

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської інженерії
доцент _____ В.В.Коваленко
« ____ » грудня 2020 р.**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

освітній ступінь «Магістр»

на тему «Оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка притоки
річки Інгульця»Виконала: здобувачка вищої освіти
групи МГМ-1-19
спеціальності – 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»Димчак К.С. _____
(прізвище та ініціали)Керівник – Доценко В.І. _____
(прізвище та ініціали)Рецензент _____
(прізвище та ініціали)**Консультанти:**

з економіки водного господарства _____ доц. Самілик Т.М.;

з охорони праці та безпеки в
надзвичайних ситуаціях _____ доц. Годяєв С.Г.

Дніпро – 2020

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма – «Гідромеліорація»
Освітній ступінь «Магістр»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю :

Зав. кафедрою водогосподарської інженерії

доц. _____ В.В. Коваленко

«_____» _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу студентці

Димчак Катерині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка притоки річки Інгульця» затверджена наказом ректора ДДАЕУ від « 23 » жовтня 2020 р. № 2699

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: «___» _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи: 1) Довідникові матеріали з кліматичних, гідрологічних, геологічних та гідрогеологічних характеристиках району дослідження; 2) Гідрохімічний довідник.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ; 1. Природні умови району дослідження; 2. Оцінка водних ресурсів річки Кам'янка; 3. Оцінка якості зрошувальної води; 4. Оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка; 5. Оцінка впливу експлуатації масиву зрошення на навколишнє середовище; 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; 7. Розрахунок економічної ефективності проекту оцінки зрошувальної здатності річки Кам'янка; Висновок; Додатки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Презентація у середовищі Microsoft Office Power Point.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доцент Годяєв С.Г.		
7. Розрахунок економічної ефективності проекту оцінки зрошувальної здатності річки Кам'янка	к.е.н., доцент Самілик Т.М.		

7. Календарний план

№ пп	Назва етапів дипломного роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Природні умови району дослідження		
2	Оцінка водних ресурсів річки Кам'янка		
3	Оцінка якості зрошувальної води		
4	Оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка		
5	Оцінка впливу експлуатації масиву зрошення на навколишнє середовище		
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
7	Розрахунок економічної ефективності проекту оцінки зрошувальної здатності річки Кам'янка		
8	Вступ, Висновок, Список використаної літератури; Додатки; Презентація		

Дата видачі завдання: « _____ » _____ 20__ р.

Керівник роботи _____ /В.І. Доценко/
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання _____ /К.С. Димчак/
(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, додатків 4 та переліку посилань. Повний обсяг роботи – 93 сторінок друкованого тексту, включаючи 16 рисунків та 23 таблиці. Перелік посилань містить 38 найменувань.

Об'єктом дослідження є зрошувальна здатність річки Кам'янка.

Предметом дослідження є стік річки (річний, внутрішньорічний, максимальний, мінімальний), потреба в зрошенні сільськогосподарських культур в районі дослідження.

Метою дипломного проекту є обґрунтування зрошувальної здатності річки Кам'янка (притоки річки Інгульця).

Методи дослідження: аналітичні, графічні, математичної статистики, найбільшої правдоподібності, статистичні, графічні та аналітичні методи вирішення задач, метод реального року або компонок, біокліматичний метод А. М. та С.М, Алпатьєвих, для обробки даних застосовувались спеціалізовані програми: «AutoCAD», «QGIS», «Microsoft Visual FoxPro», «Microsoft Office Word», «Microsoft Office Excel».

В даній дипломній роботі було визначено зрошувальну здатність річки Кам'янка (басейн якої розміщений на території Олександрійського району, Кіровоградської області). Об'єм води для потреби зрошення (при розрахунку стоку 75 %-вої забезпеченості) становить 7,77 млн. м³ на рік; теоретичне, максимальне можливе значення зрошувальної площі, яку можна полити при даній зрошувальній нормі складе 3238 га. Оскільки вода є «Придатною без обмежень» для зрошення, тому заходи щодо покращення її якості не передбачались.

Ключові слова: річний стік, максимальний стік, меженний стік, зрошувальна здатність річки, зрошувальна норма, гідрологічні розрахунки.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1 Місцезнаходження і рельєф	8
1.2 Геологічні та гідрогеологічні умови	9
1.3 Клімат	10
1.4 Ґрунтові умови.....	13
1.5 Рослинний покрив	14
2 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ КАМ'ЯНКА.....	17
2.1 Гідрографічна мережа басейну річки.....	17
2.2 Гідрологічні розрахунки по розрахунковим створам.....	23
2.2.1 Норма стоку	25
2.2.2 Стік різної забезпеченості	26
2.2.3 Внутрішньорічний розподіл стоку	30
2.2.4 Максимальна витрата весняної повені	33
2.2.5 Витрата мінімального (меженного) стоку	37
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ.....	41
3.1 Встановлення основних агрономічних критеріїв якості зрошувальної води	41
3.2 Оцінка якості зрошувальної води за небезпекою вторинного засолення	45
3.3 Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою під луження ґрунту.....	45
3.4 Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини.....	46
3.5 Якість зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів	46
3.6 Оптимальний температурний режим зрошувальної води	47
4. ОЦІНКА ЗРОШУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЧКИ КАМ'ЯНКА.....	49
4.1 Вибір року заданої забезпеченості	49
4.2 Розрахунок строків та норм поливу	50
4.3 Графік поливу зрошувальної системи	51
4.4 Визначення зрошувальної здатності річки.....	57
5 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАСИВУ ЗРОШЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	60
5.1 Клімат і мікроклімат	61
5.2 Ґрунтовий покрив.....	62
5.3 Поверхневі води	63

5.4 Підземні води.....	70
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
6.1 Дослідження стану з охорони праці на кафедрі водогосподарської інженерії.....	76
6.2 Дослідження виробничого травматизму.....	77
6.3 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з оргтехнікою.....	77
6.3.1 Загальні вимоги при роботі з оргтехнікою.....	77
6.3.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи з оргтехнікою.....	78
6.3.3 Вимоги безпеки праці під час роботи з оргтехнікою.....	78
6.3.4 Вимоги безпеки праці після закінчення роботи з оргтехнікою.....	79
6.3.5 Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях.....	79
6.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці на кафедрі.....	79
6.4.1 Розрахунок природного освітлення в комп'ютерній аудиторії № 327 кафедри водогосподарської інженерії.....	80
6.4.2 Розрахунок штучного освітлення в комп'ютерній аудиторії № 327 кафедри водогосподарської інженерії.....	81
6.5 Дії в надзвичайних ситуаціях.....	82
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ОЦІНКИ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЧКИ КАМ'ЯНКА	85
7.1 Обґрунтування проведених досліджень	85
7.2 Розрахунок економічної ефективності оцінки зрошувальної здатності річки Кам'янка.....	86
ВИСНОВОК.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	91
ДОДАТКИ.....	96

ВСТУП

Темою магістерської дипломної роботи є «Оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка притоки річки Інгульця».

Актуальність даної роботи полягає в необхідності розширення площ зрошувальних земель на території України, підвищенням ефективності виробництва сільськогосподарської продукції та забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища. Для задоволення потреби в будівництві нових масивів зрошення, необхідно мати надійні джерела зрошення, в тому числі і з малих річок. Тому основна мета дипломного проекту присвячена аналізу можливості зрошувальної здатності, при цьому необхідно раціонально використовувати водні ресурси, аби зберегти природний стан досліджуваної річки.

Об'єктом дослідження є зрошувальна здатність річки Кам'янка.

Предметом дослідження є стік річки (річний, внутрішньорічний, максимальний, мінімальний), потреба в зрошенні сільськогосподарських культур в районі дослідження.

Метою дипломного проекту є обґрунтування зрошувальної здатності річки Кам'янка (притоки річки Інгульця).

Основними завданнями для виконання даної мети є:

- 1) опис природних умов району дослідження;
- 2) оцінка водних ресурсів річки Кам'янка, а саме: схема гідрографічної мережі басейну річки; визначення норми стоку, стоку різної забезпеченості, внутрішньорічного розподілу стоку, максимальних та мінімальних витрат;
- 3) визначення якості зрошувальної води за агрономічними критеріями;

- 4) оцінка зрошувальної здатності річки Кам'янка, а саме: вибір року заданої забезпеченості; розрахунок строків на поливних норм; визначення можливої зрошуваної площі;
- 5) розрахунок впливу експлуатації масиву зрошення на навколишнє середовище.

Джерелами дослідження: кліматичні довідники, довідники по водним ресурсам, спостереження за агрометеорологічними величинами за 1935-2019 роки, результати хімічного аналізу якості води річки Інгулець.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше розглянута річка Кам'янка Кіровоградської області, як вододжерело.

Практичне значення полягає в тому, що при розширенні площі зрошувальних масивів, збільшиться кількість сільськогосподарської продукції, яка в даний час на ринку користується великим попитом. В результаті аналізу вододжерела річки Кам'янка з водозбірною площею 533,51 км² встановлена максимальна теоретична площа зрошення, що становить 3238 га.

1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Місцезнаходження і рельєф

Об'єктом дослідження є річка Кам'янка, ліва притока річки Інгулець (басейн Дніпра). Річка розміщена на сході Олександрійського району Кіровоградської області.

Витік річки Кам'янка розташований біля с. Червона Кам'янка, а впадає в річку Інгулець (права притока річки Дніпро) та формується з декількох безіменних струмків та багатьох водойм. Тече в напрямку на північний захід через населені пункти Ялинівку, Андріївку, Куколівку та Степанівку. Між Звенигородкою та Піщаним Бродом впадає у річку Інгулець [1].

Річка Кам'янка знаходиться в степовій зоні, в північно-степовій підзоні, розташована на Придніпровській височині з загальним нахилом території з північного заходу на південний схід.

