МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Розрахункові гідрологічні характеристики для проектування мостів та дорожніх труб в Одеській області

Виконав студент 3-го року навчання
групи МСГ-18
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Загородній Віталій Вячеславович

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач
Гопцій Марина Володимирівна

Консультант

Рецензент канд. геогр. наук, ст. викладач
Божок Юлія Володимирівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
д-р геогр. наук., проф. Шакірзанова Ж.Р.
"_27_" _квітня____2020__року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Загородньому Віталію Вячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахункові гідрологічні характеристики для проектування мостів та дорожніх труб в Одеській області
керівник роботи Гопцій Марина Володимирівна, канд. геогр. наук, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "17" квітня 2020 року № 40-С
2. Строк подання студентом роботи 30.05.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи середньомісячні та середньорічні витрати води на річках Одеської області від початку спостережень по 2015 рік, включно; Основні гідрографічні характеристики водозборів річок до гідрометричних створів та гирла
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стисла фізико-географічна характеристика річок Одеської області; 2. Гідрологічний режим річок Одеської області; 3. Гідрологічні розрахунки при проектуванні мостів та дорожніх труб
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Фізико-географічного розташування басейнів річок Одеської області; карто-схеми: геологічної будови, ґрунтового покриву, рослинності, середньорічної температури повітря, річних сум опадів, гідрологічної мережі; хронологічні графіки витрат води; внутрішньорічний розподіл стоку води за типовою (фіктивною) схемою; внутрішньорічний розподіл стоку річок за моделями характерних років ($м^3/с$ та %); сумісний графік щоденних витрат води за характерні по водності роки; різницево-інтегральні криві модулів стоку; фрагмент карти «Середній річний стік», наведений у СНиП 2.01.14-83;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання_____27.04.2020 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Стисла фізико-географічна характеристика річок Одеської області	27.04-03.05.2020	**95**	**відм.**
2	Гідрологічний режим річок Одеської області	04.05-07.05.2020	**90**	**відм.**
3	Величина річного стоку на річках Одеської області	08.05-16.05.2020	**90**	**відм.**
	Рубіжна атестація	**11.05-16.05.2020**		
4	Гідрологічні розрахунки при проектуванні мостів та дорожніх труб	17.05-21.05.2020	**85**	**добре**
5	Висновки	22.05-25.05.2020	**90**	**відм.**
	Оформлення роботи, джерел посилань	26.05-29.05.2020		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	30.05.2020		
	Підготовка доповіді, презентації			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		**90**	**відм.**

Студент _____ **Загородній В.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Гопцій М.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

С.

Вступ ……..……. 5

1 Стисла фізико-географічна характеристика річок Одеської області …….... 6

1.1 Географічне положення ……... 6

1.2 Геологічна будова і рельєф, карст ……...……... 7

1.3 Ґрунтово-рослинний покрив регіону ……..… 8

1.4 Коротка кліматична характеристика регіону…….. 11

1.5 Гідрологічна вивченість і особливості водного режиму ..…… 18

1.6 Господарська діяльність у регіоні…….… 20

2 Гідрологічний режим стоку річок Одеської області ..…….…. 22

2.1 Статистичний аналіз матеріалів спостережень …… 22

2.1.1 Оцінка однорідності часових рядів стоку ……..... 22

2.1.2 Вияв циклів та трендів у багаторічних коливаннях річного стоку ……..…… 23

2.2 Внутрішньорічний розподіл стоку …….....……..... 26

2.2.1 Типовий (фіктивний) внутрішньорічний розподіл стоку …….... 28

2.2.2 Внутрішньорічний розподіл стоку за моделями характерних років …….……..…….. 32

2.3 Величина річного стоку на річках Одеської області ……..…… 35

2.4 Максимальні витрати води на річках Одеської області ……. 37

2.5 Мінімальний стік на річках Одеської області ……. 39

3 Гідрологічні розрахунки при проектуванні мостів та дорожніх труб …….. 40

Висновки …….. 42

Перелік джерел посилання ……..…….. 45

Додаток А – Типова гідрологічна записка при різних водогосподарських заходах ……. 47

ВСТУП

При проектуванні різних водогосподарських заходів до типової гідрологічної записки (додаток А), як невід'ємної частини проєкту, входять такі розділи: фізико-географічна характеристика басейну; клімат; гідрографія басейну; гідрологічна вивченість; гідрологічний режим річки; норма річного стоку; внутрішньорічний розподіл стоку; максимальні витрати води; мінімальні витрати води; програма додаткових гідрологічних досліджень та інш.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є складання типової гідрологічної записки при проектуванні мостів і дорожніх труб на річках Одеської області.

Об'єкт дослідження – гідрологічний стік річок Одеської області, які розташовані на південно-західному узбережжі Чорного моря в межах України.

Предмет дослідження – часові ряди середньомісячних та середньорічних витрат води на річках Одеської області.

Завдання:

- дослідити умови формування річного стоку річок Одеської області;

- сформувати базу даних середньомісячних витрат води для розрахунку внутрішньорічного розподілу стоку;

- сформувати базу часових рядів середньорічних витрат води за існуючий період спостереження;

- виконати розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку за типовим (фіктивним) розподілом та за моделями характерних років;

- виконати статистичну обробку часових рядів річного стоку, з метою визначення середнього модуля стоку (норми), коефіцієнтів варіації та асиметрії;

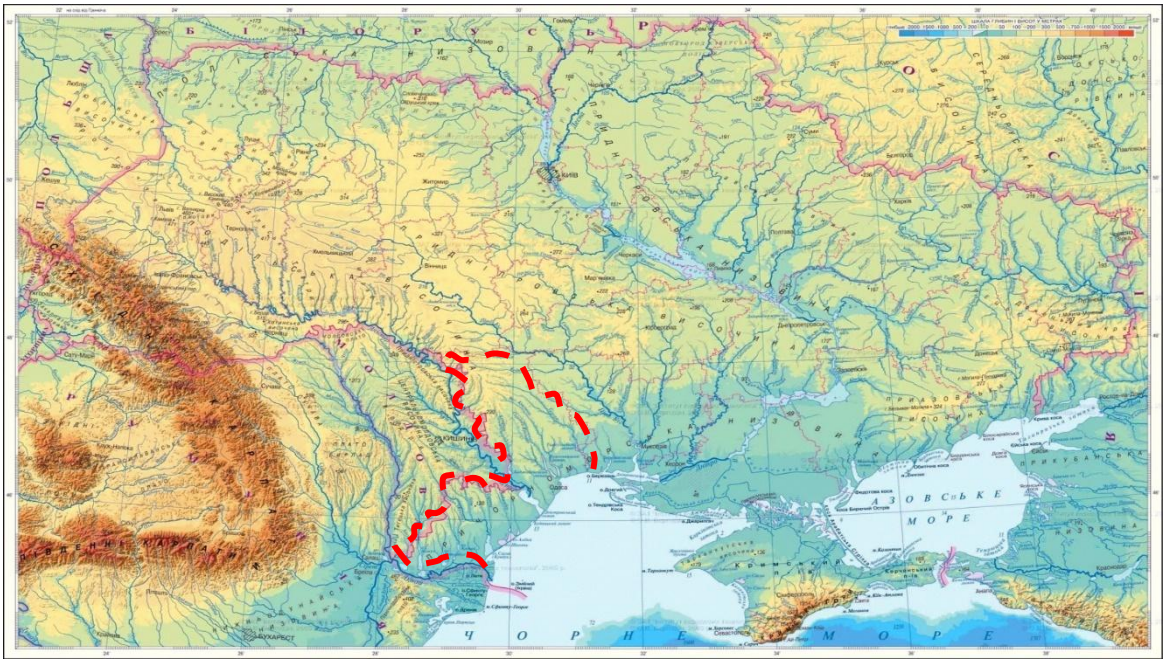
- за літературними джерелами визначити величину максимального стоку весняного водопілля та дощових паводків та мінімальний стік межені;

- визначити додаткову програму гідрологічних спостережень для проектування мостів та дорожніх труб на річках Одеської області.

1 СТИСЛА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧОК ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Географічне положення

Територія Одеської області простягається від гирла Дунаю до Тилігульського лиману. Її площа – 33,3 тис.км^2 (5,5 % території України). Морські і лиманні узбережжя в межах області мають довжину близько 300 км. Углиб суші, на північ – північний захід територія простягнулася на 200-250 км. Територія Одеської області розташована на крайньому південному-заході України (рис. 1.1), уздовж державних кордонів з Молдовою і Румунією між 45^0 і 48^0 сх.д. Адміністративно територія Одеської області пролягає по Північно-Західному Причорномор'ї, на півночі граничить з Вінницькою областю, на північному сході – з Кіровоградською, на сході – з Миколаївською областю, на півдні і південному-сході омивається водами Чорного моря. Вона знаходиться на півночі на відрогах Подільської височини та на південь на Причорноморській низовині [1].



– територія Одеської області

Рисунок 1.1 – Фізико-географічна карта України [2]

1.2 Геологічна будова і рельєф, карст

Територія Одеської області розташована в межах стародавніх платформенних структур Європи – Східно-Європейської докембрійської і епігерцинської Скіфської (рис. 1.2). З великих геоструктур Східно-Європейської платформи на розглянутій території знаходяться: Український щит і його схили, Преддобруджинська юрська і Причорноморська крейдово-палеогенна впадини.

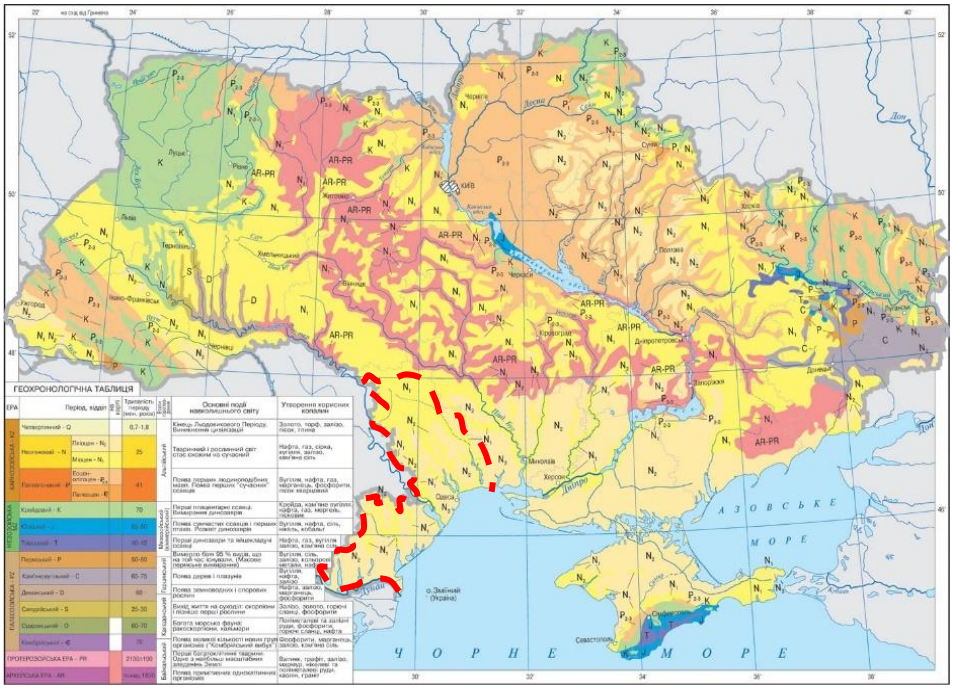


Рисунок 1.2 – Геологічна карта України [2]

У геологічній будові території Одеської області представлені метаморфічні й осадові породи докембрію, палеозою, мезозою і кайнозою.

Протягом антропогену в досліджуваному регіоні опадонакопичення відбувалося переважно в континентальних умовах. Антропогенні опади покривають вододіли, схили долин, складають низькі тераси рік і лиманів, дельти, перевисипки, пляжі, коси [1,3-4].

1.3 Ґрунтово-рослинний покрив регіону

Особливості і характер розміщення ґрунтових типів і рослинних співтовариств на території області в більшій мірі визначені основними моментами їхнього розвитку в минулому. Формування ґрунтового покриву і рослинності почалося ще з відступом Понтичного морського басейну [5-6].

Паралельно зі зміною рослинності прийшла і зміна ґрунтів, що з «безструктурного» і «мертвого» морського осаду почали поступово перетворюватися в «дійсний ґрунт». Повільне осушення території в напрямку з півночі на південний захід разом зі зміною в цьому ж напрямку кліматичних умов і висоти рельєфу обумовили досить чітко виразні зональні відмінності в ґрунтовому покриві і рослинності території. З пересуванням від її північних окраїн до Чорного моря прослідкуються зональні типи ґрунтово-рослинного покриву: на півночі - південні лугові степи (зараз практично розорані) на деградованих і типових чорноземах, у центральній частині – різнотравно-ковильно-типчакові степи на звичайних чорноземах, на південно-заході - полинно-злакові степи на південних, а також темно-каштанових солонцюватих ґрунтах [7].

