн. лиману в створі р. Кубанка</i>	46° 40' 00.0"	30° 43' 25.0"	23.03.2015	13:45	-	-	-	-
			22.04.2015	13:40	-	-	-	-
			26.05.2015	12:00-12:10	-	-	-	-
			23.08.2015	11:35-11:50	-	-	-	-
			19.09.2015	12:40-12:50	-	-	-	-
			31.10.2015	12:50-13:00	-	-	-	-

Продовження табл. А.15

Температура води, $t_{води}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
14,2	0,20	0,10	XIX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	540,72
14,0	0,20	0,05	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	2366,85
29,8	0,30	0.20 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	970.01
27,8	0,15	0.15 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	746.60
28,2	0,20	0.20 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	1545.72
12,7	0,10	0.10 (до дна)	XXI (на чорному фоні)	коричневий	865.15

Продовження табл. А.15

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	110,34	94,56	102,84	15,79	14,31
-	-	-	-	199,70	162,06	177,67	37,63	18,85
-	-	-	-	239,88	181,45	159,73	58,43	24,36
180 (на південь)	0,05	-	-	409,56	267,88	223,04	141,68	34,59
360 (на північ)	0,08	-	-	390,23	278,82	230,43	111,42	28,55
225 (на півден. зах.)	0,05	-	-	409,47	-	-	-	-

Продовження табл. А.15

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм³	Густина води, ρ, кг/м³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,73	137,700	78,500	1,073	ясно	штиль	0	чисто	в створі р. Кубанка
7,64	188,700	108,000	1,124	хмарно	північний	5-10	чисто	в створі р. Кубанка
7,48	200,400	114,000	1,136	ясно	південний	8	зяб, нагін води в сторону берега	в створі р. Кубанка
7,35	225,400	129,000	1,201	хмар. з проясн.	північний	0-1	гладь, артемія у воді відсутня	в створі р. Кубанка
7,32	221,300	126,000	1,210	ясно	півд.-півд.-схід.	2-5	гладь, шар солі на дні 1-5 см	— // —
7,40	225,500	129,000	1,205	ясно	півн.-півн.-схід.	2-5	зяб	— // —

Таблиця А.16 – Результати моніторингу на станції **А3** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А3 <i>акваторія Куяльн. лиману в створі р. Довбока</i>	46° 42' 03.0"	30° 40' 14.0"	23.03.2015	14:30	-	-	-	-
			22.04.2015	14:40	-	-	-	-
			26.05.2015	12:55-13:05	-	-	-	-
			19.09.2015	13:20-13:25	-	-	-	-

Продовження табл. А.16

Температура води, $t_{\text{води}}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
15,8	0,20	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	596,12
13,7	0,20	0,10	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	2633,69
30,5	0,20	0.20 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	1275.15
26,1	0,10	0.10 (до дна)	XX (на чорному фоні)	жовтувато-коричневий	941.07

Продовження табл. А.16

Напрямок течії, А, °	Середня швидкість течії води, v, м/с	Витрата води, Q, м³/с	Витрата наносів, R, г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм³	Солоність води, S, ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	210,81	178,88	185,08	31,93	15,15
при припиненні вітру – до берегу	0,02	-	-	200,68	166,28	178,22	34,40	17,14
-	-	-	-	281,44	215,73	185,97	65,72	23,35
-	-	-	-	424,87	254,49	209,11	170,38	40,10

Продовження табл. А.16

рН води, од. рН	Питома електро-проводимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), NaCl, г/дм³	Густина води, ρ, кг/м³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u, м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,57	204,000	116,000	1,139	ясно	східний	0-5	зяб	в створі р. Довбока
7,83	191,000	109,000	1,126	хмарно	північний	5-10	зяб	в створі р. Довбока
7,44	213,000	121,000	1,160	ясно	південний	10	хвилі	в створі р. Довбока
7,16	200,200	114,000	1,217	ясно	південно-східний	2-5	гладь, рихла сіль на дні шаром 1 см	між гирлом р. Довбока і ЛЗ

Таблиця А.17 – Результати моніторингу на станції Л2' за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирощення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрій	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л2' (ст. 5) (прорва в дамбі)	46° 34' 25.0"	30° 44' 56.5"	28.01.2015	11:50	-	-	-	-
			27.02.2015	13:10	-	-	-	-

Продовження табл. А.17

Температура води, $t_{\text{води}}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{\text{од}}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
1,8	-	0,06	XX (на білому фоні)	жовтувато-коричневий	110,13
8,5	1,00	0,20	XV (на білому фоні)	жовтий	25,68

Продовження табл. А.17

Напрямок течії, A , °	Середня швидкість течії води, v , м/с	Витрата води, Q , м ³ /с	Витрата наносів, R , г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм ³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм ³	Солоність води, S , ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм ³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	-	-	175,90	138,77	157,05	37,13	21,11
330 (на півн.півн.зах.)	0,10	-	-	39,86	35,12	38,85	4,74	11,88

Продовження табл. А.17

рН води, од. рН	Питома електро- провідність, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), $NaCl$, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,66	187,100	107,000	1,120	-	-	-	чисто	в дамбі старого солепромислу
8,13	60,800	34,500	1,026	ясно	південний	1-2	чисто	в дамбі старого солепромислу

Таблиця А.18 – Результати моніторингу на станції **P5'** за період з грудня 2014 р. по листопад 2015 р. (дані ОДЕКУ)

Номер гідрологічного поста	Географічні координати		Дата вимірювання, день.місяць.рік	Час вимірювання, год.:хв.	Рівень води на водомірному посту,			Прирошення рівня води, ΔH , м
	півн. шир., ° ' "	схід. довг., ° ' "			водомірний пристрой	умовний H , см	абсолютний ζ , м БС	
1	2	3	2	4	5	3	6	7
P5' (ст. 13) б. Дикарська	46° 40' 59.5"	30° 44' 33.0"	07.02.2015	11:35	середина русла	50	-	2,30

Продовження табл. А.18

Температура води, $t_{води}$, °C	Глибина води, h , м	Прозорість води, P , м	Колір води,		Мутність води, $\rho_{од}$, г/м ³
			номер за шкалою кольорів	характеристика кольору	
10	11	12	13	14	15
2,3	0,50	0.50 (до дна)	XVII (на чорному фоні)	коричнювато-жовтий	453,00

Продовження табл. А.18

Напрямок течії, A , °	Середня швидкість течії води, v , м/с	Витрата води, Q , м ³ /с	Витрата наносів, R , г/с	Сухий залишок, СЗ, г/дм ³	Мінералізація (прожар. залиш.), S (ПЗ), г/дм ³	Солоність води, S , ‰ (г/кг)	Розчин. орг. речовини, РОР, г/дм ³	Частка РОР в СЗ, % РОР від СЗ
16	17	18	19	20	21	22	23	24
стояча вода	0,000	0,000	0,00	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.18

рН води, од. рН	Питома електро-проводимість, мСм/см	Вміст NaCl (кондуктометр), $NaCl$, г/дм ³	Густина води, ρ , кг/м ³	Опади та інші явища	Характеристика вітру		Стан водної поверхні	Примітки (уточнення місцеположення гідрологічного створу тощо)
					напрямок, румб	швидкість, u , м/с		
25	26	27	28	29	30	31	32	33
7,76	0,590	0,286	0,995	-	східний	10-15	забереги 1-2 м, $h_t = 0.005$ м	міст південніше с. Кубанка