Басейн р. Кам'янка відноситься до Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції.

«Рельєф представлений підвищеною, хвилястою рівниною, яка розчленована щільною мережею річкових балок та ярів. Балки, які тягнуться з заходу на схід, мають більш пологі південні схили, а північні схили – крутіші, оскільки дана територія щільно вкрита ярами, тому в таких місцях виступають древні докембрійські породи. Середньою висотою даної підвищеної рівнини над рівнем моря є близько 200 м, проте спостерігається невелика різниця абсолютних висот» [2].

1.2 Геологічні та гідрогеологічні умови

На території досліджуваного району залягають докембрійські кристалічні породи, здебільшого вік яких сягає за мільярд років. В місцях крутих схилів ці кристалічні породи виступають на поверхню землі [3].

В межах району на берегах річок виявлені залягання шарів гірських порід таких як кварцити, граніти, гнейси, глини, суглинки та піски; в деяких районах місцевості на глибині до 70 км залягають шари бурого вугілля, що сприяють розвитку гірничої справи на території [4].

Основним фактором формування в районі поверхневого стоку є опади, які розподіляються зонально та зменшуються на південь району дослідження. Співвідношення снігового і дощового живлення змінюється в різні по водності роки. Стік весняного паводку в багатоводні роки складає 70-80 % річного стоку, в середньоводні – 60-70 %, а в маловодні – 50-60 % [5].

Залягання й поширення підземних вод на даній території пов'язане з геологічною будовою території. Головним джерелом прісної води по всій Кіровоградській області є водоносний горизонт, що лежить біля основи порід бучакської свити палеогенового віку. Водомісткі породи представлені різнозернистими кварцовими пісками з потужністю шару до 25 м. Водоносний горизонт в бучакських відкладеннях експлуатуються свердловинами та колодязями на досліджуваній території.

Підземні мінеральні води області відносяться до радонового типу і використовуються для зовнішнього застосування у лікувальних цілях, розвідані на території лише в двох ділянках, затверджені запаси складають 483 м³/добу [5].

1.3 Клімат

Клімат даного району дослідження помірно-континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами, а літо спекотне. У другій половині літа на території часто встановлюється антициклонний тип погоди з високими температурами повітря до + 38 °С та тривалими посухами [2,6].

Опади випадають найчастіше влітку і восени у вигляді дощів. За теплий період (червень-жовтень) випадає в середньому 280-335 мм, за холодний (листопад-березень) – 125-140 мм.

На даній території властиві небезпечні явища погоди такі, як сильні зливи, град, ожеледь, пилові бурі тощо. Нерідким явищем у степовій зоні є пилові або чорні бурі та суховії до 25-30 м/с, характерні для осінньо-літнього періоду, які завдають великих збитків господарству зменшенням або повною загибеллю врожаю [6].

Кліматичні умови даної території були зафіксовані з найближчої метеорологічної станції Кривий Ріг (Дніпропетровська область).

Таблиця 1.1 – Температура повітря по місяцях та за рік (°С)

Температура	Місяць												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Середня	-3,4	-2,5	1,6	9,8	15,3	19,3	22,0	21,1	15,3	8,9	2,1	-2,5	8,9
Абс. макс	11	19	25	27	33	35	38	38	32	32	22	13	38
Абс. мін.	-27	-25	-20	-9	-3	5	8	7	-4	-8	-18	-25	-27

Найбільш низькі температури спостерігаються у грудні. Середня багаторічна температура повітря становить 8,9 °С.

Дати переходу середньої температури повітря через -5°, 0°, +5°, +10°, +15 °С на МС Кривий Ріг наведені в табл. 1.2 [6].

Таблиця 1.2 – Дата стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0°, 5°, 10°, 15 °С

Показник	Дати переходу температури повітря через межі							
	навесні				восени			
	0°С	5°С	10°С	15°С	15°С	10°С	5°С	0°С
Середня	27.02	30.03	15.04	14.05	18.09	09.10	04.11	01.12
Найб.рання	11.01	13.03	01.04	24.04	01.09	16.09	17.10	27.10
Найб.пізня	28.03	21.04	02.05	08.06	10.10	23.10	05.12	22.12

Середні, максимальні та мінімальні багаторічні суми опадів за місяці та рік наведені в табл. 1.3 [6].

Таблиця 1.3 – Кількість опадів по місяцях, періодах та за рік (мм)

Показник	Місяць												Холодний період (11-03)	Теплий період (04-10)	Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
Сер.	29	25	29	34	43	64	51	45	45	33	32	30	145	315	460
Макс.	71	74	62	70	78	105	115	96	125	71	64	73	207	440	619
Мін.	6	9	1	9	13	17	0	3	0	0	8	7	87	204	356

Середня сума опадів за рік становить 460 мм; максимальна сума опадів за рік становить 619 мм; мінімальна сума опадів за рік становить 356 мм.

Відносна вологість характеризується відношенням кількості води, що міститься в речовині за певних умов, до максимально можливої кількості води за тих же умов. Місячні та річне значення відносної вологості повітря наведені в табл. 1.4 [6].

Таблиця 1.4 – Відносна вологість повітря по місяцях та за рік (%)

Місяць												Рік
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
80	73	61	55	46	50	46	45	51	62	73	77	60

Відносна вологість за рік становить 60 %.

Місячні та річне значення дефіциту вологості повітря наведені в табл. 1.5 [6].

Таблиця 1.5 – Значення дефіциту вологості повітря по місяцях та за рік (мб)

Місяць												Рік
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
0,5	0,6	1,2	4,9	8,5	9,7	11,0	10,9	7,4	3,1	1,1	0,6	3,9

Режим снігового покриву характеризують висотою снігового покриву, датами, які показують тривалість періоду із сніговим покривом, числом днів за рік із сніговим покривом, а також щільністю снігового покриву і запасом води в снігу, які наведені в табл.1.6 [6].

Таблиця 1.6 – Характеристика снігового покриву за сніговими зйомками на останній день декади

Найбільша за зиму висота снігу, см			Середня при найбільшій декадній висоті щільність снігу, кг/м ³	Найбільший за зиму запас води, мм		
середня	максимальна	мінімальна		середній	максимальний	мінімальний
12	42	3	200	27	-	-

Вітер – величина векторна. В полярних координатах вітер має дві складові: швидкість вітру (м/с) та його напрямок за румбами. Кліматологічну обробку вітру по спостереженням наведено в табл.1.7 та табл.1.8 [6].

Таблиця 1.7 – Середня багаторічна повторювальність напрямку вітру (%)

Назва румбів								
Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.	Штиль
9	13	17	17	9	9	11	15	15

В таблиці вказані повторювальності штилів, які обчислені у відсотках від загального числа спостережень.

Таблиця 1.8 – Середня місячна і річна швидкість вітру (м/с)

Місяць												
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
4,6	4,8	5,0	4,4	4,1	3,2	3,1	3,0	2,8	3,5	4,3	4,7	4,0

В таблиці наведені дані середньої за місяць та за рік швидкості вітру, які обчислені, як середні арифметичні значення за багаторічний період за щоденними чотирьохстроковими спостереженнями.

1.4 Ґрунтові умови

Основу ґрунтового покриву даного району складають чорноземи звичайні середньогумусні та малогумусні.

Чорноземи звичайні сформувалися під різнотравною рослинністю на плато і схилах вододілів, лесових терасах на лесових породах і червонобурих глинах.

Профіль чорноземів звичайних схожий з профілем чорноземів типових. Але в умовах більш жорсткого гідротермального режиму в даних ґрунтах гальмується процес утворення гумусу, тому профіль стає більш коротким (80-85 см і більше) [7].

«Основними ознаками ґрунтів даної території є наявність у нижній частині профілю (в горизонтах «Phk» і «Рк») виділення карбонатів у вигляді білозірки, в породі з глибини 4 м в північній частині підзони, а південній частині з глибини 2-2,5 м залягання гіпсу, а глибше — інших водорозчинних солей, розпорошеність структури в одному шарі» [7].

Чорноземи звичайні глибокі середньо- і малогумусні займають північну найбільш високу і вологу частину підзони, яка примикає до Лісостепу та залягають на Донецькому кряжі і є перехідним до чорноземів типових. У профілі поряд із білозіркою вони мають карбонатну цвіль у верхньому горизонті й шар кротовинного лесу, який збільшує загальну грубизну профілю до 110—120 см.

Чорноземи звичайні мають сприятливі водно-фізичні властивості для більшості рослин, а саме:

- 1) водотривку зернисту структуру, що пов'язано з важким гранулометричним складом, високим умістом гумусу і насиченістю ГВК Ca^{2+} і Mg^{2+} ;
- 2) пухке складення (щільність 1,1 - 1,25 г/см³);
- 3) високу водопроникність, повітря і вологоємність.

Запас продуктивної вологи в чорноземах звичайних знаходиться в межах 90-150 мм. Високі запаси загального й рухомого азоту пов'язані з активною нітрифікацією. Даний тип ґрунтів має високу забезпеченість фосфором (45-60 мг/кг) і калієм (300-400 мг/кг).

Природна родючість цих ґрунтів досить висока, але відчувається нестача вологи. Їх порівняльна оцінка якості коливається від 55 (неглибокі ґрунти) до 86 балів (глибокі ґрунти) [8].

1.5 Рослинний покрив

Територія, на якій протікає річка Кам'янка належить до Олександрійського району Кіровоградської області.

Природна рослинність даного району дослідження займає близько 15-16% від площі території області та представлена степовими, лучними, лісовими, болотними типами рослинності [9].

Лісова рослинність представлена змішаними лісами, а саме такими породами як: акація, тополя, дуб, клен польовий, дика вишня, клен гостролистий, ясен, каштан, верба, липа, вільха, чорна горобина, обліпіха, у підліску терен, калина, глід, ожина. Серед хвойних порід переважають ялина, сосна.