Чорноземи деградовані поширені в Кодимському, Балтському і Савранському районах (рис. 1.3). Вони сформувалися в умовах степу під впливом чорноземного процесу ґрунтоутворення, що у результаті наступу лісу на степ поступово замінився підзолистим.

Чорноземи типові сформувалися на звільнених від лісу ділянках. Займають невисокі плато і слабопологі схили в районах [9-10].

Зональними чорноземами в центральних районах області є чорноземи звичайні. Глибина гумусового обрію в них менше, ніж у чорноземів могутніх, що зв'язано з формуванням цих ґрунтів у посушливій зоні під різнотравно-типчаково-ковильними степами. Перехід гумусового обрію в материнську породу короткий і досить чіткий.

У різнотравно-типчаково-ковильному степу, що існував у доагрикультурний період, на кращих різностях ґрунтів панували щільно-

дернисті злаки, переважно ковила, а на змитих часто щебнистих ґрунтах опуклих схилів – мілко-дернові злаки (типчак) і різнотрав'я (чабрець, астра степова, ромашка, молочай, перстач). Місцями в балках існували байрачні ліси [7-10].

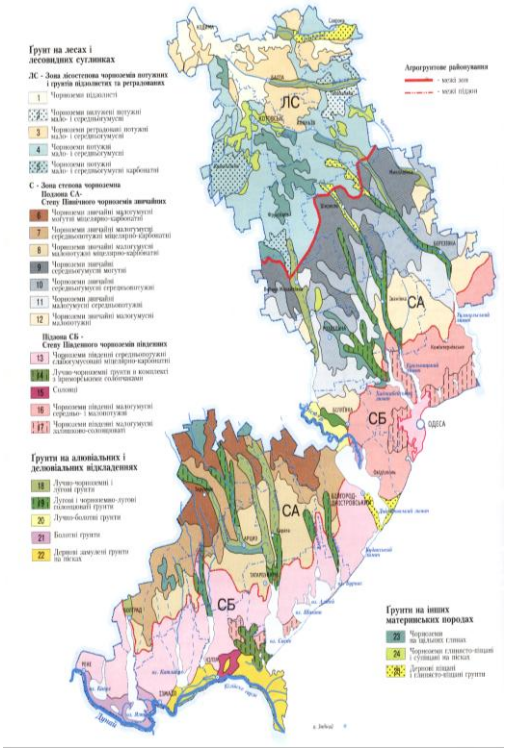


Рисунок 1.3 – Ґрунтовий покрив в Одеській області [1]

У ґрунтовому покрові Дністровського лівобережжя панують чорноземи південні мало гумусні (рис.1.4). Зміст гумусу в цих ґрунтах не перевищує 3,9%. Ці ґрунти займають плоскі вододільні положисті схили. Потужність гумусового обрію в них складає 55–57 див. Південні чорноземи менш родючі, чим звичайні і мають несприятливий водний режим.

Уздовж узбережжя моря в межах Комінтернівського району вузьку смугу займають темно-каштанові ґрунти. Сформувалися вони під незімкнутою рослинністю сухого степу в умовах жаркого літа, сухої теплої осені і помірно-теплої вологої зими.

Південні степи по рослинах, що панували в минулому, звуться типчаково-ковильні. У їхньому складі багато ефемерів і ефемероїдів. По балках, схилах

долин рік і лиманів росли степові чагарники (шипшина, терн, карагана). Нині в сильно збідненому видовому складі степова рослинність зустрічається на нерозорюваних крутих схилах.

У заплавах рік розвиті короткопоймені луги галофільного типу. Для них характерні лисохвіст луговий, пирій повзучий, полинь морська, астра солонцева, подорожники солончаковий і солонцюватий. Під ними розвиваються лучно-чорноземні солонцюваті ґрунти [8, 10].

У заплавах спостерігаються заболочування і засолення ґрунтів. У плавах Дунаю і Дністра поширені вербові ліси з тополями і вільхою. У заплавах рік і на морських узбережжях поширені солончакові луги.

Сучасний лісостеп характеризується чергуванням лісових масивів із сільськогосподарськими угіддями на місці колишніх лугових степів. На стрімких схилах зустрічаються неорані степові ділянки.

Лісів в Одеській області мало. Великі лісові масиви збереглися в Кодимському, Балтському, Савранському, Фрунзівському, Ананьївському районах. У першому ярусі лісів переважають дуби: черешчатий, сидячеквітковий і скельний; у другому ярусі – клен, явір, ясен, вільха, липа, груша, яблуня, черешня; у підліску – клен татарський, глід, ліщина, шипшина, що переважали в минулому. Ковила Лессинга, тирса майже зникли, зі злаків зараз панують типчак тонконогий, мятлик, вівсяниця й інші. На заболочених ділянках ростуть очерет, лепешняк, мітлиця, низка [1, 10].

Необхідно ще відзначити, що майже на всій території Одеської області, внаслідок тривалої діяльності людини, природний рослинний покров перетерпів корінні зміни і, у першу чергу, замість знищеної природної рослинності тут широко впроваджена культурна. Майже скрізь природні степи перетворені в орні землі, зайняті сільськогосподарськими культурами. Крім того, значне місце займають сади і виноградники. Разом з тим, минулі степи перетинаються тепер полезахисними смугами, у яких ростуть засухостійкі види деревинно-чагарникової рослинності.

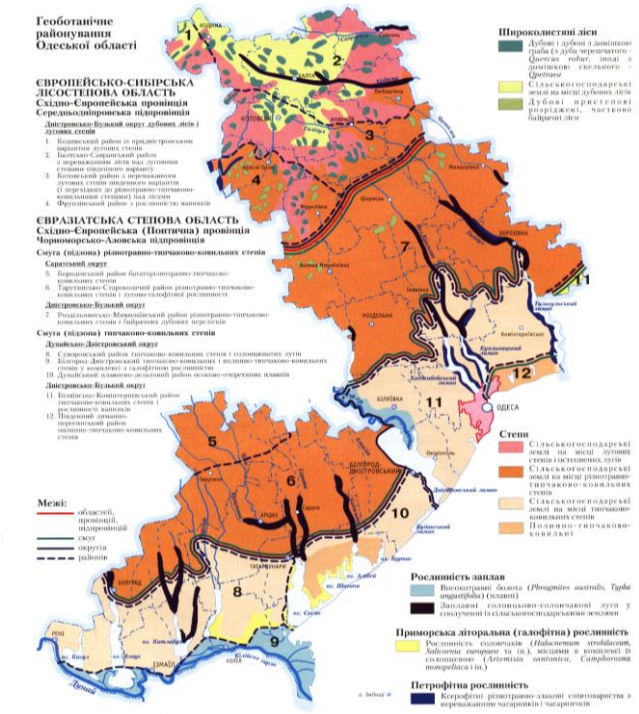


Рисунок 1.4 - Рослинний покрив в Одеській області [1].

1.4 Коротка кліматична характеристика регіону

Клімат області обумовлюються складною взаємодією багатьох фізико-географічних факторів, з яких найбільш важливе значення мають: радіаційний режим, своєрідність циркуляції атмосфери, характер рельєфу і вплив моря [11].

Розташовуючись на півдні територія Одеської області одержує протягом року порівняно багато тепла. Радіаційний режим визначається географічною широтою, характером атмосферної циркуляції і хмарністю. Перевага антициклонної циркуляції в теплий період року обумовлює ясну сонячну погоду. Узимку за рахунок однорідного розподілу хмарності контрасти в значеннях сумарної радіації невеликі. Сумарна радіація змінюється узимку від 251 до 419 МДж/м2 (рис. 1.5). Навесні характер хмарності значно змінюється. Значення радіації в цей період змінюється від 1257 до 1508 МДж/м2. Улітку сумарна радіація змінюється від 1676 до 2137 МДж/м2. Восени, в зв'язку з ослабленим припливом тепла, до земної поверхні роль місцевих фізико-географічних особливостей у формуванні радіаційного режиму зменшується.

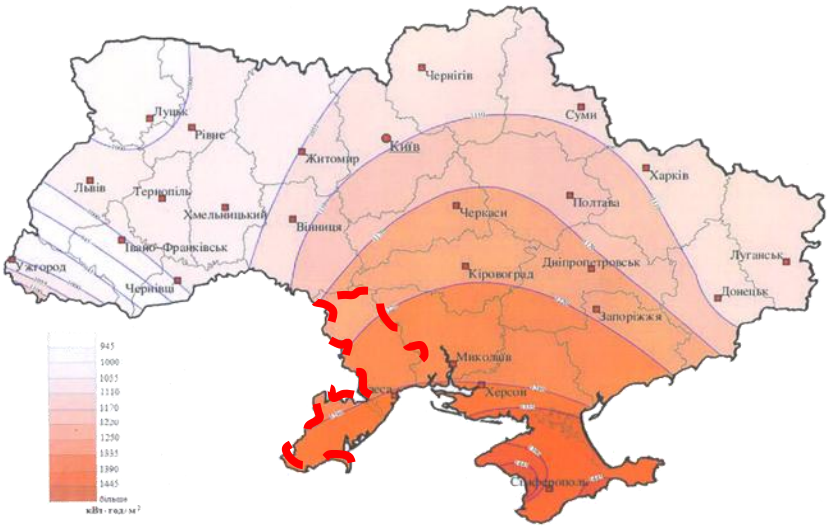


Рисунок 1.5 – Сумарна сонячна радіація (рік) [2]

Атмосферна циркуляція відіграє основну роль у зволоженні. Вона ж значною мірою визначає температурний режим холодного півріччя. Характер циркуляційних процесів над південним-заходом України обумовлюється діяльністю Азорського й Азіатського максимумів, Ісландського мінімуму і циклонічною діяльністю на середземноморській гілці помірного фронту. Протягом п'яти місяців (V-IX) теплого періоду переважає вплив відрога Азорського максимуму. Найбільша повторюваність областей високого тиску спостерігається в другій половині літа і на початку осені.

Активна циклонічна діяльність спостерігається при виході південних циклонів, що формуються над Середземним морем з жовтня по березень. Навесні і восени з північного-заходу Європи приходять атлантичні антициклони.

Протягом року переважають континентальні (52%) і морські (15%) помірні повітряні маси. Значні розходження величин радіаційного балансу моря і суші обумовлюють особливості клімату приморських районів. Море акумулює велику кількість тепла, що витрачається в основному на випаровування і турбулентний теплообмін [11-12].

Температура самого холодного місяця (січня) майже скрізь мінусова (–5) - (–1)^{0}C; самого теплого (липня) – складає близько 24 ^{0}C (рис. 1.6). Середня

тривалість безморозного періоду коливається від 260 на півночі до 270 днів на півдні Одеської області. Протягом року спостерігаються істотні відхилення від середньорічних температур. Абсолютні максимуми температур досягають +41^{0}С влітку і +6^{0}С узимку, абсолютні мінімуми -31.4 ^{0}С у взимку і +6^{0}С улітку. Особливо мінлива температура в зимові місяці. Більш стійка вона з квітня по вересень.

Навесні і восени добре виражені періоди з перевагою стійкої – антициклональної і нестійкої – циклональної погоди (рис. 1.6). Навесні і восени часті заморозки; найбільша їх повторюваність спостерігається під час переходу середніх добових температур повітря від 0 до +5 ^{0}С [12].

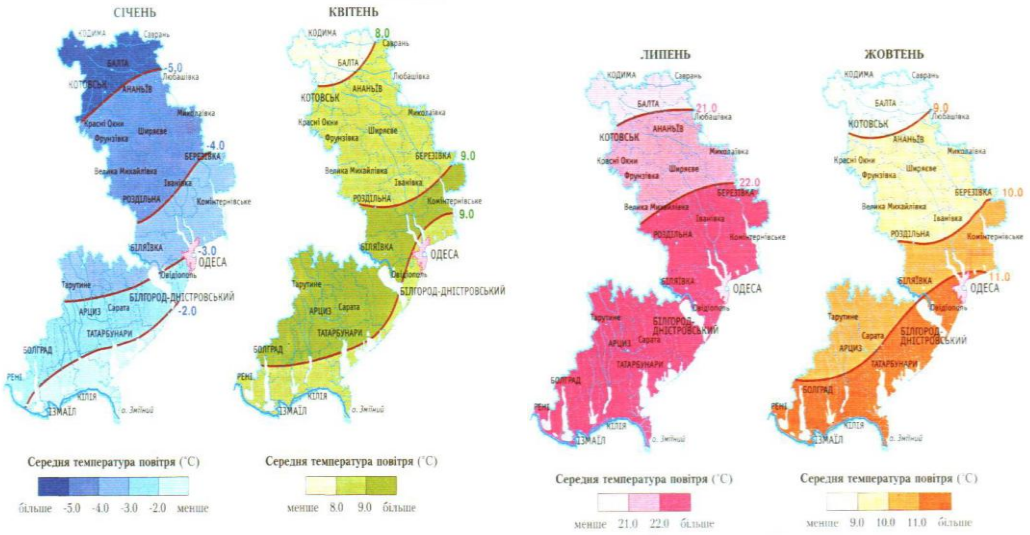


Рисунок 1.6 - Температурний режим повітря в Одеській області [1]

Середньомісячні температури січня змінюються в межах території від – 5,0^{0}С на півночі (Любашівка) до -1,8^{0}С на південно-заході (Ізмаїл), липня – від 21.0 ^{0}С до 22.9 ^{0}С . Середньорічна температура повітря в межах області змінюється від 8.2 ^{0}С (Любашівка) до 10.8 ^{0}С (Ізмаїл).

Узимку переважає нестійка похмура погода з частими відлигами (50 – 60 днів) і короткочасними похолоданнями. Сніговий покрив нестійкий (рис.1.7), встановлюється в першій декаді грудня, середня тривалість його залягання – менш 40 днів. Сніговий покрив змінюється з півночі (30мм) на південь (15мм), а у береговій лінії становить менше 10мм (рис.1.8).

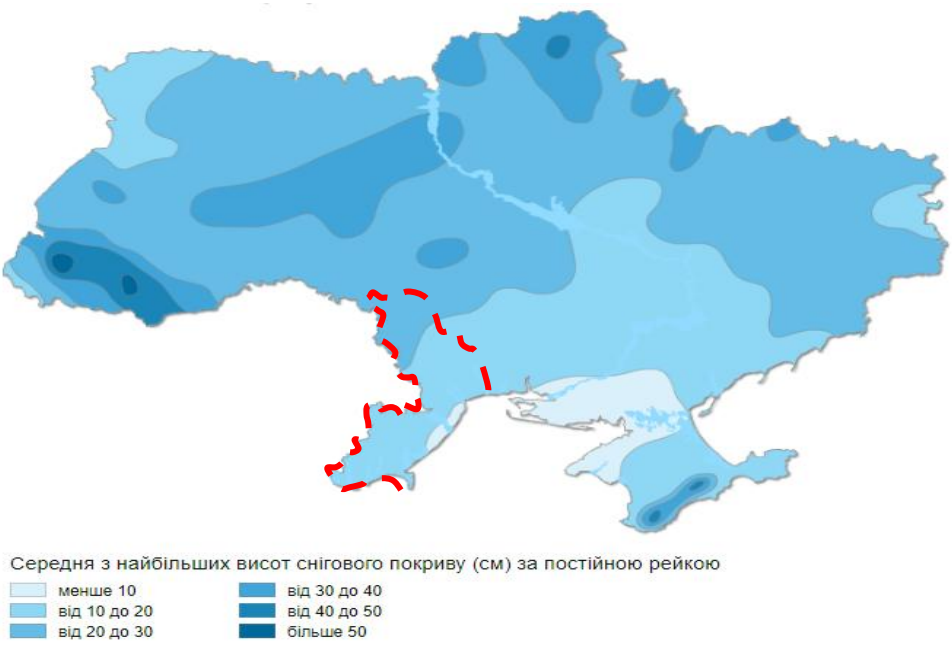


Рисунок 1.7 – Середня з найбільших висот снігового покриву (рік), см [2]

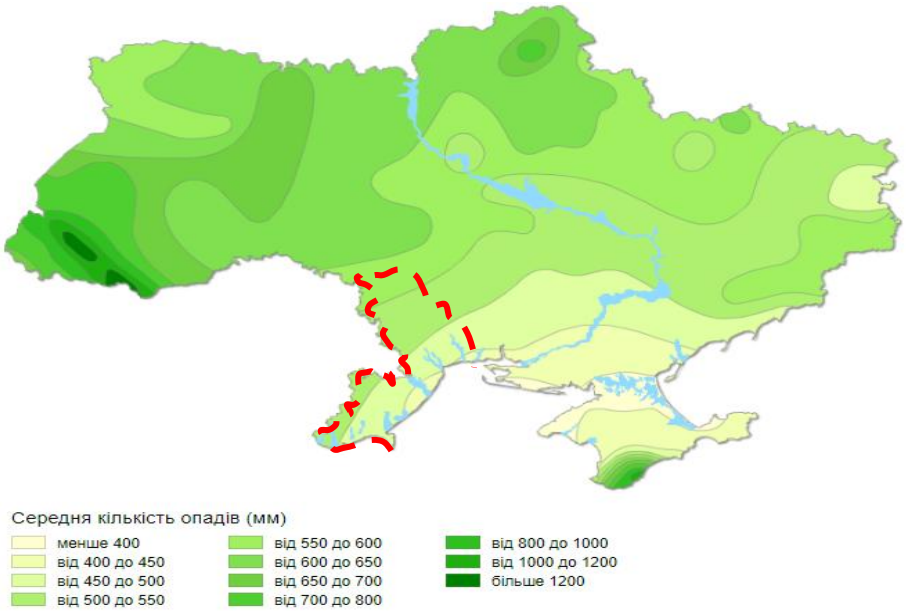


Рисунок 1.8 - Середня кількість опадів (рік), мм [2]

Аналіз даних спостережень за температурою повітря по метеорологічних станціях території області за весь період спостережень у цілому підтверджує наявні дані про сучасне потепління приземної атмосфери, хоча інтенсивність цих змін у межах області не настільки істотна, як в інших регіонах. У центральних і північних районах області за столітній період (з кінця

XIX по кінець XX сторіччя) зміна середньорічної температури склала 0.3-0.4^{0}C (метеостанції Любашівка, Одеса), для південно-західних – близько до 0^{0}C (метеостанція Ізмаїл) [11-12].

Важливою особливістю сучасного потепління в межах області є значне збільшення температури узимку: по метеостанції Одеса середньомісячна температура січня підвищилася з –2.5 ^{0}C до –1.5 ^{0}C, по метеостанції Ізмаїл – з –1.8 ^{0}C до –1.3 ^{0}C з при незмінності (по метеостанції Ізмаїл) чи навіть деяким зниженням температури повітря влітку. Зокрема, по метеостанції Одеса за останні три десятиріччя середньомісячна температура липня понизилася з 22.2 ^{0}C до 21.4 ^{0}C .

Річна кількість опадів у межах області складає від 600мм до 400 мм, у цілому зменшуючись з півночі на південь і південний захід (рис.1.7). Так, у північних районах середньорічна кількість опадів складає 550-600 мм, у центральних районах - 450–550 мм, у південних - 450-400 мм [12].

Найменша кількість опадів випадає на морському узбережжі, особливо на піщаних косах, що обумовлено впливом моря, невеликими висотами Причорноморської низовини, високими температурами теплого півріччя і бризовою циркуляцією. Опади холодного періоду розподіляються порівняно рівномірно. Типовий річний хід опадів в Одеській області представлений на рис. 1.9. Перевага літніх опадів обумовлена підвищеною вологістю повітря в теплий період і проходженням холодних фронтів з могутньою конвекцією хмарності.

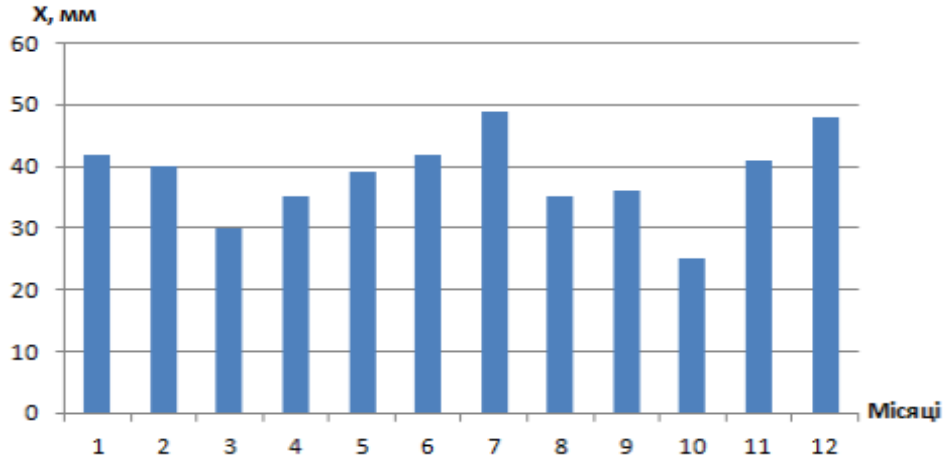


Рисунок 1.9 - Річний хід кількості опадів, м/с Одеса [11]

Найбільші, із зареєстрованих на метеорологічних станціях області, добові максимуми опадів складають 150-160 мм (Маяки, Болград). Ці величини близькі до розрахункових шарів добових максимумів опадів 1%-ой забезпеченості [11].

Великі добові суми опадів у теплий період обумовлені найчастіше зливовою діяльністю. Зливи по території Північно-західного Причорномор'я найбільш часто спостерігаються в червні – липні. Середнє число днів зі зливами за теплий період складає 3,5 (у квітні – 0,5, у вересні і жовтні – по 0,4).

Приблизно один раз у три роки можна чикати один день зі зливою, інтенсивність якої перевищує 1,0 мм/хв. Імовірність випадання злив з інтенсивністю 2,0 мм/хв і більш порівняно мала. Середня багаторічна інтенсивність злив складає 0,76 мм/хв [11].

Аналіз багаторічних змін річних сум опадів, виконаний за даними спостережень на метеостанціях Любашівка (за 1929-1990 рр.), Одеса (за 1894-1990 рр.) і Ізмаїл (за 1924-1995 рр.) показав, що для півночі області характерна загальна тенденція до зменшення кількості опадів, що випадають за рік, а для півдня і південного-заходу – до збільшення. Інтенсивність цих змін оцінюється величинами 20-30 мм за 100 років.

Велику частину року на території області переважають вітри північного і північно-східного напрямку. У літній же час на всій території області переважно дують вітри західні і північно-західні, у приморських районах поширена бризова циркуляція. Швидкість вітрів при просуванні на південь збільшується. Середня річна швидкість вітру 3,5 – 4,5 м/с; на узбережжі вона зростає до 4 – 6 м/с. Сильні вітри переважають у холодний час року, їхні максимальні швидкості можуть щорічно досягати 20 – 24 м/с.

З несприятливих кліматичних явищ для території Північно-західного Причорномор'я характерні суховії і пилові бурі (повторюваність – 3-8 днів у рік), грози (20-26 днів), на морському узбережжі - тумани (20-30 днів у рік).

У центральній частині водоприймачами гідрографічної сітки є річка Дністер з Дністровським лиманом, водозбірна площа - 6138км^2.

Всі малі річки області маловодні, більшість з них влітку пересихають. Більшість річок та струмків мають протяжність менше 10 км. Схили річок незначні (від 0,8 до 1,6 м/км), течія повільна. Живлення річок переважно снігове, яке характеризується весняною повінню та паводками і тривалою літньо-осінньою меженню з рідкими зливними паводками [2, 11-12].

Тривалість льодоставу 2-3 місяці. Очищення від льоду малих річок відбувається на початку та всередині березня без льодоходів.

Середньорічний стік малих річок становить 386 млн.м^3/рік. Більша частина річкового стоку (80-90%) проходить у весняний період. Норма стоку річок межиріччя Дунай-Дністер коливається від 0,22 до 0,46 л/с з 1км2. Середньорічна мутність 100-250 мг/л, максимальна - до 1000 мг/л [13].

Русла більшості річок замулились, заросли жорсткою рослинністю та втратили дренуючу здатність. Це призвело до заболочення та засолення раніше родючих заплавних земель. На протязі останніх п’ятнадцяти років впроваджуються роботи по впорядкуванню русел малих річок та освоєнню заплавних земель. Виконання цих робіт стримується недостатньою сумою виділених асигнувань навіть з урахуванням залучених коштів окремих землекористувачів.

Через те, що кількість діючих гідрологічних постів незначна та не дає можливості одержати своєчасно фактичну величину стоку, відсутні дані визначаються за розрахунком річки Дунай проводяться з 1921р., за рівнями озер - з 1973р.

Існують також відомчі спостереження за рівнями та якістю води в річці Дунай та Придунайських озерах в системах Мінздраву, Міністерства екології та природних ресурсів, Держводгоспу України. Спостереження за рівнями та якістю води у річках та прісноводних водоймах території Одеської області, які є джерелами комплексного водопостачання, проводяться двома гідрохімічними лабораторіями на базі ПУКЗСіВ (місто Ізмаїл), та ОГГМЕ та дев’ятьма управліннями облводгоспу (вісім управлінь зрошувальних систем та Придунайське управління каналів, захисних споруд та водосховищ).

1.5 Гідрологічна вивченість і особливості водного режиму

Усього на розглянутій території нараховується 1143 рік і їхніх приток.

Усі ріки області можна поділити на дві групи. Першу складають малі ріки, режим яких цілком визначається місцевими фізико-географічними умовами. Джерела цих рік знаходяться на південних окраїнах височин Подільської і Південно-Молдавської. Усі місцеві малі ріки мають незначну довжину вузьких басейнів, витягнутих у меридіональному напрямку, широкі і глибокі долини, схили яких звичайно сильно порізані мережею балок і ярів.

До середніх річок відносяться: Кодима, Когильник, Кучурган, Тілігул, Чичеклея, Ялпуг.

До малих рік області відносяться: Савранка, Великий і Малий Куяльники, Сарата, Хаджидер та інші. Усі малі ріки області маловодні, більшість з них улітку пересихають. Схили рік незначні (від 0,8 до 1,6 м/км), течія повільна. Живлення річок в основному дощове.