Степова рослинність представлена багаторічними травами, або злаками такими як: типчак, тонконіг лучний та вузьколистий, пирій повзучий, волошка, ковила, ромашка.

Лучна і болотна рослинність поширена в заплавах річок. Серед степових рослин можна виділити горицвіт, барвінок, сон-траву, дикорослі іриси. У вологих тріщинах скель зростають дрібні папороті – аспленій північний, пухирник ламкий. Зростають також декілька видів шипшини [10,11].

На території ростуть рідкісні й зникаючі рослини, так як: астраган шерстистоквітковий, ковила волосиста, ірис злаколистий, лілія лісова, підсніжник звичайний, сон великий, барвінок малий, валеріана лікарська, звіробій звичайний, конвалія звичайна, льон жовтий [9,12].

Природна рослинність досліджуваної території (лучна, лучно-стєпова, петрофільна, лісова) збереглася по долинах рачок на схилах балок, по узліссях. Площа лісів і чагарникових насаджень на території становить близько 1,5 тис. га. Основною лісоутворюючою породою є дуб (до 84 % від загальної площі лісів), є також ясен, липа. Серед чагарників поширені щипшина, глід, терен, акація, жовта, ліщина [10,12].

Отже, після виконання даного розділу можна зробити такі висновки:

- 1) річка Кам'янка знаходиться в степовій зоні, в північно-стєповій підзоні, розташована на Придніпровській височині;
- 2) басейн р. Кам'янка відноситься до Дністровсько-Дніпровської лісостєпової провінції;

- 3) рельєф представлений підвищеною, хвилястою рівниною, яка розчленована щільною мережею річкових балок та ярів;
- 4) в межах району на берегах річок виявлені залягання шарів гірських порід таких як кварцити, граніти, гнейси, глини, суглинки та піски;
- 5) основним фактором формування в районі поверхневого стоку є опади, які розподіляються зонально та зменшуються на південь району дослідження;
- 6) залягання й поширення підземних вод на даній території пов'язане з геологічною будовою території;
- 7) клімат даного району дослідження помірно-континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами, а літо спекотне. У другій половині літа на території часто встановлюється антициклонний тип погоди з високими температурами повітря до + 38 °C та тривалими посухами;
- 8) кліматичні умови даної території були зафіксовані з найближчої метеорологічної станції Кривий Ріг (Дніпропетровська область);
- 9) основу ґрунтового покриву даного району складають чорноземи звичайні середньогумусні та малогумусні, їх природна родючість досить висока, але відчувається нестача вологи;
- 10) природна рослинність даного району дослідження займає близько 15-16% від площі території області та представлена степовими, лучними, лісовими, болотними типами рослинності.

2 ОЦІНКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧКИ КАМ'ЯНКА

При проектуванні зрошувальних систем, річкових гідротехнічних споруд, залізничних та автомобільних шляхів, планування та забудови населених пунктів, а також заходів по боротьбі з повеннями та паводками необхідно знати розрахункові значення гідрологічних характеристик.

На середніх і особливо на малих річках, які зазвичай мало або зовсім не вивчені, важливо отримати основні гідрологічні характеристики їх режиму. Тому результати зазвичай подаються у вигляді середніх значень та величин різної імовірності перевищення, чисельне значення яких встановлюється нормативними документами [13].

2.1 Гідрографічна мережа басейну річки

Гідрографічна схема річки являє собою схематичне зображення річкової системи в басейні. Для її побудови необхідно мати дані про довжину головної річки та її приток, а також відстань місць їх впадіння в основну річку. Витік річки Кам'янка розташований біля с. Червона Кам'янка, а впадає в річку Інгулець (права притока річки Дніпро) [1,13].

Мережа водотоків річки Кам'янка виконана в програмному комплексі «QGIS» та наведена на рис.2.1.



Рисунок 2.2 - Схема басейну річки Кам'янка

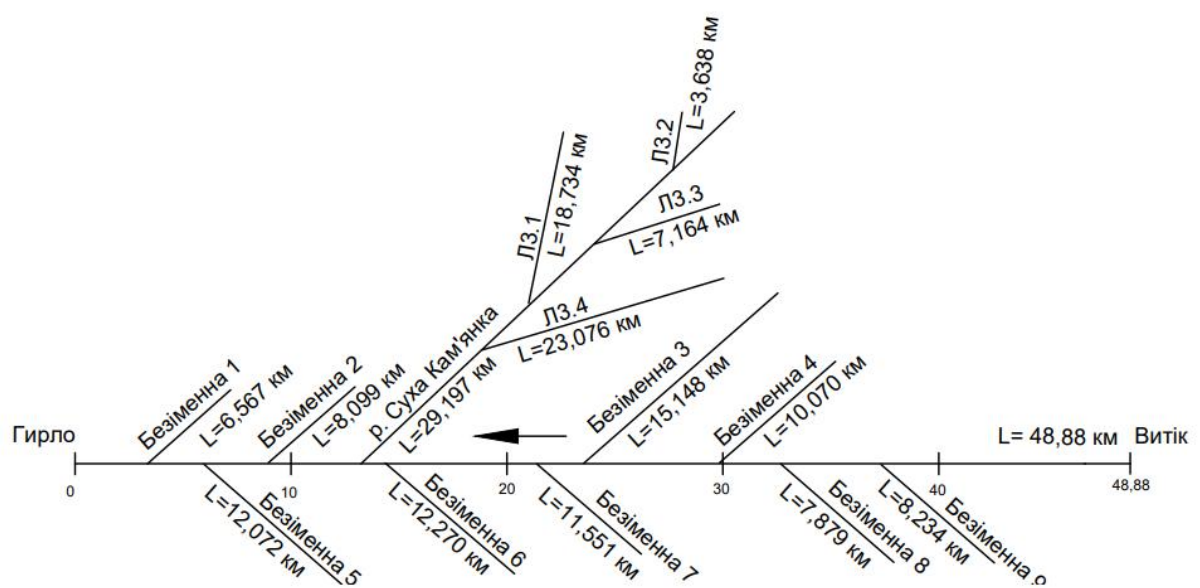


Рисунок 2.3 – Гідрографічна схема річки Кам'янка

Таблиця 2.1 – Список річок басейну р. Кам'янка

Назва річки	Куди впадає, з якого берега	Відстань від гирла, км	Довжина річки, км	Площа водозбору, км ²
р. Кам'янка	р. Інгулець (л)	-	48,88	533,51
р. Безіменна 1	р. Кам'янка (п)	3,9	6,57	8,90
Безіменна 2	р. Кам'янка (п)	9,7	8,10	14,23
р. Суха Кам'янка	р. Кам'янка (п)	14,1	29,20	224,14
р. Безіменна 3	р. Кам'янка (п)	24,5	15,15	50,99
р. Безіменна 4	р. Кам'янка (п)	29,6	10,07	30,13
р. Безіменна 5	р. Кам'янка (л)	7,1	12,07	20,97
р. Безіменна 6	р. Кам'янка (л)	14,9	12,27	29,87
р. Безіменна 7	р. Кам'янка (л)	23,4	11,55	32,11
р. Безіменна 8	р. Кам'янка (л)	31,6	7,88	22,32
р. Безіменна 9	р. Кам'янка (л)	37,6	8,23	24,62
Разом			169,97	

Густота річкової мережі визначає умови стікання атмосферних опадів, живлення ґрунтовими водами і є довжиною річкової системи, що припадає на 1 км² площі [14].

Вона характеризується коефіцієнтом густоти річкової мережі басейну, який визначається за формулою

$$D = \frac{\sum L}{F}, \quad (2.1)$$

де L – сумарна довжина всіх водотоків басейну, 169,97 км;

F – площа водозбору річки, 533,51 км².

Для річки Кам'янка густота річкової мережі складе

$$D = \frac{169,97}{533,51} = 0,32 \text{ км/км}^2.$$

Похил річки чи окремих її ділянок виражають у відносних одиницях і обчислюється за формулою

$$I = \frac{H_B - H_\Gamma}{L}, \quad (2.2)$$

де H_B – відмітка витоку, 144 м;

H_T – відмітка гирла, 90 м;

L – довжина річки, 48,88 км.

$$I = \frac{144-90}{48,88} = 1,1 \text{ м/км.}$$

Виділяємо 2 основні басейни річки Кам'янка, які наведені на рис. 2.4. Площа водозбору басейну 1 складає 224,14 км²; площа водозбору басейну 2 – 222,78 км².



Рисунок 2.4 – Основні басейни річки Кам'янка

Особливості геометричної будови річкового басейну характеризується кількісними показниками, а саме довжиною річки та площею її водозбору [15].

Відомість визначення площі водозбору наведена в табл. 2.2; графік наростання площі водозбору р. Кам'янка наведений на рис. 2.5.

Таблиця 2.2 – Відомість визначення площі водозбору р. Кам'янка

Берегове відношення	Назва площі	Площа, км ²
Правобережжя	Міжприточний простір 1	4,12
	р. Безіменна 1	8,90
	Міжприточний простір 2	6,22
	р. Безіменна 2	14,23
	Міжприточний простір 3	3,17
	р. Суха Кам'янка	224,14
	Міжприточний простір 4	7,32
	р. Безіменна 3	50,99
	Міжприточний простір 5	3,75
	р. Безіменна 4	30,13
	Міжприточний простір 6	8,69
Разом		361,66
Лівобережжя	Міжприточний простір 7	7,44
	р. Безіменна 5	20,97
	Міжприточний простір 8	9,11
	р. Безіменна 6	29,87
	Міжприточний простір 9	9,74
	р. Безіменна 7	32,11
	Міжприточний простір 10	6,81
	р. Безіменна 8	22,32
	Міжприточний простір 11	2,14
	р. Безіменна 9	24,62
	Міжприточний простір 12	6,72
Разом		171,85
Весь водозбір річки Кам'янка до гирла р. Інгулець		533,51

Отже, площа водозбору правого берега річки Кам'янка значно більша та становить 361, 66 км².