Основний обсяг річного стоку формується за межами області і велика його частина приходиться на великі ріки – Дунай і Дністер. Їхній гідрологічний режим не пов'язаний із природними особливостями області. Долини мають типово рівнинний характер (рис. 1.10).

На рис. 1.11 зображено розподіл постійних водотоків по басейнам великих річок. Аналіз забезпеченості адміністративних районів області підземними джерелами та міра їх спрацьовування показує, що з 26-ти районів тільки на території 11-ти є запаси підземних вод, які дозволяють нарощувати водозабір. До них відносяться: Ананьївський, Балтський, Велико-Михайлівський, Ізмаїльський, Кодимський, Красноокнянський, Любашівський (південна частина), Миколаївський, Ренійський, Фрунзівський, Ширяєвський [13].

Інші 15 районів належать до групи районів зі спрацьованими чи близькими до спрацьовування запасами підземних вод, що потребує прийняття практичних заходів по зниженню водовідбору.

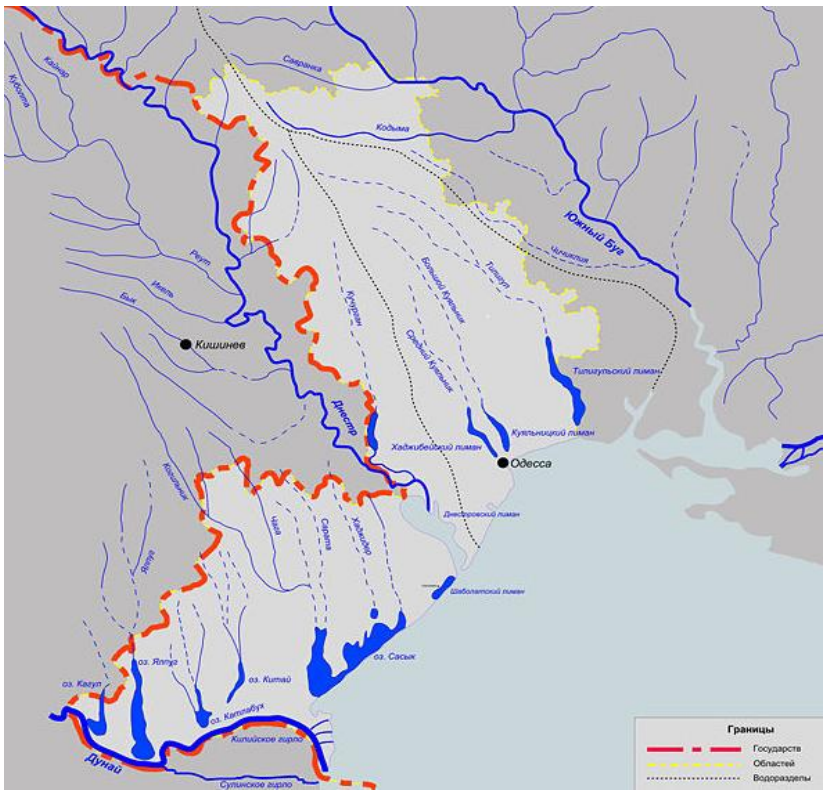


Рисунок 1.10 – Річкова мережа в Одеській області [9]

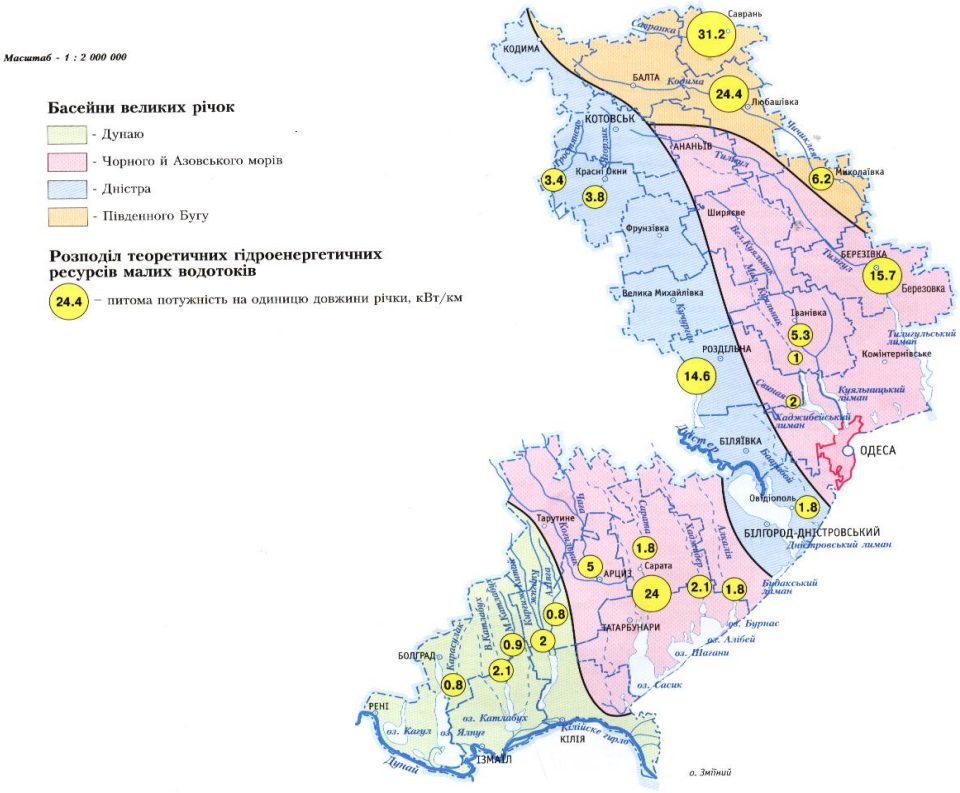


Рисунок 1.11 – Розподіл постійних водотоків по басейну великих річок Одеської області [13]

Запаси підземних вод, в цілому, використовуються для потреб господарсько-питного водопостачання та, частково, для промислового та сільськогосподарського виробництва.

Більшість земель водного фонду зосереджені в південно-західній та південній частинах області, а саме в: Татарбунарському районі – 46821,15 га, Ренійському – 32999,07 га, Білгород-Дністровському – 29220,29 га, Кілійському – 21554,5 га, Комінтернівському – 17243,08 га, Біляївському – 15481,4 га, Овідіопольському – 14298,54 га.

Найменше земель водного фонду налічується в північній частині області: у Великомихайлівському – 428,84 га, в Ананьївському – 270,95 га, в Кодимському – 366,2 га, у Фрунзівському районі – 138,1 га, в Красноокнянському – 402 га.

Але забезпечення питного водопостачання у північній частині області, не зважаючи на велику різницю з південною, значно краще. Це пояснюється запасами прісних підземних вод, що не характерно для півдня Одещини.

Із загальної кількості земель водного фонду 80 % земель зайняті озерами та лиманами, 7 % – річками та струмками, 5 % – ставками, 4 % – каналами та 4 % – водосховищами.

Режим роботи водосховищ у межах Державних зрошувальних системах у меженний період характеризувався тим, що об’єми води в них підтримувалися на рівні нормального підпірного горизонту, крім тих, у яких вода на зрошення земель не забиралася (Біляївське, Виноградівське, Кагачське). У Барабойському водосховищі на протязі останніх 10-15 років об’єми води складають 7,5-9,5 млн. м^3, що становить лише 25-27 % від об’єму при НПР, на 1 жовтня 2008 року об’єм його склав 5,8 млн. м^3, або 24,2 % від нормального об’єму.

1.6 Господарська діяльність у регіоні

Структура земельного фонду і його розподіл по категоріях земель і по землекористувачах обумовлені нестатками народного господарства й, у значній

мірі, різноманітністю природних умов. Загальна площа сільськогосподарських угідь складає приблизно 2.5 млн. га, це більш 75% від загальної земельної площі області (3,33 млн. га). З них на орні землі приходиться близько 82% (2,05 млн. га), косовище і пасовища – 14,1%, сади і виноградники – близько 4%. Землезабезпеченість в області вище за середню по державі: на одного жителя приходиться 0,98 га сільськогосподарських угідь (по Україні – 0,8 га/чол.). Спостерігається загальна тенденція скорочення площ сільськогосподарських угідь, особливо ріллі і багаторічних плодових насаджень – садів і виноградників, унаслідок відведення земель під забудови і утрат від ерозії і засолення. Еродовані ґрунти складають біля половини від загальної площі ріллі (0.9 млн. га за станом на 1990 р.). Сильно змитими і розмитими є також землі, використовувані під багаторічними насадженнями (55,8 %), вигони і пасовища (68,2 %).

2 ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ СТОКУ РІЧОК ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Статистичний аналіз матеріалів спостережень

Дослідження гідрологічного режиму виконується за матеріалами спостереження по гідрологічних постах. На сьогоднішній день в межах області спостереження ведуться по 3 гідропостах (р. Кодима – с. Катеринка, F = 2390 км^2, р. Великий Куяльник – с. Северинівка, F = 1840 км^2, р. Тилігул – смт Березівка, F = 3170 км^2) з наступними існуючими матеріалами спостережень: характерні рівні води (за матеріалами щоденних вимірювань); середньомісячні та середньорічні витрати води; стік весняної повені; стік дощових паводків (лише р. Кодима - с. Катеринка); мінімальні витрати води; температуру води; льодові явища; товщина льоду (окрім р. Великий Куяльник – с. Северинівка). На півдні області протікає р. Дунай, де також проводять комплекс гідрометеорологічних спостережень за стоком по 6 гідропостах, однак ці дані не було залучено при аналізі, оскільки формування стоку знаходиться за межами досліджуваної території.

2.1.1 Оцінка однорідності часових рядів стоку

По 7 гідрологічних постах Одеської області було перевірено на однорідність часових рядів спостереження з діапазоном площ водозборів від 145 км^2 до 3170 км^2.

Встановлено, що за критерієм Фішера на 1% рівні значимості усі ряди однорідні, а при 5% - однорідними є 6 рядів. За критерієм Стьюдента на 1% - однорідні 5 рядів, а при 5% - вже 4 ряди. За критерієм Уілкоксона при 1% та 5% рівнях значимості – однорідними є 4 пости. Загальний висновок зроблений за результатами перевірки на однорідність часових рядів спостереження на розглянутих річках Одеської області на рівні значимості 1% - неоднорідні 2 з 7 ряди, а при 5% - неоднорідні 3 з 7 ряди.

2.1.2 Вияв циклів та трендів у багаторічних коливаннях річного стоку

Для виявлення циклів водності виконують побудову різницево-інтегральних кривих стоку. Різницеві інтегральні криві відхилень річних величин стоку від його середнього значення будують у відносних величинах, тобто у модульних коефіцієнтах. Для побудування такої кривої послідовно сумують відхилення модульних коефіцієнтів хронологічного ряду від їх середнього багаторічного значення, який дорівнює одиниці.

Аналіз різницево-інтегральних кривих річного стоку на річках Одеської області (рис. 2.2) дозволяє виділити повні цикли водності, так, наприклад, р. Кодима – с. Катеринка: у період з 1947 р. по 1976 р. панувала тривала маловодна фаза, яка порушувалася багатоводними роками; у період з 1976 р. по 2006 р. тривала багатоводна фаза, яка порушувалась маловодними роками; і починаючи з 2006 р. настала маловодна фаза. Тоді як, по посту р. Тилігул – смт Березівка за період інструментальних спостережень можемо відмітити: у періоди 1963-1969, 1979-1982, 1984-1985, 1997-1999, 2002-2003 рр. – нетривала багатоводна фаза; 1970-1979, 1985-1997 рр. – маловодна фаза.

На території Одеської області на сьогодні діють лише 3 гідрологічні пости, по яких було оцінено значущість трендів у рядах спостережень (рис. 2.3). Були визначені рівняння:

р. Тилігул – смт Березівка, тренд значущий

$$y = -0{,}0045x + 9{,}1616,\ R^2 = 0{,}0761$$

р. Кодима – с. Катеринка, тренд не значущий

$$y = 0{,}0023x - 3{,}8362,\ R^2 = 0{,}0165$$

Отже, зробити висновок про річний стік регіону складно через обмеження у наявних рядах спостережень за стоком.

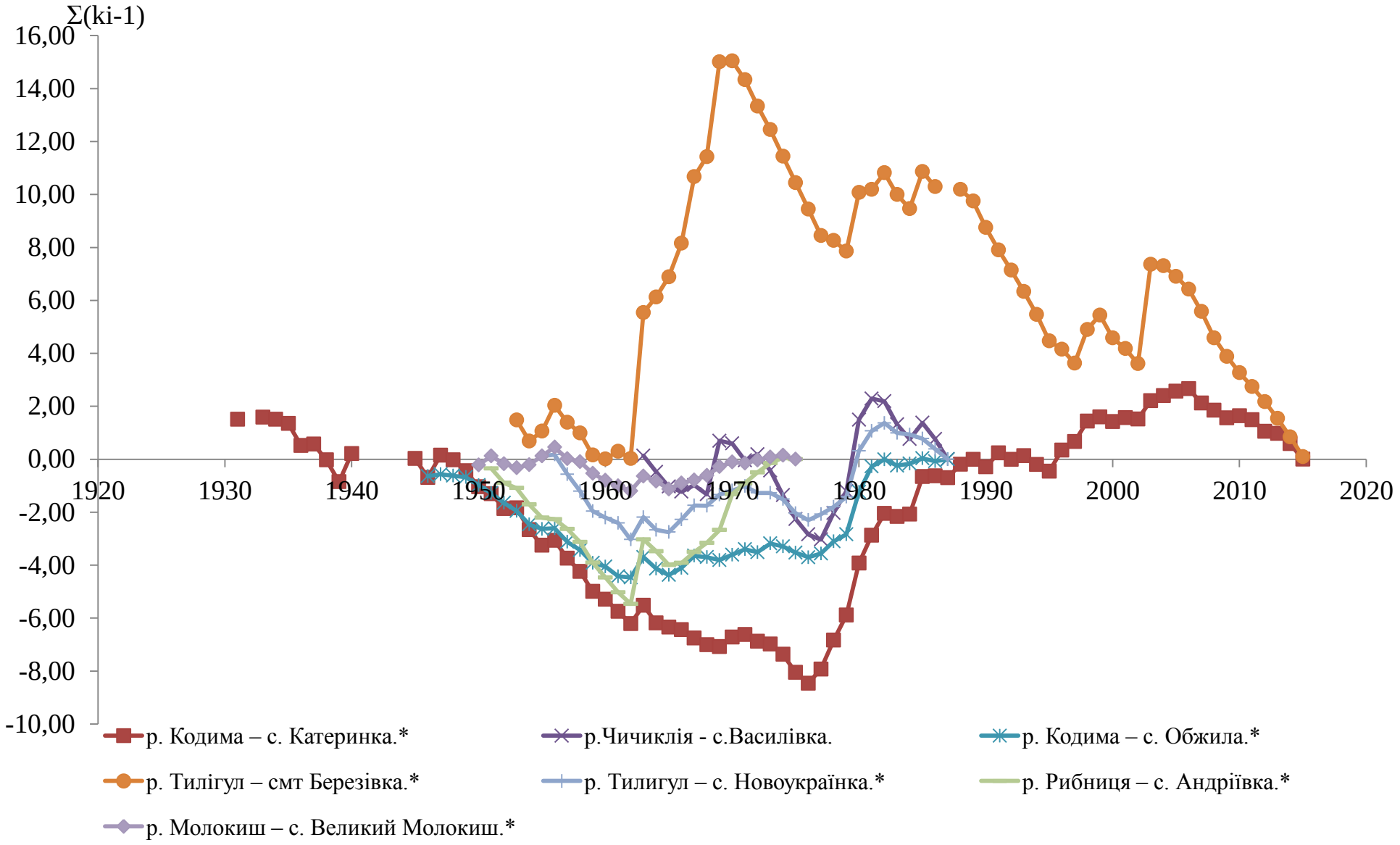


Рисунок 2.2 – Різницеві інтегральні криві річного стоку на річках Одеської області

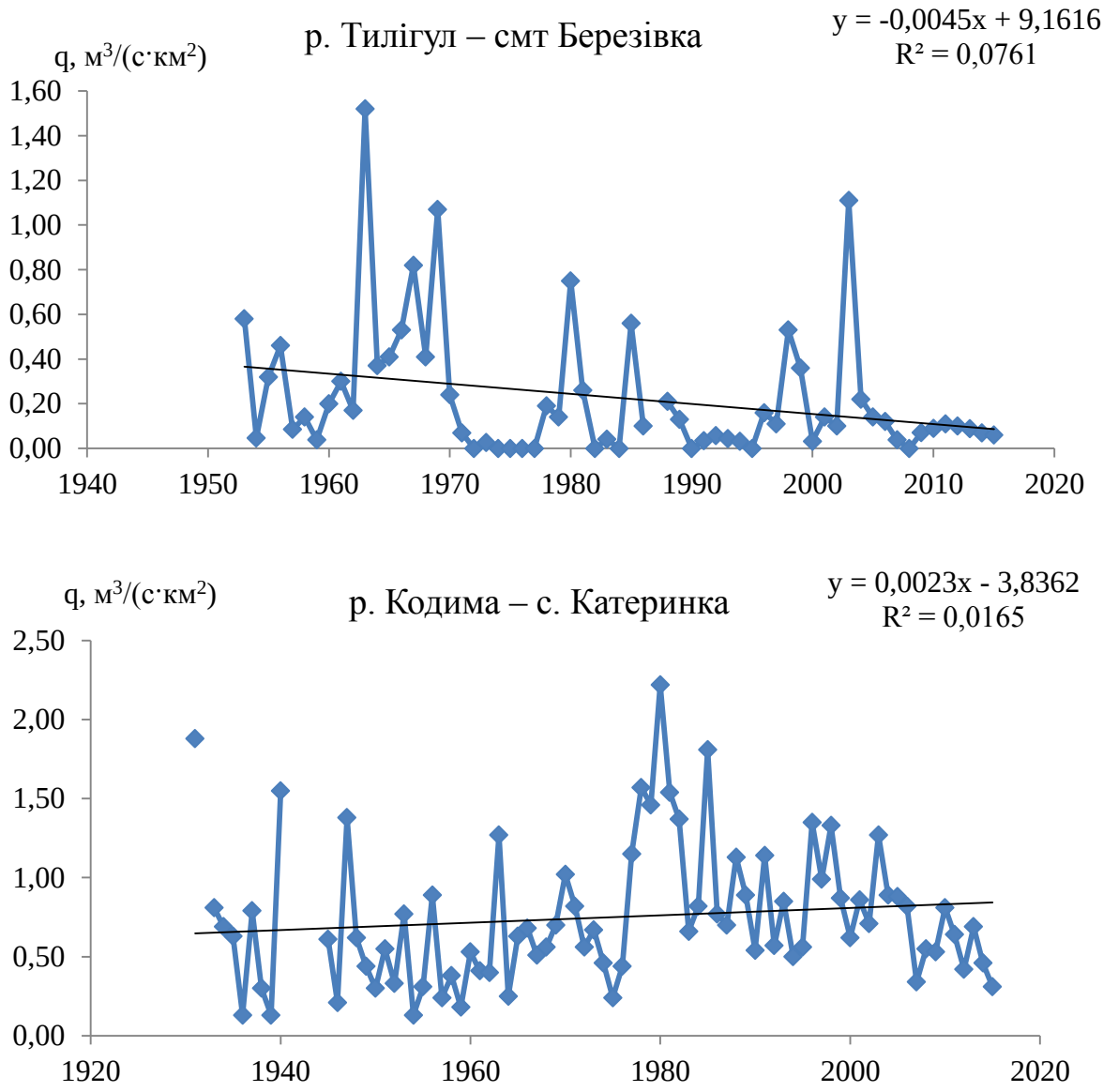
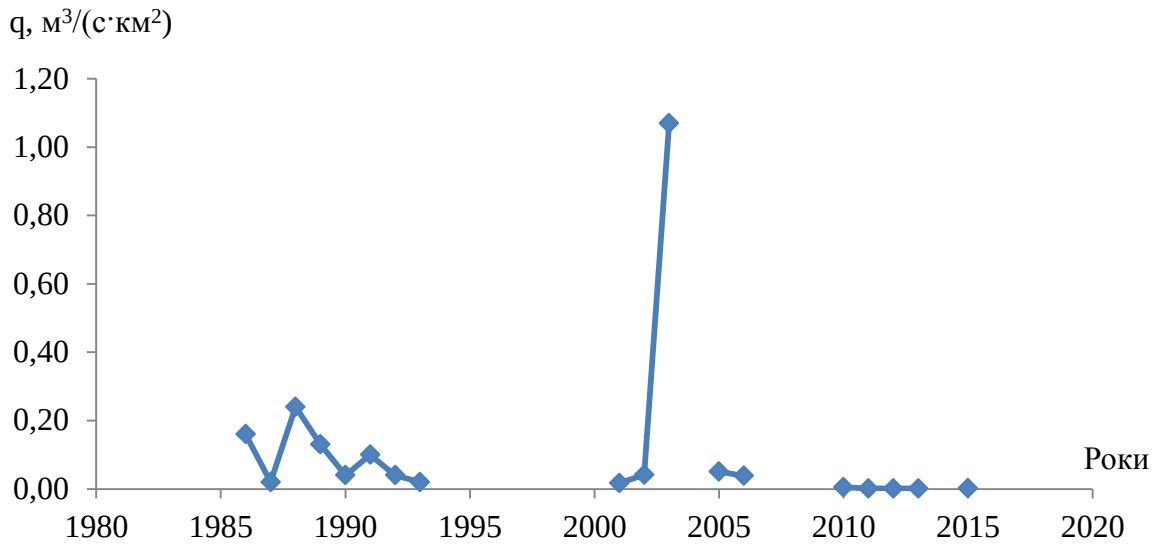


Рисунок 2.3 – Хронологічні графіки модулів річного стоку на річках Одеської області

Що стосується гідропосту р. Великий Куяльник – с. Северинівка, за матеріалами наведеними у «Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші» [13] за розглянутий період спостереження з 1986 рік по 2015 рік величина модуля річного стоку представлена на рис. 2.4 (а). У роки з 1994-2000, 2004, 2007-2009 та 2014 стоку не було, а у інші роки стік спостерігався протягом деяких місяців, так для прикладу на рис. 2.4 (б) побудовано гідрограф стоку за 2003 рік.

а)



б)

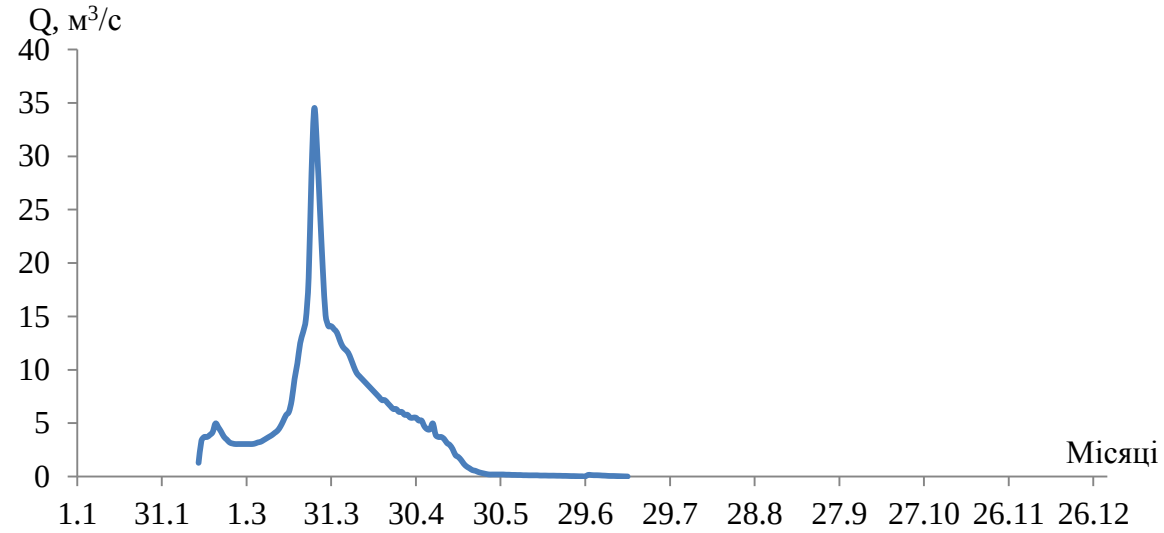


Рисунок 2.4 – Хронологічний графік модулів стоку (а) та гідрограф стоку (б) за 2003 рік для р. Великий Куяльник – с. Северинівка

2.2 Внутрішньорічний розподіл стоку

На протязі року стік річок розподіляється досить нерівномірно, що пов’язано з мінливістю метеорологічних чинників. На території України найбільш характерними рисами гідрологічного режиму річок є: весняне

водопілля, більш чи менш виражені літня та зимова межені, а також літньо-осінні паводки. В період водопілля за рахунок танення сезонних снігів проходить понад 50-60 % річного стоку, а в засушливих районах -- до 85-90 %. Після закінчення весняного водопілля рівні води в річках поступово знижуються і вони переходять у фазу літньої межені. Головним джерелом живлення річок у цей період є підземні води. Але під впливом дощових опадів низький стік межені може, іноді суттєво, збільшуватись. Восени, у зв'язку зі зменшенням випаровування з поверхні водозборів та збільшення числа днів з опадами, стік річок, порівняно з літньою меженню дещо зростає. Надалі поступово річки переходять у фазу зимової межені, коли вони можуть повністю переходити на підземне живлення. Під час тривалих відлиг стік у зимовий сезон може значно збільшуватись під впливом поверхневих вод.

Суттєво можуть впливати на внутрішньорічний розподіл стоку й антропогенні чинники, зокрема, будівництво ставків, водосховищ, перекиди стоку води з одних водозборів в інші. Серед природних факторів перерозподілу стоку на протязі року можуть бути карстові явища, залісеність та заболоченість водозборів, які в цілому сприяють (за рахунок регулюючих ємностей) вирівнюванню внутрішньорічної нерівномірності стоку.

Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку на протязі року має як наукове, так і практичне значення, особливо для таких галузей як судноплавство, водопостачання, гідроенергетика, зрошування сільськогосподарських угідь та ін.

У залежності від призначення розрізняють типовий та розрахунковий внутрішньорічний розподіл річного стоку. Під типовим розуміється найчастіше повторювальний для окремої річки (або групи річок) розподіл стоку по місяцях, декадах, сезонах чи інших часових періодах. При цьому розглядаються моделі фіктивних та характерних за водністю років (середньоводних, багатоводних, маловодних).

Розрахунковий внутрішньорічний розподіл стоку здійснюється з визначенням ймовірності року, періодів (весна-межень) та сезонів (весна-літо-

осінь-зима). При цьому розглядаються не календарні, а так звані водогосподарські роки, які починаються з весною поточного року, охоплюють повністю літо, осінь і частку зими (до 31.12), а також зимові місяці іншого року (тобто починаючи з 1.01, і до початку весни).

Наведені вищі варіанти розгляду внутрішньорічного розподілу стоку відносяться до так званих календарних схем. А є ще один, альтернативний, спосіб представлення розподілу стоку у межах окремих або декількох років. Він полягає не у хронологічному поданні внутрішньорічного розподілу стоку, а у вигляді кривих тривалості добових витрат води. У цих випадках будуються звичайні криві забезпеченості, але не для фазово-однорідних величин, а для добових витрат води одного або декількох років.

2.2.1 Типовий (фіктивний) внутрішньорічний розподіл стоку

Під типовим розуміють найчастіше повторюваний для даної річки або групи річок розподіл стоку протягом року. При цьому розглядаються моделі фіктивних та характерних за водністю (багатоводних, середньоводних та маловодних) років.

Розрахункові моделі передбачають визначення характеристик внутрішньорічного розподілу стоку із зазначенням ймовірності перевищення стоку за рік, лімітуючі періоди та сезони.

Згідно з нормативним документом СНиП 2.01.14-83, для визначення внутрішньорічного розподілу стоку при наявності даних гідрологічних вимірювань (не менше 15 років) рекомендується розрахункова модель, яка побудована за методом компонування. При цьому внутрішньорічний розподіл стоку розглядається за водогосподарськими роками, тобто рік починається з багатоводного сезону. Межі сезонів призначаються однаковими для всіх років з округленням до цілого місяця. Ділення року на періоди та сезони виконується в залежності від режиму річки та виду використання стоку.

Типові схеми особливо придатні для класифікації річок за їх режимом та

під час гідрологічного районування території. Схеми фіктивного розподілу складають в результаті усереднення витрат води (частіше за все – щомісячно), а потім представляють їх у відсотках до річної суми.

У роботі були використані середньомісячні та річні витрати води по водозбору р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2) з 1995 по 2015 рр., тобто період що містить багатоводну фазу 1995-2005 та маловодну фазу 2005-2015 рр.

По всіх місяцях та для року підраховуються і записуються під відповідними стовпчиками: суми витрат води, а їх діленням на тривалість спостережень (у нашому випадку це 20 років) обчислюють (та записують під сумами) середні багаторічні величини (табл. 2.1).

Строчка "середнє" у табл. 2.1 фактично представляє собою типовий розподіл стоку по місяцях (у м^3/с), який особисто і є фіктивною схемою.

Нижче строчкою наводиться розподіл стоку у відсотках. Для цього усі середньомісячні величини складаються, тобто визначається сума для р. Кодима – с. Катеринка

$$\sum_{i=1}^{12} \overline{Q_i} = 1275, \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (2.1)$$

де $\overline{Q_i}$ - середньомісячні витрати води за період спостережень

$$\overline{Q_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} Q_i , \qquad (2.2)$$

Q_i - середньомісячні витрати води у і-му році;

n - період спостережень.

Щоб надати розподіл стоку у відсотках, необхідно середньобагаторічні витрати води кожного місяця (передостання строчка у табл. 2.1) поділити на $\sum_{i=1}^{12} \overline{Q_i}$, а добуток помножити на 100 % та округлити до десятих.

Таким чином, остання строчка у табл. 2.1 саме і є фіктивним розподілом по місяцях, у %. Для перевірки правильності розрахунків необхідно, щоб $\sum_{i=1}^{12} \overline{Q_i}$ (у відсотках) становила 100 %.

На підставі табл. 2.1 слід побудувати діаграму типового внутрішньорічного розподілу стоку (за моделлю фіктивного року). Для цього на папері або за допомогою комп'ютера будується графік, у якого:

- по осі ординат відкладаються % розподілу;

- по осі абсцис - місяці.

Величини розподілу у % при побудуванні діаграми відкладаються на кінець місяця, а потім розповсюджують їх на весь місяць. Приклад такої діаграми, побудованої на основі табл. 2.1 і рис. 2.4 свідчать про те, що на прикладі розглянутого водозбору р. Кодима – с.Катеринка на річок Одеської області стік на протязі року розподіляється нерівномірно - весною стікає понад 48 % його річної величини, влітку та осінню - 14 % та 13 %, відповідно, а взимку – 24 %. Привертає увагу те, що найменший відсоток стоку припадає на вересень місяць і складає - 2,7 %.

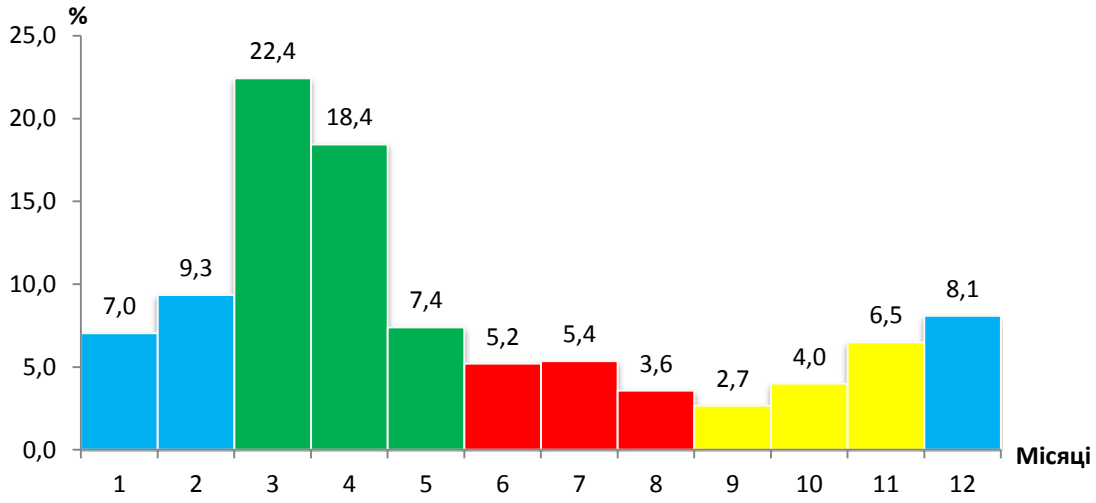


Рисунок 2.4 – Внутрішньорічний розподіл стоку води за типовою (фіктивною) схемою р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2)

Таблиця 2.1 – Середні місячні та річні витрати води на річках Одеської області

Параметри	Витрати води, м3/с											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2)												
Сума $\overline{Q}$	36,7	46,7	95,4	72,0	33,7	19,7	17,9	14,4	10,1	23,5	39,1	47,0
Середнє	1,75	2,22	4,54	3,43	1,60	0,94	0,85	0,68	0,48	1,12	1,86	2,24
У %	8,0	10,2	20,9	15,8	7,4	4,3	3,9	3,1	2,2	5,1	8,6	10,3

2.2.2 Внутрішньорічний розподіл стоку за моделями характерних років

Розрахункові моделі передбачають визначення характеристик внутрішньорічного розподілу стоку із зазначенням ймовірності перевищення стоку за рік, лімітуючі періоди та сезони [14].

До характерних відносять розподіл стоку: у середньоводний, багатоводний та маловодний роки (див рис. 2.5):

- багатоводний рік характеризується найбільшою річною витратою води. Так для р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2) за розглянути період це 1996 р.
- маловодний рік відрізняється найменшою за період спостережень середньорічною витратою води – це 2015 р.
- середній за водністю рік вибирається таким чином, щоб у цьому році середня місячна витрата води наближалась до середньої багаторічної величини, а розподіл по місяцях найкраще відповідав моделі типового фіктивного року. Для розглянутого водозбору р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2) – 2002 р.

По щомісячних витратах води, наведених у табл. 2.2, будується сумісний графік (рис 2.6) для багатоводного, середньоводного та маловодного років (у м^3/с). По ординаті розміщуються витрати води, а по абсцисі - місяці року, причому відносяться середньомісячні витрати на середину часових інтервалів. З'єднуючи точки на рис. 2.5, будуємо свого роду згладжені гідрографи, які незалежно від водності року усі мають одновершинну форму. Максимальні витрати води припадають у багатоводному і середньо водному роках на травень, а у маловодному - на квітень-травень. З рисунку також видно, що незалежно від водності років зимова та літньо-осіння межені майже не перериваються, навіть у осінні періоди.

Можливо більш наочним буде представлення внутрішньорічного розподілу стоку (тобто не лише у м^3/с) у відсотках.

З цією метою на базі табл.2.2 була складена ще одна таблиця, у якій розподіл місячних величин надається у % до річних сум відповідних за водністю років (табл. 2.3).

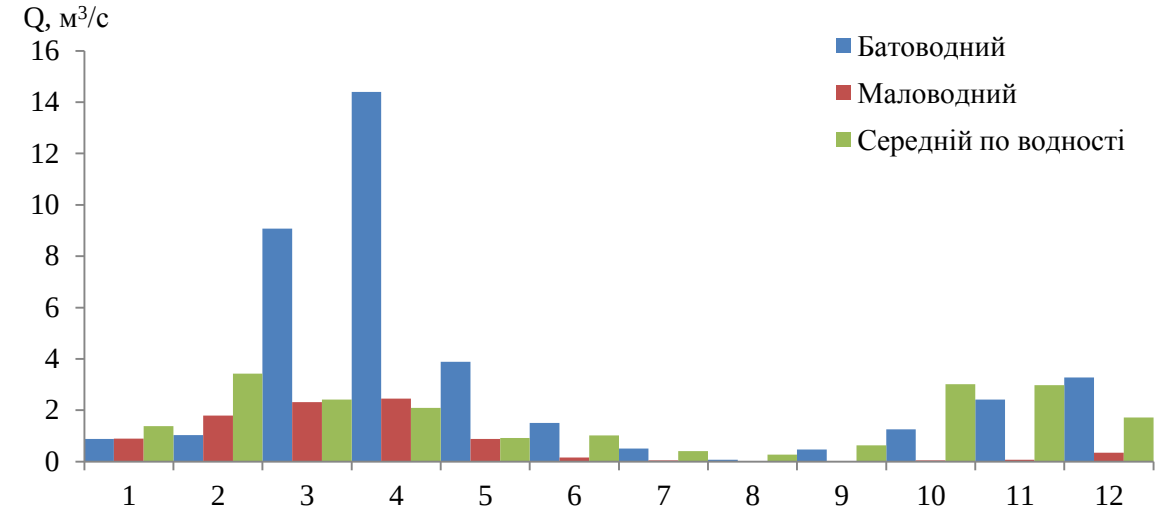
Таблиця 2.2 – Середні місячні і річні витрати води у характерні за водністю роки ($м^3/с$) на річках Одеської області

Характерні роки	Рік	Витрати води, $м^3/с$												$\overline{Q}_{365}$
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
р. Кодима – с. Катеринка (2390 $км^2$)														
Багатоводний	1996	0,88	1,03	9,07	14,4	3,89	1,51	0,51	0,07	0,47	1,25	2,42	3,27	3,23
Середньоводний	2002	1,38	3,43	2,41	2,09	0,92	1,02	0,41	0,27	0,63	3,02	2,98	1,72	1,69
Маловодний	2015	0,90	1,79	2,31	2,45	0,88	0,16	0,044	0,021	0,021	0,041	0,075	0,34	0,75

Таблиця 2.3 – Внутрішньорічний розподіл стоку у характерні роки (у %) на річках Одеської області

Характерні роки	Розподіл стоку (у % від річних сум)												За рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
р. Кодима – с. Катеринка (2390 $км^2$)													
Багатоводний	2,27	2,66	23,39	37,14	10,03	3,89	1,32	0,18	1,21	3,22	6,24	8,43	100,0
Середньоводний	6,80	16,91	11,88	10,31	4,54	5,03	2,02	1,33	3,11	14,89	14,69	8,48	100,0
Маловодний	9,96	19,82	25,58	27,13	9,74	1,77	0,49	0,23	0,23	0,45	0,83	3,76	100,0

А)



Б)