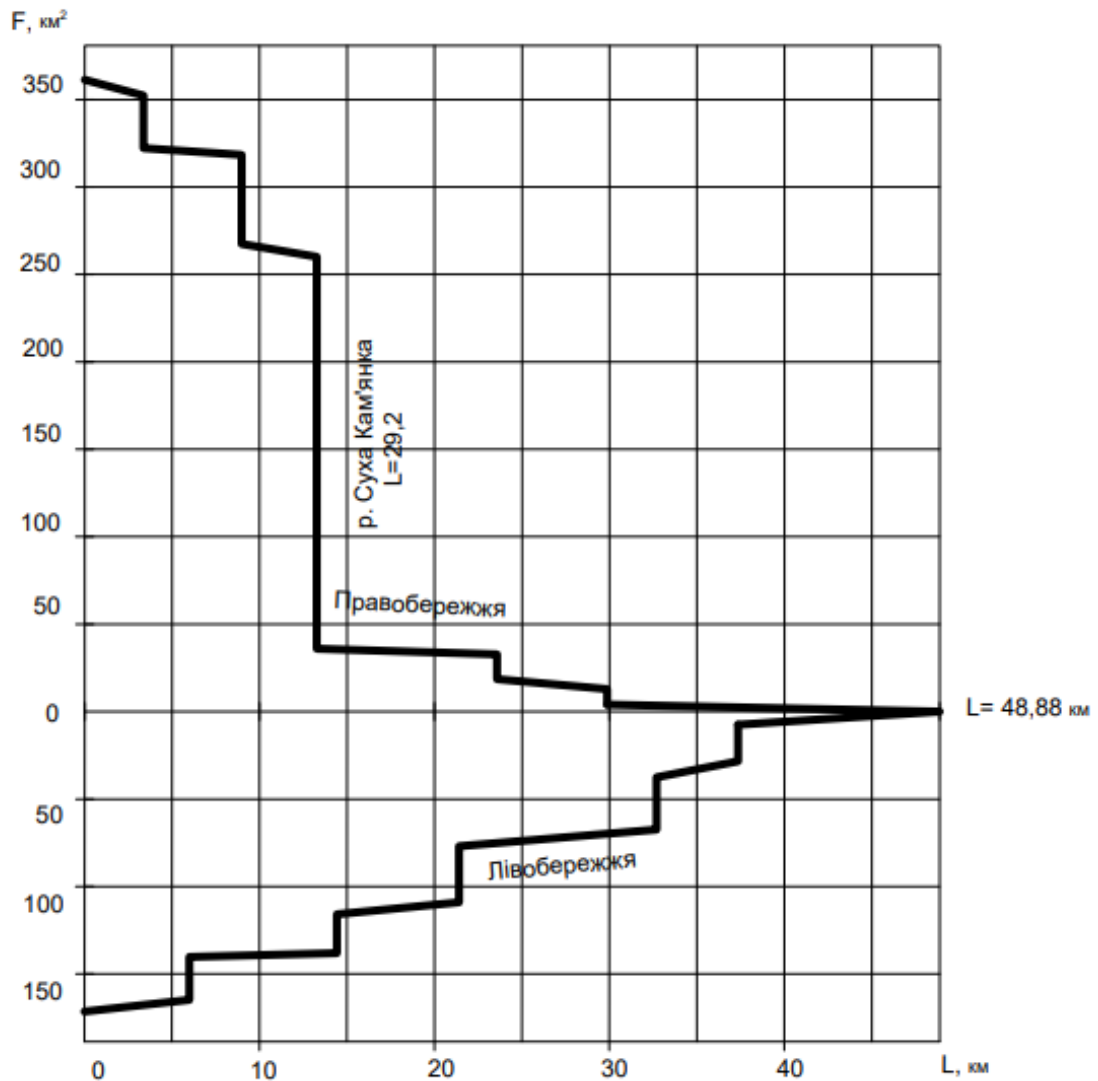


Рисунок 2.5 – Графік наростання площі водозбору р. Кам'янка

2.2 Гідрологічні розрахунки по розрахунковим створам

Річним стоком називається кількість води, що стікає з водозбору за рік. Величина річного стоку в будь-якому створі не є сталою, а змінюється залежно від впливу факторів підстилаючої поверхні та зміни метеорологічних умов.

При відсутності ряду спостережень для річки Кам'янка, відповідно до ДБН В.2.4-8:2014 виконуємо приведення статистичних параметрів розподілу до багаторічного періоду за допомогою річок-аналогів, які мають тривалі ря-

ди спостережень за стоком і відповідають вимогам репрезентативності [16,17].

«Згідно ДБН В.2.4-8:2014, при виборі річки-аналога необхідно дотримуватись таких вимог:

- 1) щоб розрахункова річка і річка-аналог знаходилися у безпосередній географічній близькості;
- 2) схожості кліматичних умов;
- 3) однорідності умов формування стоку;
- 4) синхронності коливань річного стоку на досліджуваних водозборах;
- 5) щоб площі водозборів не відрізнялися більше, ніж в 10 разів;
- 6) щоб періоди спільних спостережень за стоком на досліджуваних річках були не менше ніж 10 років» [16].

Дані для гідрологічного розрахунку беремо з річки-аналог Інгулець на посту Олександр-Степанівка, яка відповідає необхідним вимогам. Приведення статистичних параметрів річного стоку для досліджуваної річки Кам'янка проводимо за методом коефіцієнтів, відносно площ водозборів річок за формулою

$$k = \frac{F_{\text{річки}}}{F_{\text{аналог}}}, \quad (2.3)$$

де $F_{\text{річки}}$ – площа водозбору досліджуваної річки Кам'янка, 533,51 м²;

$F_{\text{аналог}}$ – площа водозбору річки-аналог Інгулець, 1400 м².

$$k = \frac{533,51}{1400} = 0,381.$$

Основні гідрологічні розрахунки були виконані за допомогою програмного комплексу Microsoft Visual FoxPro «Hydrology», розробленого на кафедрі водогосподарської інженерії ДДАЕУ.

2.2.1 Норма стоку

Нормою будь-якої характеристики гідрологічного режиму називають середнє її значення за багаторічний період такої тривалості, при збільшенні якого отримане значення суттєво не змінюються

Характеристикою річкового стоку є кількісна оцінка величин річкового стоку, а саме витрати води, об'єм води, модуль та шар стоку [15].

За розрахунками програми Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» отримані такі результати для річки-аналог Інгулець:

- 1) багаторічна витрата (кількість, води що протікає через живий переріз за одиницю часу) $Q_0 = 2,704 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) модуль стоку (кількість води, що стікає за секунду з квадратного кілометра площі водозбору) $M_0 = 1,932 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;
- 3) середній багаторічний об'єм річного стоку (кількість води, що стікає з водозбору за рік) $W_0 = 85,29 \text{ млн. м}^3$;
- 4) середній багаторічний шар стоку (кількість води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу) $h_0 = 60,92 \text{ мм}$.

Розрахунки переведення основних характеристик річкового стоку для досліджуваної річки Кам'янка отримаємо з урахуванням коефіцієнта $k = 0,381$ та заносимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Кількісна оцінка величин річкового стоку для річок Інгулець та Кам'янка

Назва річки	Багаторічна витрата Q_0 , $\text{м}^3/\text{с}$	Модуль стоку M_0 , $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$	Середній багаторічний об'єм річного стоку W_0 , млн. м^3	Середній багаторічний шар стоку h_0 , мм
Річка-аналог Інгулець	2,704	1,932	85,29	60,92
Річка Кам'янка	1,030	1,932	32,50	60,92

Отже, значення модулю стоку M_0 та середнього багаторічного шару стоку h_0 для досліджуваних річок вважаємо однаковими, оскільки дані приведені на одиницю площі. Перерахунок здійснюємо для багаторічної витрати Q_0 та багаторічного об'єму річного стоку W_0 .

2.2.2 Стік різної забезпеченості

Забезпеченістю гідрологічної величини називають ймовірність того, що певне значення гідрологічної величини може бути перевищено серед сукупності всіх можливих її значень [15].

За розрахунками програми Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» отримали багаторічний середньорічний хід витрат річки Інгулець, який наведений на рис. 2.6. Дані спостереження проведені з 1935 по 2010 роки (за 75 років).

На графіку, спостерігаємо, що максимальний річний хід стоку спостерігався в 1970, 1980 та 1991 роках.

Різницева інтегральна крива для річки Інгулець наведена на рис.2.7.

Основним завданням розрахунку річного стоку різної забезпеченості є встановлення середньої величини, а також можливих його коливань на весь наступний період експлуатації.

Для річки Інгулець коефіцієнт варіації (мінливості) становить $C_v = 0,598$, коефіцієнт асиметрії становить $C_s = 1,196$, тому отримуємо співвідношення $C_s/C_v = 2,00$.