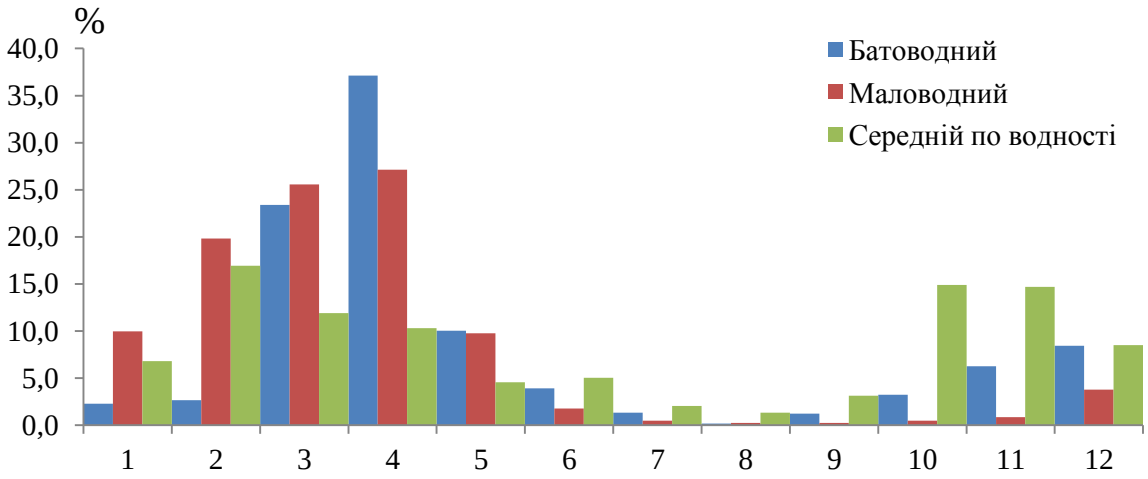


Рисунок 2.5 – Внутрішньорічний розподіл стоку річок за моделями характерних років у м^3/с (А) та у % (Б) р. Кодима – с. Катеринка

Дивлячись на рис. 2.5, можна відмітити, що стік річок в основному формується весняним водопіллям та дощовими паводками восени. Так весняний стік може складати від 20 % до 70 %, влітку – найменший відсоток стоку не залежно від водності року лише 2-8%, осінь складати від 1,5 % річного стоку, а може сягати й 30%, взимку – 20-33 %.

2.3 Величина річного стоку на річках Одеської області

Для аналізу річного стоку на річках Одеської області було створено базу вихідних даних по 7 водозборах з площами 145 км^2 (р. Кодима – с. Обжила) до 3170 км^2 (р. Тилігул – смт Березівка) та періодами спостережень від 25 до 80 років.

Статистична обробка часових рядів середньорічних модулів стоку на річках Одеської області (табл. 2.4) показала, що $\bar{q}$ змінюється від 0,21 л/(с·км^2) (р. Тилігул – смт Березівка, F = 3170 км^2) до 1,09 л/(с·км^2) (р. Кодима – с. Обжила, F = 145 км^2), що майже повністю відповідає картам нормативного документу СНиП 2.01.14-83 (рис. 2.6) та у монографії [10] при діапазоні коливання коефіцієнтів варіації 0,27-2,52 та середньому по території співвідношенні C_S/C_V = 2,0.

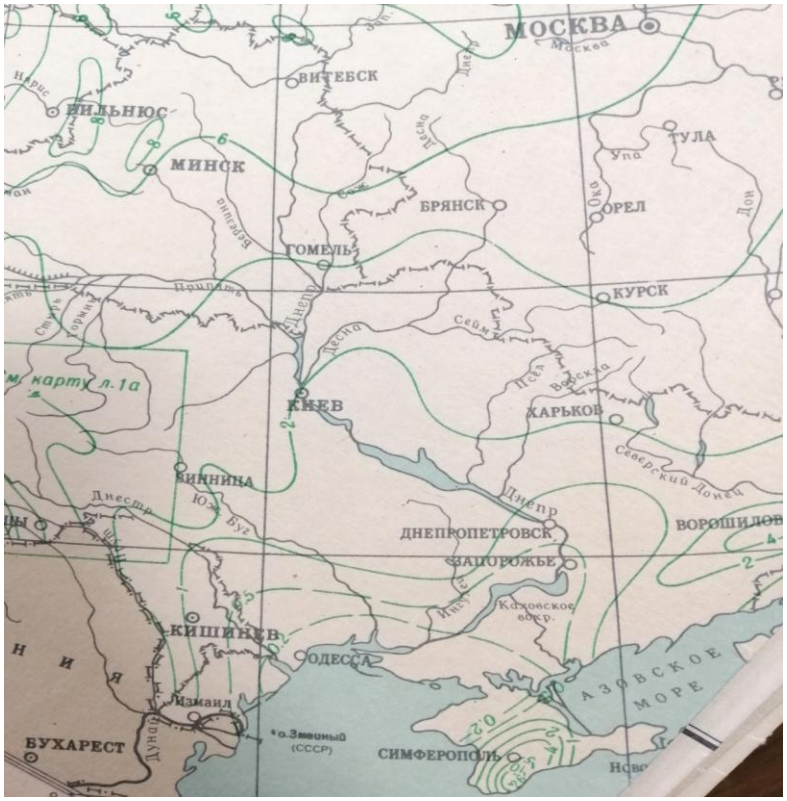


Рисунок 2.6 – Фрагмент карти «Середній річний стік», наведений у додатку до нормативного документу СНиП 2.01.14-83 [15]

Таблиця 2.4-Результати розрахунку статистичних параметрів річного стоку на річках Одеської області

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, км²	n, років	$q_{ср}$, л/(с км^2)	Метод моментів			Метод найбіл. правдоподіб.		
					C_v	C_s	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
1	Кодима – с. Катеринка*	2390	80	0,75	0,58	1,10	1,9	0,58	1,19	2,1
2	Молокиш – с. Великий Молокиш	264	26	1,02	0,27	0,15	0,6	0,27	0,22	0,8
3	Рибниця – с. Андріївка	152	25	0,98	0,71	1,94	2,7	0,79	2,96	3,8
4	Тилігул – смт Березівка	3170	62	0,21	1,48	2,05	1,4	1,53	2,52	1,6
5	Тилігул – с. Новоукраїнка	810	33	0,85	0,51	1,22	2,4	0,53	1,57	3,0
6	Кодима – с. Обжила	145	42	1,09	0,42	1,68	4,0	0,43	2,19	5,1
7	Чичиклія - с. Василівка	436	25	0,43	2,22	0,53	0,2	2,52	0,62	0,2

2.4 Максимальні витрати води на річках Одеської області

Як вже відмічалося раніше на річках Одеської області максимальні витрати води можеть спостерігатися протягом року як у весняний період так і під час паводків протягом року.

За результатами досліджень магістра Ємельянової Катерини під керівництвом проф. Гопченка Євгена Дмитровича [17] було визначено величину максимального стоку весняного водопілля за багаторічний період спостережень. У табл. 2.5 зведені результати статистичної обробки максимальних витрат води весняного водопілля на річках Одеської області за матеріалами досліджень по 2010 рік.

Величина максимального стоку весняного водопілля за багаторічний період спостереження на річках Одеської області коливається у межах 0,032 – 0,38 $м^3/(с·км^2)$ території.

Дощові паводки, які також спостерігаються на річках Одеської області, за дослідженнями Гопченко Є.Д, Овчарук В.А., Кічук Н.С. [18] величина модулів 1% дощового стоку коливається в межах 0,04 – 0,53 $м^3/(с·км^2)$ при цьому шар стоку дощового стоку скаладає 45 мм на узбережжі та знижується до 35 мм у північно-західній частині області (рис. 2.6)

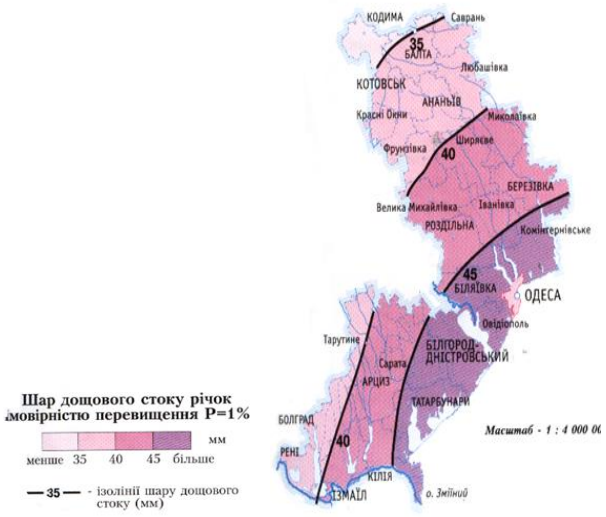


Рисунок 2.6 – Шар дощового стоку 1% забезпеченості на річках Одеської області [1]

Таблиця 2.5-Результати розрахунку статистичних параметрів максимальних витрат води весняного водопілля на річках Одеської області [17]

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, км²	n, років	Q_m, $м^3/с$	q_m, $м^3/(с·км^2)$	Метод моментів			Метод найбіл. правдоподіб.		
						C_v	C_s	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
1	Кодима – с. Катеринка*	2390	77	32,6	0,13	2,3	4,8	2,1	2,4	7,5	3,2
2	б. Тараклей – смт Тараклея	103	16	3,97	0,38	2,3	2,5	1,1	2,7	5,0	1,8
3	Тилігул – смт Березівка	3170	49	14,4	0,032	1,4	2,0	1,4	1,5	2,4	1,6
4	Тилігул – с. Новоукраїнка	810	34	9,55	0,073	1,2	2,3	1,8	1,3	3,3	2,5
5	Кодима – с. Обжила	145	43	2,31	0,091	1,2	2,5	2,0	1,3	3,4	2,7
6	Чичиклія - с. Василівка	436	36	10,1	0,13	1,1	1,6	1,4	1,2	2,1	1,8

Таблиця 2.6 - Розрахункові максимальні модулі стоку дощових паводків річок Одеської області [18]

№ з/п	Річка - пост	Площа водозбору, км²	$q_{1\%}$, $м^3/(с·км^2)$
1	Кодима – с. Катеринка*	2390	0,05
2	балка Тараклей – смт Тараклея	103	0,53
3	Тилігул – смт Березівка	3170	0,04
4	Тилігул – с. Новоукраїнка	810	0,12
5	Кодима – с. Обжила	145	0,41
6	Чичиклія - с. Василівка	436	0,19

2.5 Мінімальний стік на річках Одеської області

Мінімальні витрати води (мінімальний стік) формуються в меженний період водності річок і характеризуються мінімальними середньомісячними або 30-добовими, коли стік є найменшим, а річки отримують живлення в основному від підземних вод, а також мінімальними добовими їх значеннями та мінімальними строковими витратами води в цей період.

Головним джерелом живлення річок у маловодний період року є перш за все підземний стік (рис. 2.7), а також дощові опади, які потрапляють в руслову мережу шляхом їх інфільтрації у підземні води.

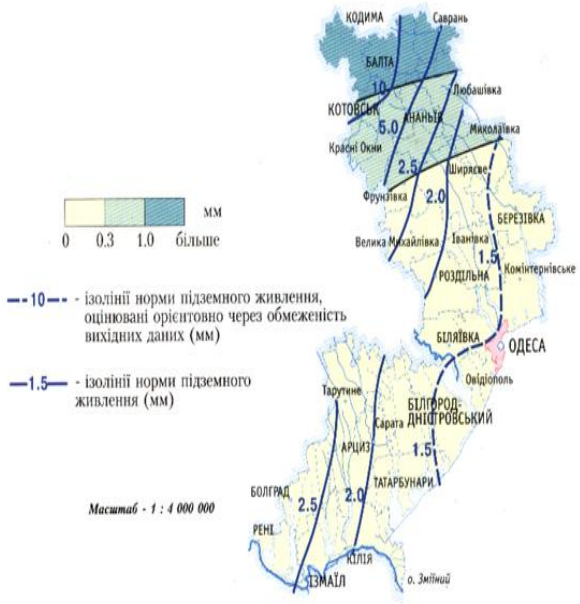


Рисунок 2.7 – Величина підземного живлення на річках Одеської області [1]

За результатами досліджень Гопцій М.В., Кущенко Л.В., Тодорова О.І., Прокоф’єв О.М. [19] середній модуль мінімального стоку за період відкритого русла в межах Одеської області змінюється від 0,04 л/(с·км^2) р. Кодима – с. Обжила до 0,65 л/(с·км^2) р. Кодима – с. Катеринка, а за зимовий період - від 0,09 л/(с·км^2) (р. Тилігул – с. Новоукраїнка) до 0,26 л/(с·км^2) (р. Тилігул – с. Березівка).

3 ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МОСТІВ ТА ДОРОЖНІХ ТРУБ

Основним завданням гідрологічних розрахунків при проектуванні мостів та дорожніх труб є визначення розмірів отворів мостів і труб. Розміри цих отворів залежать від максимальної витрати води, форми русла та опор моста, вимог судноплавства і лісосплаву. Внаслідок розрахунків мають бути встановлені: площа поперечного перерізу русла річки під мостом, величина максимальної поверхневої і середньої швидкості течії, а також підпір рівня води під мостом [20].