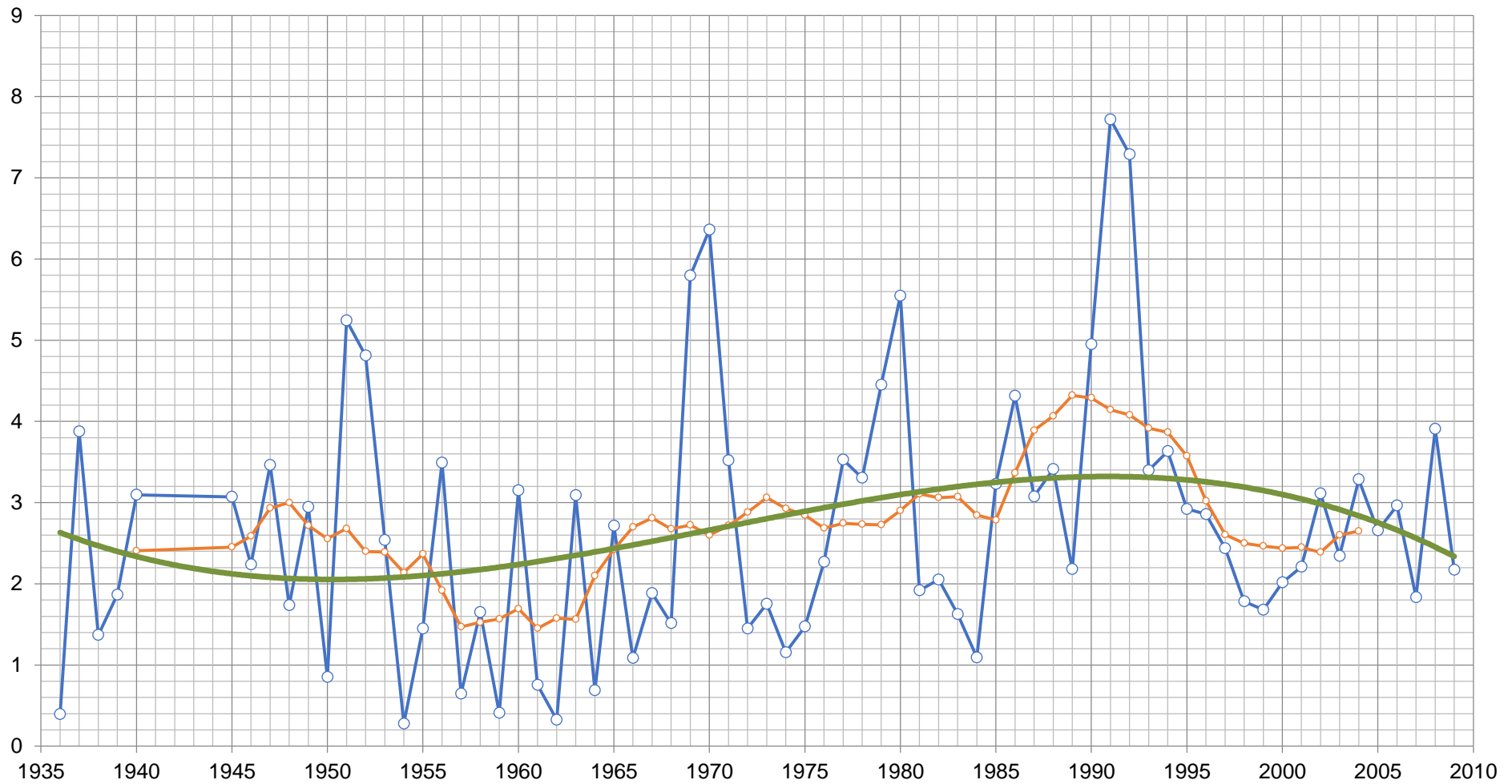


Рисунок 2.6 - Багаторічний середньорічний хід витрат річки Інгулець – пост Олександр-Степанівка (синій– річний хід стоку за період; червоний - десятирічний ковзний графік; зелений – лінія тренда (кубічний поліном))

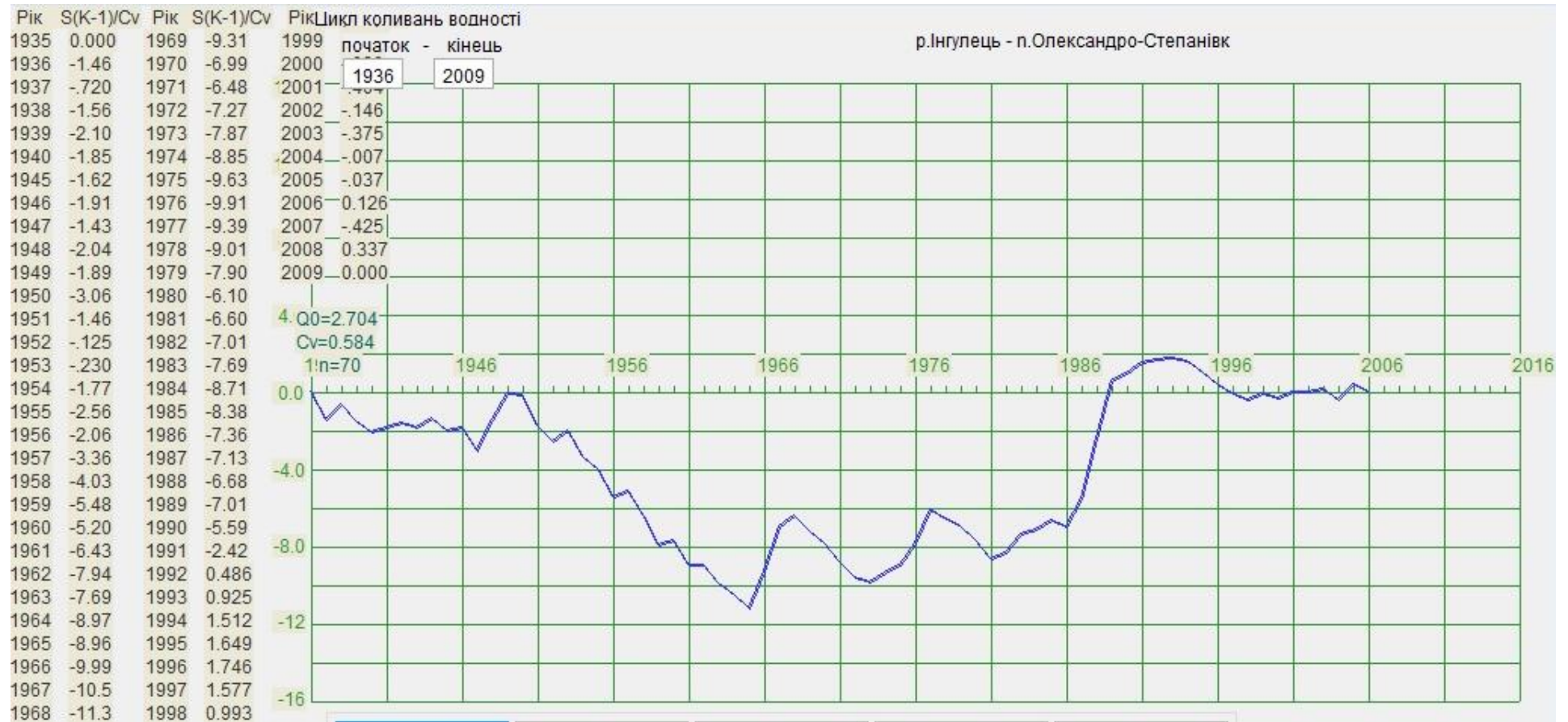


Рисунок 2.7 - Різницева інтегральна крива:
річка Інгулець – пост Олександрo-Степанівка

Так як $C_v \geq 0,5$ то обчислення проводимо методом найбільшої правдоподібності та за спеціально розробленими кривими забезпеченості трьохпараметричного гамма-розподілу. Емпірична і теоретична криві забезпеченості розподілу стоку розрахованого методом найбільшої правдоподібності наведена на рис. 2.8.

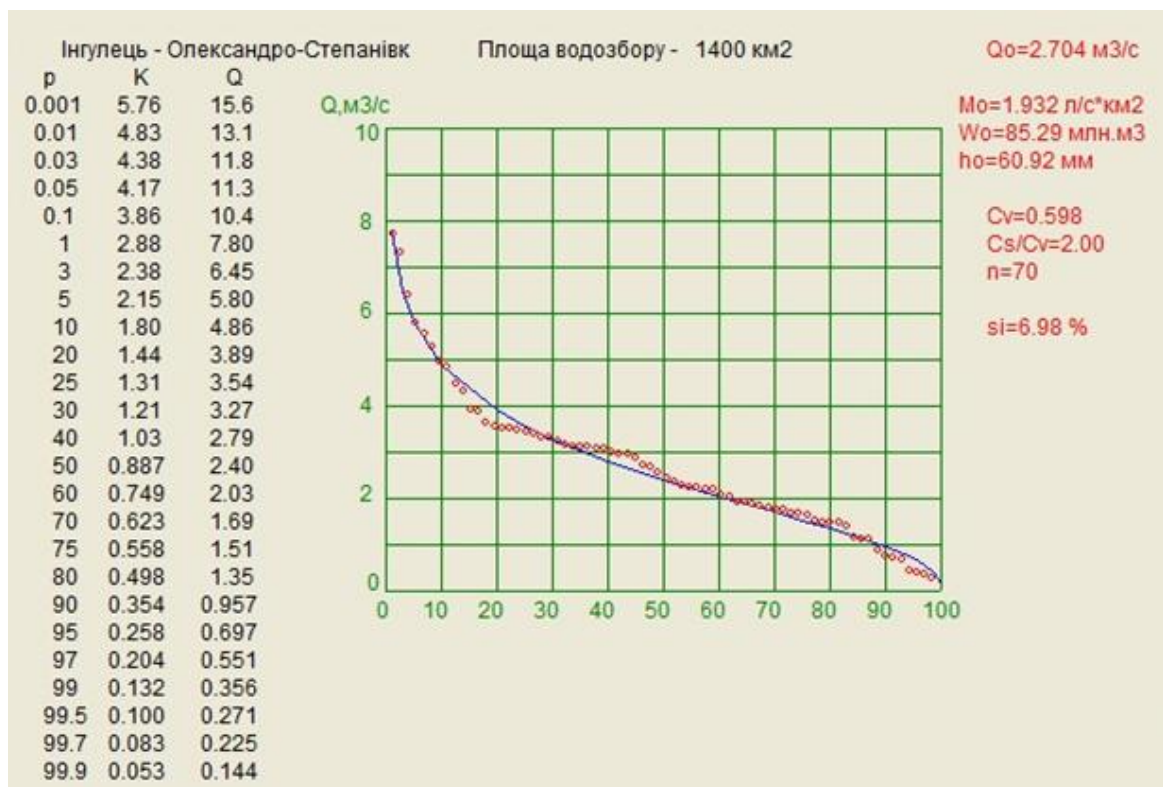


Рисунок 2.8 – Емпірична і теоретична криві забезпеченості трьохпараметричного гамма розподілу розрахованого методом найбільшої правдоподібності для річки Інгулець – пост Олександр-Степанівка

Отже, з вищенаведеного графіка отримаємо середньорічні витрати Q , м³/с для річки-аналог Інгулець. Випишемо середньорічні витрати для 50%-ї, 75 %-ї т 90 %-ї забезпеченостей. Розрахунки переведення отриманих значень для досліджуваної річки Кам'янка отримаємо з урахуванням коефіцієнта $k = 0,381$ та заносимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок середньорічних витрат для річок Інгулець та Кам'янка

Розрахункова Забезпеченість	Середньорічні витрати для річки-аналог Інгулець, м ³ /с	Середньорічні витрати для річки Кам'янка, м ³ /с
Середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості	2,40	0,914
Сухий рік 75 %-ї забезпеченості	1,51	0,575
Дуже посушливий рік 90 %- ї забезпеченості	0,957	0,365

2.2.3 Внутрішньорічний розподіл стоку

Розподілення величин стоку за календарними періодами чи сезонами року є внутрішньорічним розподілом стоку[15].

Дані розрахунки проведені в програмному комплексі Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» за методом середніх розподілів стоку.

Внутрішньорічний розподіл стоку 50 %-ї, 75%-ї та 90 %-ї забезпеченостей для річки Інгулець відповідно наведені на рис. 2.9, 2.10 та 2.11.

Отже, з наведених графіків для річки-аналог Інгулець отримаємо наступні значення:

1) найбільша середньомісячна витрата для середнього за водністю роком 50 %-ї забезпеченості складає 7,14 м³/с за березень; найменша середньомісячна витрата - 0,99 м³/с за вересень та жовтень;

2) найбільша середньомісячна витрата для сухого року 75 %-ї забезпеченості складає 3,96 м³/с за березень; найменша середньомісячна витрата складає 0,65 м³/с за серпень;

3) найбільша середньомісячна витрата для дуже посушливого року 90 %-ї забезпеченості складає 3,96 м³/с за березень; середньомісячна витрата - 0,65 м³/с за серпень.

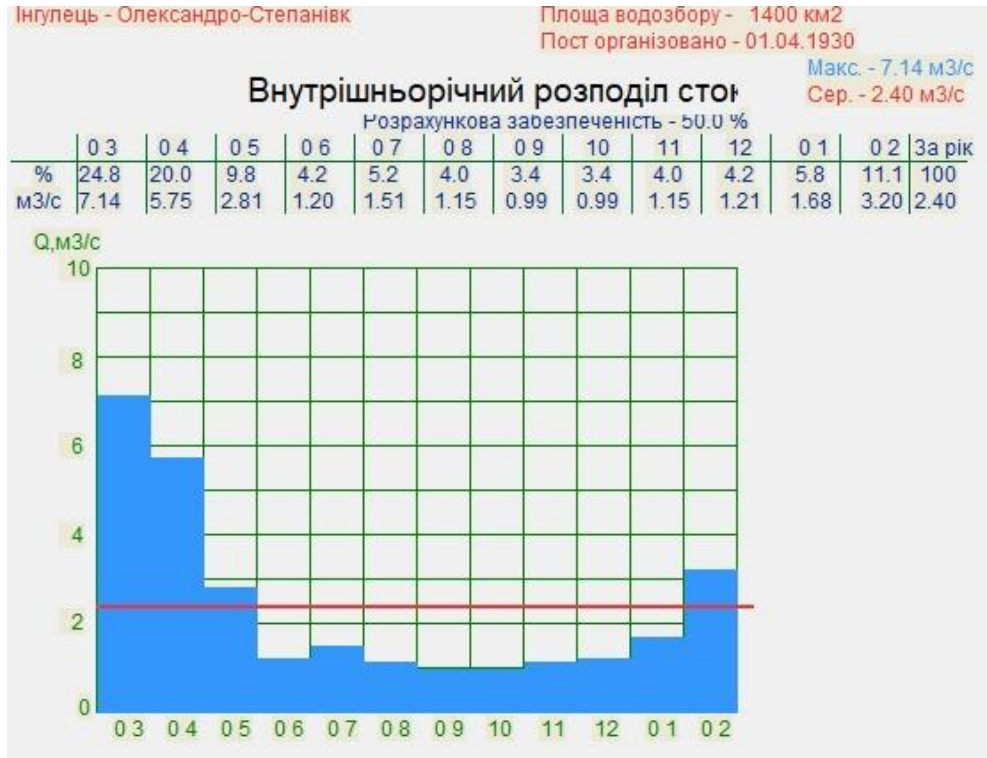


Рисунок 2.9 – Внутрішньорічний розподіл стоку 50 %-ї забезпеченості для річки Інгулець – п. Олександр-Степанівка



Рисунок 2.10 – Внутрішньорічний розподіл стоку 75 %-ї забезпеченості для річки Інгулець – п. Олександр-Степанівка



Рисунок 2.11 – Внутрішньорічний розподіл стоку 90 %-ї забезпеченості для річки Інгулець – п. Олександр-Степанівка

Перерахунок внутрішньорічного розподілу стоку для річки Кам'янка виконуємо в табличній формі (табл. 2.5, 2.6, 2.7). Відсотковий розподіл по місяцях для річок залишаємо однаковим та беремо з вище наведених графіків внутрішньорічного розподілу стоку для певної забезпеченості. Середньорічні витрати для річок Інгулець та Кам'янка наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.5 - Внутрішньорічний розподіл стоку 50 %-ї забезпеченості для річки Кам'янка

Показник	Місяць												Рік
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
%	24,8	20,0	9,8	4,2	5,2	4,0	3,4	3,4	4,0	4,2	5,8	11,1	100,0
Для річки-аналог Інгулець													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	7,14	5,76	2,82	1,22	1,51	1,15	0,98	0,98	1,15	1,21	1,67	3,20	2,40
Для річки Кам'янка													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	2,72	2,19	1,07	0,46	0,57	0,44	0,38	0,38	0,44	0,46	0,64	1,22	0,914

Таблиця 2.6 - Внутрішньорічний розподіл стоку 75 %-ї забезпеченості для річки Кам'янка

Показник	Місяць												Рік
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
%	21,9	9,6	7,8	6,7	10,0	3,6	3,7	4,2	6,5	7,0	6,8	12,2	100,0
Для річки-аналог Інгулець													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	3,97	1,74	1,41	1,21	1,81	0,65	0,67	0,76	1,18	1,27	1,23	2,21	1,51
Для річки Кам'янка													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	1,51	0,66	0,54	0,46	0,69	0,25	0,26	0,29	0,45	0,48	0,47	0,84	0,575

Таблиця 2.7 - Внутрішньорічний розподіл стоку 90 %-ї забезпеченості для річки Кам'янка

Показник	Місяць												Рік
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
%	16,5	9,3	4,4	4,1	7,0	4,2	3,4	3,4	4,4	5,9	10,3	27,1	100,0
Для річки-аналог Інгулець													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	1,89	1,07	0,51	0,47	0,80	0,48	0,39	0,39	0,51	0,68	1,18	3,11	0,957
Для річки Кам'янка													
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	0,72	0,41	0,19	0,18	0,31	0,18	0,15	0,15	0,19	0,26	0,45	1,19	0,365

2.2.4 Максимальна витрата весняної повені

Під максимальним стоком води річок розуміють найбільші в році значення миттєвих або строкових витрат, які спостерігаються під час весняної повені [18].

У період проходження максимальних витрат рівень води в річці піднімається і затоплює прилеглі території, що сприятливо впливає на продуктивність заплавлених луків та рибацтва. Однак завдає і великої матеріальної шкоди.

За розрахунками програми Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» отримали багаторічний хід максимальних витрат весняної повені для річки

Інгулець, який наведений на рис. 2.12. Дані спостереження проведені з 1935 по 2020 роки (за 85 років).