Робочу площу перерізу русла річки під мостом визначають виходячи з умов пропуску розрахункової витрати води , за формулою:

$$\omega проб. = \frac{Qp}{v_{сер.}\mu}, \tag{3.1}$$

де $\omega_{роб.}$ - робоча площа річки під мостом, м^2;

$Q_р$ - розрахункова витрата води, м^3/с;

$v_{сер}$ - розрахункова середня швидкість течії, м/с;

μ - коефіцієнт стиснення водного потоку.

Максимальні витрати води обчислюють за даними гідрометричних спостережень,емпіричними формулами або за гідравлічними формулами морфометричного обслідування ділянки річки.

Отвори мостів на залізницях та автомагістралях I категорії розраховуються на пропуск максимальних витрат води 1%-ної забезпеченості. Отвори труб на залізницях і мости на автомагістралях II категорії розраховуються на витрати 1-2%-ної забезпеченості.

За розрахункову швидкість течії приймають середню швидкість при рівні, що відповідає розрахунковій витраті води.

Поверхневе швидкість течії в судноплавних прольотах моста при розрахунковому судноплавному горизонті води:

$$\upsilon_{пов.} = \frac{\upsilon сер.}{0{,}90}. \quad (3.2)$$

У зв’язку з тим, що живий переріз річки під мостом менший за природній переріз русла, перед мостом виникає підпір рівня води. Висота цього підпору:

$$Z = \frac{(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2)}{2g} \approx 0{,}05(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2), \quad (3.3)$$

де Z- висота підпору, м;

ϑ_1- середня швидкість течії види під мостом, м/с;

ϑ_2-середня швидкість течії в природному руслі, м/с;

g - прискорення сили тяжіння, м/с^2.

Величину розрахункового рівня води в створі мостового переходу визначають за кривою витрат води. Якщо в створі переходу витрати води не вимірювалися, але є короткочасні спостереження за рівнями води, то розрахунковий рівень переноситься в створ моста по кривій зв’язку рівнів від найближчого водомірного поста. При тривалих спостереженнях за рівнями води у створі моста розрахунковий рівень води визначають за кривою забезпеченостей рівнів. Коли зовсім немає даних, розрахунковий рівень води переносять по поздовжньому профілю водної поверхні, побудованому за даними водомірних постів, що є на річці [20].

ВИСНОВКИ

Для вирішення поставленої мети та завдання у бакалаврській кваліфікаційній роботі здійснено складання типової гідрологічної записки при проектуванні мостів і дорожніх труб на річках Одеської області:

1) Адміністративно територія Одеської області пролягає у Північно-Західному Причорномор'ї на Причорноморській низовині степової зони України. На всій території Одеської області, внаслідок тривалої діяльності людини, природний рослинний покров перетерпів корінні зміни і, у першу чергу, замість знищеної природної рослинності тут широко впроваджена культурна. Майже скрізь природні степи перетворені в орні землі, зайняті сільськогосподарськими культурами. Крім того, значне місце займають сади і виноградники. Разом з тим, минулі степи перетинаються тепер полезахисними смугами, у яких ростуть засухостійкі види деревинно-чагарникової рослинності.

2) Територія регіону характеризується помірно-теплим, сухим кліматом з відмітними рисами: помірна континентальність, нетривала м'яка зима з частими відлигами, тривале жарке сухе літо, недостатня кількість опадів, нерідко повторювані посухи, суховії і пилові бурі.

3) Усі ріки області можна поділити на дві групи. Першу складають малі ріки, режим яких цілком визначається місцевими фізико-географічними умовами. Джерела цих рік знаходяться на південних окраїнах височин Подільської і Південно-Молдавської. Усі місцеві малі ріки мають незначну довжину вузьких басейнів, витягнутих у меридіональному напрямку, широкі і глибокі долини, схили яких звичайно сильно порізані мережею балок і ярів.

До середніх річок відносяться: Кодима, Когильник, Кучурган, Тілігул, Чичеклея, Ялпуг. До малих рік області відносяться: Савранка, Великий і Малий Куяльники, Сарата, Хаджидер та інші. Усі малі ріки області маловодні, більшість з них улітку пересихають. Схили рік незначні (від 0,8 до 1,6 м/км), течія повільна.

4) На сьогоднішній день в межах області спостереження ведуться по 3 гідропостах (р. Кодима – с. Катеринка, F = 2390 км^2, р. Великий Куяльник – с. Северинівка, F = 1840 км^2, р. Тилігул – смт Березівка, F = 3170 км^2). На півдні області протікає р. Дунай, де також проводять комплекс гідрометеорологічних спостережень за стоком по 6 гідропостах.

5) По 7 гідрологічних постах Одеської області було перевірено на однорідність часових рядів спостереження з діапазоном площ водозборів від 145 км^2 до 3170 км^2. Загальний висновок зроблений за результатами перевірки на однорідність часових рядів спостереження на розглянутих річках Одеської області на рівні значимості 1% - неоднорідні 2 з 7 ряди, а при 5% - неоднорідні 3 з 7 ряди.

6) Аналіз різницево-інтегральних кривих річного стоку на річках Одеської області дозволяє виділити повні цикли водності. Визначено, що по посту р. Кодима – с. Катеринка та р. Тилігул – с.Березівка починаючи з 2003-2006 р. настала маловодна фаза.

7) розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку виконувався по середньомісячних та річних витратах води по водозбору р. Кодима – с. Катеринка (2390 км^2) з 1995 по 2015 рр., тобто період що містить багатоводну фазу 1995-2005 та маловодну фазу 2005-2015 рр. Встановлено, що на протязі року розподіляється нерівномірно - весною стікає понад 48 % його річної величини, влітку та осінню - 14 % та 13 %, відповідно, а взимку – 24 %. Привертає увагу те, що найменший відсоток стоку припадає на вересень місяць і складає - 2,7 %.

8) Для аналізу річного стоку на річках Одеської області було створено базу вихідних даних по 7 водозборах. Статистична обробка часових рядів середньорічних модулів стоку на річках Одеської області (табл. 2.4) показала, що $\bar{q}$ змінюється від 0,21 л/(с·км^2) (р. Тилігул – смт Березівка, F = 3170 км^2) до 1,09 л/(с·км^2) (р. Кодима – с. Обжила, F = 145 км^2) при діапазоні коливання коефіцієнтів варіації 0,27-2,52 та середньому по території співвідношенні C_S/C_V = 2,0.

9) Величина максимального стоку весняного водопілля за багаторічний період спостереження на річках Одеської області коливається у межах 0,032 – 0,38 $м^3/(с·км^2)$ території. Величина модулів 1% дощового стоку коливається в межах 0,04 – 0,53 $м^3/(с·км^2)$ при цьому шар стоку дощового стоку скаладає 45 мм на узбережжі та знижується до 35 мм у північно-західній частині області.

10) Середній модуль мінімального стоку за період відкритого русла в межах Одеської області змінюється від 0,04 $л/(с·км^2)$ р. Кодима – с. Обжила до 0,65 $л/(с·км^2)$ р. Кодима – с. Катеринка, а за зимовий період - від 0,09 $л/(с·км^2)$ (р. Тилігул – с. Новоукраїнка) до 0,26 $л/(с·км^2)$ (р. Тилігул – с. Березівка).

Наступними етапи дослідження будуть присвячені вивченню таких пунктів гідрологічної записки: тепловий і зимовий режими; розподіл температури води протягом року; дати і характер замерзання водотоку; товщина льоду, полої, ополонки; внутрішньоводний лід, шуга; затори; коливання рівня води при льодових явищах; стік наносів; норма стоку завислих наносів; зміна мутності води протягом року; донні наноси; хімічна та санітарно-бактеріологічна якість води; спеціальні розрахунки; втрати води із водосховища на випаровування, фільтрацію, льодоутворення; тривалість замулення водосховища; режим водотоку після будівництва гідротехнічної споруди; відомості про господарське використання водотоку і про існуючі гідротехнічні споруди; програма додаткових гідрологічних досліджень (побудова кривої залежності рівнів води, глибини річки та середньої швидкості).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Атлас Одеської області (до 70-річчя заснування). Одеса ТОВ «ХОРС», 2002.80с.

2. Природа України. Географічні карти України [електронний ресурс]: http://geomap.land.kiev.ua

3. Малі річки України: Довідник /За ред. А.В.Яцика. Київ: Урожай, 1991. 296с.

4. Одеський регіон; природа, населення, господарство: Навч.пос.,/ О.Г.Топчієв, І.І.Кондратюк,О.І.Полоса / За заг.ред. О.Г.Топчієва.-Одеса: Астропринт, 2003. 184с.

5. Паламарчук М.М.,Закорчевна Н.Б. Водний фонд України:Довідковий посібник / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. К.: Ніна-Центр, 2001. 392с.

6. Поліщук В.В. Малі річки України та їх охорона. Київ:Урожай,1989-С.12-30

7. Природа Одеської області. Ресурси, їх раціональне використання та охорона / Под ред.. Г.І. Швебса, Ю.А.Амброз. Київ: Висш.школа,1979. 144с.

8. Природа Придунайського регіону України. Серія Природа рідного краю.Видання 2-е виправлене і доповнене. 1998. 58с.

9. Довідник по водним ресурсам / Під ред. Б.І. Стрельця. К.:Урожай, 1984. 304с.

10. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6: Украина и Молдавия. Вып 1. Западная Украина и Молдавия / Под ред. Каганера М.С. - Л.: Гидрометиз, 1978. - 491с.

11. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

12. Клімат України: у минулому…і майбутньому? : монографія / М.І Кульбіда, М.Б. Барабаш, Л.О. Єлістратова та ін. ; за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.

13. *Загородній В.В.,* Гайдамака А.О. Водні ресурси Одеської області та Прикарпаття // Матеріали тез студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019 р.), Одеса, 2019. С.155-156

14. Соколовский Д.Л. Речной сток. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1968. 538 с.

15. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки. Одеса:ТЕС, 2014. 255 с.

16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Гидрометиздат, 1984. 447 с.

17. Ємельянова, К. Б. (2018) Магістерська кваліфікаційна робота на тему: Розрахункові та прогнозні характеристики максимального стоку весняного водопілля на території північно-західної частини Причорноморської низовини. магістерська кваліфікаційна робота.

18. Гопченко Є.Д., Кічук Н.С., Овчарук В.А. Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України: Монографія Одеський державний екологічний університет, Одеса, ТЕС, 2016. 212 с.

19. Гопцій М.В., Кущенко Л.В., Тодорова О.І., Прокоф’єв О.М. Розробка методів нормування характеристик мінімального стоку в період межені на річках Причорномор’я / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор’я на початку XXI століття», ОДЕКУ. Одеса : ТЕС, 2019. С.34-36.

20. Лаликін Н.В., Ревера О.З. Гідрологічні та водогосподарські розрахунки. Київ : Вища школа, 1973. 200 с.

Додаток А

Типова гідрологічна записка при різних водогосподарських заходах

1. Фізико-географічна характеристика басейну. Географічне положення, орографія, геологічна будова, підземні води, ґрунтовий та рослинний покрив, карстові явища та ін.

2. Клімат. Температура і вологість повітря, промерзання ґрунту, опади, сніговий покрив, напрям та швидкість вітру. Випаровування у водної поверхні та з суходолу.

3. Гідрографія басейну.

4. Гідрологічна вивченість. Відомості про експедиційні та стаціонарні спостереження, які проводились у басейні річки. Оцінки надійності наявних матеріалів.

5. Гідрологічний режим річки. Джерела живлення. Коливання рівня і витрат води. Амплітуда коливання рівня води. Криві витрат води.

6. Норма річного стоку. Метод визначення норми річного стоку. Імовірна похибка норми стоку. Параметри кривої забезпеченості річного стоку і точність їх визначення. Величина річного стоку різної забезпеченості.

7. Внутрішньорічний розподіл стоку. Методи його розрахунку. Принципи вибору розрахункових років за внутрішньорічним розподілом стоку. Сезонні та місячні величини стоку для середнього, маловодного та багатоводного розрахункових років. Крива тривалості забезпеченості добових витрат води.

8. Максимальні витрати води. Талі та зливові максимуми стоку різної забезпеченості. Форми розрахункових гідрографів повеней та паводків.

9. Мінімальні витрати води. Пересихання та перемерзання водотоків. Тривалість безстічних періодів.

10. Тепловий і зимовий режими. Розподіл температури води протягом року. Дати і характер замерзання водотоку. Товщина льоду, полої, ополонки. Внутрішньоводний лід, шуга. Затори. Коливання рівня води при льодових явищах.

11. Стік наносів. Норма стоку завислих наносів. Зміна мутності води протягом року. Донні наноси.

12. Хімічна та санітарно-бактеріологічна якість води.

13. Спеціальні розрахунки. Втрати води із водосховища на випаровування, фільтрацію, льодоутворення. Тривалість замулення водосховища. Режим водотоку після будівництва гідротехнічної споруди.

14. Відомості про господарське використання водотоку і про існуючі гідротехнічні споруди.

15. Програма додаткових гідрологічних досліджень.

16. Список використаних матеріалів.