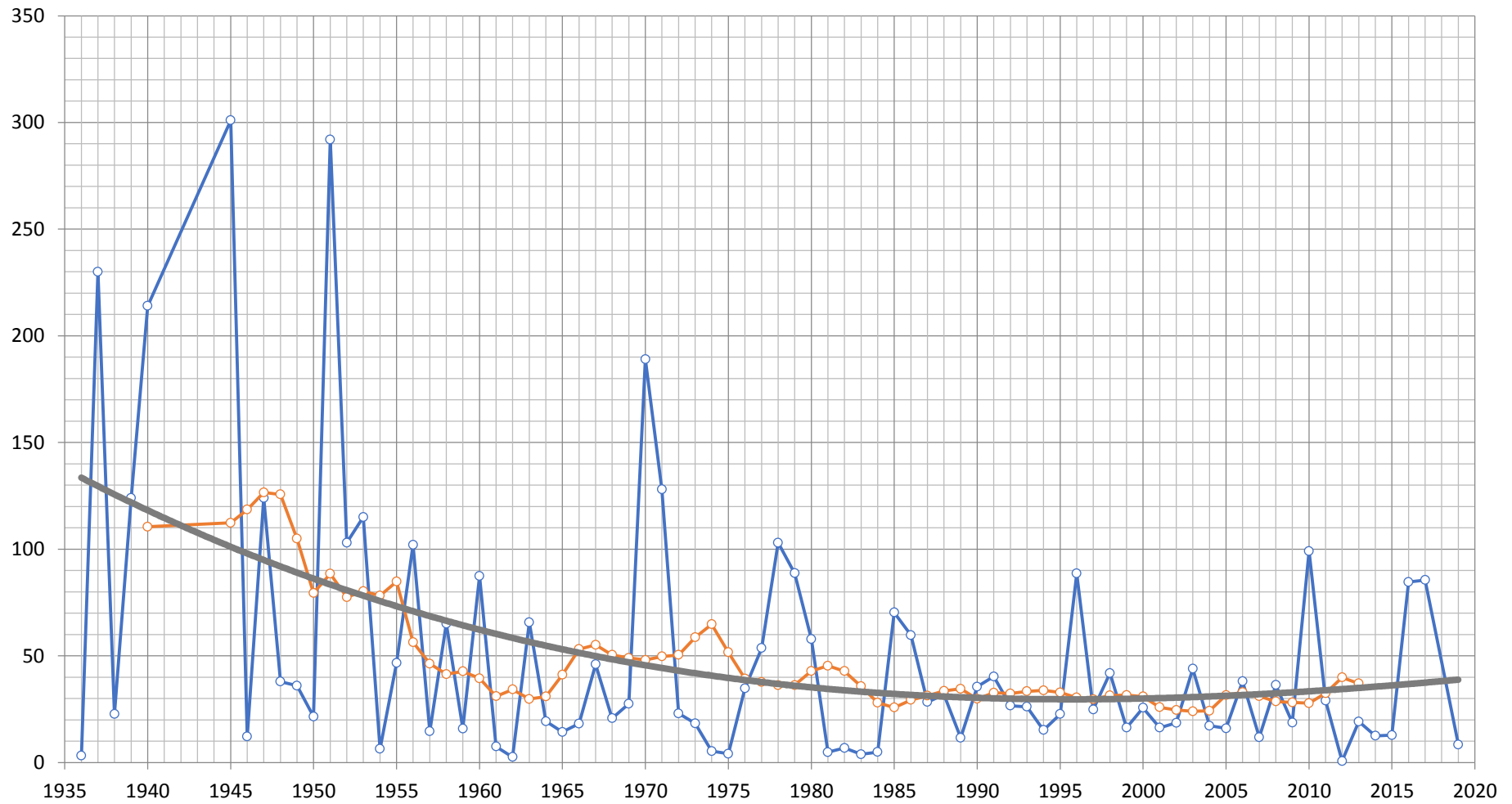


Рисунок 2.12 - Багаторічний хід максимальних витрат весняної повені річки Інгулець – п. Олександро-Степанівка (синій – річний хід стоку за період; червоний - десятирічний ковзний графік; зелений – лінія тренда (кубічний поліном))

Аналіз ходу максимальних витрат весняної повені показав, що максимальні значення витрат весняної повені спостерігались в 1937, 1945, 1951 роках; спостерігаємо циклічні зміни багатоводних і маловодних років із поступовим зменшенням коливань витрат води. Це пов'язано із зміною клімату і із збільшенням зарегульованості стоку ставками.

Емпірична і теоретична криві забезпеченості для весняної повені річки Інгулець наведені на рис. 2.13.



Рисунок 2.13 – Емпірична і теоретична криві забезпеченості трьох-параметричного гамма розподілу розрахованого методом найбільшої правдоподібності для весняної повені для річки Інгулець – пост Олександр-Степанівка

Отже, з вищенаведеного графіка отримуємо середньорічні витрати весняної повені Q , м³/с для річки-аналог Інгулець.

Розрахунки переведення отриманих значень весняної повені для досліджуваної річки Кам'янка отримуємо з урахуванням коефіцієнта $k = 0,381$ та заносимо в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок середньорічних витрат весняної повені для досліджуваних річок

Розрахункова Забезпеченість	Середньорічні витрати для річки-аналог Інгулець, м ³ /с	Середньорічні витрати для річки Кам'янка, м ³ /с
Середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості	31,0	11,81
Сухий рік 75 %-ї забезпеченості	14,1	5,37
Дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості	6,68	2,55

Отже, в результаті розрахунків для весняної повені програмним комплексом Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» отримали наступні дані:

- 1) середня багаторічна витрата весняної повені $Q_0 = 52,9 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) коефіцієнт варіації $C_v = 1,303$;
- 3) співвідношення $C_s/C_v = 3,50$.

2.2.5 Витрата мінімального (меженного) стоку

Мінімальний стік характеризує найменшу водність річки. Він спостерігається в період зимової та літньої межней, коли припиняється поверхневий стік, і річка переходить на підземне живлення.

Основними розрахунковими характеристиками мінімального стоку, є мінімальні витрати води річки [18].

Розрахунок мінімальних витрат води річки-аналог Інгулець проводимо в літній сезон. Емпірична і теоретична криві забезпеченості для літньої межней річки Інгулець наведені на рис .2.14.

Отже, з графіка отримаємо середньорічні витрати літньої межней Q , м³/с для річки-аналог Інгулець.



Рисунок 2.14 – Емпірична і теоретична криві забезпеченості трьох-параметричного гамма розподілу розрахованого методом найбільшої правдоподібності для літньої межні для річки Інгулець – пост Олександр-Степанівка

Розрахунки переведення отриманих значень літньої межні для досліджуваної річки Кам'янка отримаємо з урахуванням коефіцієнта $k = 0,381$ та заносимо в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок середньорічних витрат літньої мережі для досліджуваних річок

Розрахункова Забезпеченість	Середньорічні витрати для річки-аналог Інгулець, м ³ /с	Середньорічні витрати для річки Кам'янка, м ³ /с
Середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості	0,519	0,197
Сухий рік 75 %-ї забезпеченості	0,219	0,083
Дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості	0,088	0,034

Отже, в результаті розрахунків для весняної повені програмним комплексом Microsoft Visual FoxPro «Hydrology» отримали наступні дані:

- 4) середня багаторічна витрата літньої мережі $Q_0 = 0,649$ м³/с;

- 5) коефіцієнт варіації $C_v = 0,823$;
- 6) співвідношення $C_s/C_v = 1,50$.

Отже, після виконання даного розділу можна зробити такі висновки:

Площа водозбору даного басейну річки Кам'янка складає $533,51 \text{ км}^2$.

Довжина головної річки складає $48,88 \text{ км}$.

Загальна кількість приток становить 10. Найбільшою притокою є р. Суха Кам'янка (довжиною $29,2 \text{ км}$).

Визначені основні характеристики річкового стоку для досліджуваної річки Кам'янка:

- 1) багаторічна витрата (кількість, води що протікає через живий переріз за одиницю часу) $Q_0 = 1,03 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) модуль стоку (кількість води, що стікає за секунду з квадратного кілометра площі водозбору) $M_0 = 1,932 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;
- 3) середній багаторічний об'єм річного стоку (кількість води, що стікає з водозбору за рік) $W_0 = 32,50 \text{ млн. м}^3$;
- 4) середній багаторічний шар стоку (кількість води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу) $h_0 = 60,92 \text{ мм}$.

Розрахований багаторічний середньорічний хід витрат річки-аналог Інгулець, дані спостереження проведені з 1935 по 2010 роки (за 75 років).

Визначені середньорічні витрати для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

- 1) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 0,914 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 0,575 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 3) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 0,365 \text{ м}^3/\text{с}$.

Виконали перерахунок внутрішньорічного розподілу стоку для річки Кам'янка для заданих забезпеченостей.

Розрахований багаторічний хід максимальних витрат весняної повені для річки-аналог Інгулець, дані спостереження проведені з 1935 по 2020 роки (за 85 років).

Визначені середньорічні витрати весняної повені для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

- 1) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 11,81 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 5,37 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 3) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 2,55 \text{ м}^3/\text{с}$.

Визначені середньорічні витрати літньої мережі для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

- 1) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 0,197 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 0,083 \text{ м}^3/\text{с}$;
- 3) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с}$.

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ

Оцінку якості зрошувальної води за агрономічними критеріями здійснюють у відповідності до ДСТУ 2730:2015 [19]. При цьому враховують вплив зрошувальної води на:

- 1) ґрунт, для збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесів засолення, осолонцювання і підлуження;
- 2) урожайність сільськогосподарських культур;
- 3) якість сільськогосподарської продукції.

Нормування показників якості зрошувальної води за агрономічними критеріями необхідно здійснювати з врахуванням складу і властивостей ґрунтів в умовах, коли рівень ґрунтових вод не перевищує критичного рівня при рекомендованих режимах зрошення [20].

3.1 Встановлення основних агрономічних критеріїв якості зрошувальної води

Токсичний вплив окремих іонів, які містяться в зрошувальній воді на сільськогосподарські культури здійснюють оцінку через неоднакову їх небезпечність. В першу чергу, необхідно враховувати вміст в зрошувальній воді окремих найбільш токсичних іонів (Na^{+1} , Cl^{-1} , бору, нітратів).

Вихідні дані по вмісту солей в р. Інгулець взято з гідрохімічного довідника [21].

Агрономічні критерії повинні визначати якість води для зрошення при впливі на:

- 1) урожайність сільськогосподарських культур по валовому збору;
- 2) якість сільськогосподарської продукції;
- 3) ґрунти, для збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесів засолення, осолонцювання і підлуження [19].

«Згідно ДСТУ 2730:2015 основними агрономічними критеріями за якими оцінюють якість води є:

- 1) вміст основних іонів у формі міліграм-еквівалентів (мекв/л);
- 2) вміст основних іонів у %-еквівалентах;
- 3) хімічний тип води;
- 4) відношення суми лужних катіонів натрію до суми всіх катіонів (мекв), %;
- 5) відношення концентрації катіону магнію до концентрації катіону кальцію (мекв);
- 6) вміст аніонів хлору (Cl^{-1});
- 7) вміст токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлору;
- 8) вміст загальної лужності;
- 9) вміст лужності від нормальних карбонатів;
- 10) вміст токсичної лужності ($\text{HCO}_3^{-1}-\text{Ca}^{+2}$);
- 11) величина рН» [19].

Вміст основних іонів у формі міліграм-еквівалентів застосовують для їх кращого співставлення, так як різні іони мають різну молекулярну масу.

Вміст основних іонів у %-еквівалентах застосовують для встановлення хімічного типу води.

Перерахунок іонів у різні форми для р. Інгулець наведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Перерахунок іонів у різні форми

Показник	Аніони				Катіони			Сума		
	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹	аніонів	катіонів	іонів
мг/л	0	204	337	271	84	83	169,4			1148,4
Еквівалентна маса	30	61	35,5	48	20	12	23			
мекв/л	0	3,34	9,49	5,65	4,20	6,92	7,37	18,48	18,48	36,97
%-екв	0	18,09	51,36	30,55	22,72	37,42	39,86	100,0	100,0	

Хімічний тип води визначають за переважаючими іонами. В назву хімічного типу води включають тільки ті іони (аніони та катіони), вміст яких перевищує 20 %-екв. Той іон вміст якого найбільше в назві ставлять на останнє місце, тобто акцентують на ньому увагу. В даному випадку воду необхідно віднести до сульфатно-хлоридного, кальцієво-магнієво-натрієвого типу засолення.

Для встановлення небезпеки осолонцювання визначають відношення суми лужних катіонів натрію до суми всіх катіонів (мекв), %. В даному випадку це відношення складає 39,86 %.

Відношення концентрації катіону магнію до концентрації катіону кальцію (мекв/л) визначають для встановлення участі іонів магнію в осолонцюванні. Це осолонцювання суттєво впливає, коли відношення більше 1.

В розглянутому випадку $Mg^{+2}/Ca^{+2} = 6,92 / 4,2 = 1,65$, отже значення суттєве.

Вміст аніонів хлору (Cl⁻¹) складає 9,49 мекв/л. Цей іон є найбільш токсичним для сільськогосподарських культур.

Вміст токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлору визначають для співставлення загального впливу токсичних аніонів. Для визначення вмісту токсичних іонів всі основні іони в мекв/л необхідно зв'язати в гіпотетичні молекули токсичних і нейтральних солей за схемою, яка наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Схема зв'язування іонів у гіпотетичні молекули токсичних і нейтральних солей

Іони	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻¹	Сума
Ca ⁺²	-	1,75	2,45	-	4,20
Mg ⁺²	-	1,59	3,20	2,13	6,92
Na ⁺ +K ⁺¹	-	-	-	7,37	7,37
Сума	-	3,34	5,65	9,49	18,48

Сполуки солей, розташовані нижче розділової лінії, токсичні, а вище – нейтральні.

Для комплексної оцінки токсичності наявних іонів вміст їх виражають через еквівалент хлору (мекв/л) за формулою

$$eCl^{-1(\text{токс})} = Cl^{-1} + 0,2SO_4^{-2(\text{токс})} + 0,4HCO_3^{-1} + 10CO_3^{-2(\text{токс})}, \quad (3.1)$$

де $eCl^{-1(\text{токс})}$ – сума токсичних солей в еквівалентах хлору, мекв/л;

Cl^{-1} – сума хлоридів, мекв/л;

$SO_4^{-2(\text{токс})}$ – сума токсичних сульфатів, мекв/л;

$HCO_3^{-1(\text{токс})}$ – сума токсичних гідрокарбонатів, мекв/л;

$CO_3^{-2(\text{токс})}$ – сума токсичних карбонатів, мекв/л.

$$eCl^{-1(\text{токс})} = 9,49 + 0,2 \cdot 5,65 + 0,4 \cdot 3,34 + 10 \cdot 0 = 11,96 \text{ мекв/л.}$$

Вміст загальної лужності оцінюється наявністю гідрокарбонат-іонів (HCO₃⁻¹). В даному випадку вміст загальної лужності – 3,34 мекв/л.

Вміст лужності від нормальних карбонатів оцінюється наявністю іонів CO₃⁻². Так як при розрахунку карбонатів не виявлено то цей показник дорівнює 0.

Вміст токсичної лужності ($\text{HCO}_3^{-1}-\text{Ca}^{+2}$) визначається тією часткою аніону HCO_3^{-1} , яка не зв'язана з кальцієм. Для даному випадку $\text{HCO}_3^{-1}-\text{Ca}^{+2} = 1,59$ мекв/л (див. табл. 3.2).

Величина рН – водневий показник характеризує середовище (лужне, нейтральне чи кисле), визначається на підставі хімічного аналізу і складає 8,3.

3.2 Оцінка якості зрошувальної води за небезпекою вторинного засолення

Вторинне засолення ґрунту може виникнути за рахунок накопичення легкорозчинних солей в ґрунтовому профілі, що містить зрошувальна вода. Оцінку небезпеки вторинного засолення здійснюють на підставі показника загальної концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлору) з врахуванням гранулометричного складу ґрунтів згідно ДСТУ 2730:2015 [19].

Отже, в досліджуваному випадку тип ґрунту є важкосуглинковий, концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлору складає 11,96 мекв/л, що є менше 14 мекв/л, тому вода відноситься до I класу якості води, тобто «Придатна без обмежень». Тому вторинне засолення при поливі такою водою не повинне відбуватись.

3.3 Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою під луження ґрунту

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлуження ґрунту здійснюють на основі комплексної оцінки показників за ДСТУ 2730:2015 [19]:

1) рН;

- 2) токсичної лужності ($\text{HCO}_3^{-1} - \text{Ca}^{+2}$);
- 3) лужності від нормальних карбонатів (HCO_3^{-2}).

Оскільки $\text{HCO}_3^{-1} \ 3,34 < 3,5$ мекв/л, то вода придатна для зрошення і не викликає процесів підлуження.

Отже, в даному випадку для лужних ґрунтів за реакцією середовища $\text{pH} = 8,3$, CO_3^{-2} – відсутній, $\text{HCO}_3^{-1} - \text{Ca}^{+2} = 1,59$ мекв/л, тому воду необхідно віднести до II класу якості («Обмежено придатна» для зрошення за небезпекою підлуження).

3.4 Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини здійснюють за водневим показником pH , за вмістом лужності нормальних карбонатів (CO_3^{-2}) і вмістом аніонів хлору (Cl^{-1}) за ДСТУ 2730:2015 [19].

Оскільки досліджуваного випадку $\text{pH} = 8,3$, $\text{CO}_3^{-2} = 0$, $\text{Cl}^{-1} = 9,49$ мекв/л, $e_{\text{Cl}^{-1} - \text{токс}} = 11,96$ мекв/л, то зрошувальну воду необхідно віднести до II класу якості, тобто «Обмежено придатна», особливо в жарку денну пору. Такою водою краще зрошувати вночі, вранці та ввечері, а в денну пору краще припиняти поливи.

3.5 Якість зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів

Якість зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів визначають за величиною відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію (мекв) до суми всіх катіонів з врахуванням протисолонцюючої буферності і гранулометричного складу ґрунтів, величини відношення в зро-

шувальній воді магнію до кальцію і класу води за небезпекою засолення чи підлуження ґрунтів (табл. 3.7) [22].

Відношення іонів натрію до загальної суми катіонів складає 39,86 %.

Відношення магнію до кальцію складає 1,65, що більше 1, отже, солонцюючу дію магнію необхідно враховувати, а саме збільшити вміст натрію за формулою [23].

Звідси, приведене відношення натрію до суми катіонів складе $Na' = 39,86 + \frac{6,917}{4,2} - 1 \cdot 10 = 46,33$ %. За даним значенням визначається клас води за небезпекою осолонцювання.

Протисолонцювальну буферність ґрунту визначають за активністю ґрунтового розчину і вмістом карбонатів кальцію ($CaCO_3$, %). В даному випадку ґрунти віднесені до групи північного степу – чорнозем звичайний в яких активність кальцію ґрунтового розчину знаходить в межах 6,0-9,0 мекв/л [табл. 2.9, 22], що відповідає середній буферності ґрунту.

Тоді при співвідношенні іонів натрію до суми всіх катіонів 46,33 %, для чорноземних ґрунтів суглинкових середньобуферних і II класу води за небезпекою підлуження, для розглянутого випадку воду за небезпекою осолонцювання можна віднести до I класу якості води, тобто «Придатна без обмежень».

3.6 Оптимальний температурний режим зрошувальної води

Оптимальний температурний режим зрошувальної води повинен бути в межах від 10 до 30 °С. Ці вимоги в основному стосуються поливу дощуванням. При зрошенні поверхнево-самопливним, краплинним і внутрішньогрунтовым способом ці показники можуть знижуватись, так як вода безпосередньо не стикається з рослинами.

При даних способах поливу температурний режим води повинен бути таким, щоб не порушити цілісність зрошувальної системи надмірне випаровування води, або замерзання. Для поливів у поза вегетаційний період температура води не обмежується [24].

В досліджуваному випадку вододжерелом є річка, а отже відкрита водойма. Для умов зрошувальної зони України в літній період температура води завжди знаходиться в зазначених межах, тому додаткових досліджень температурного режиму зрошувальної води не потрібно.

При оцінювання якості зрошувальної води було отримано такі результати:

- 1) за хімічним типом воду вона має назву сульфатно-хлоридного, кальцієво-магнієво-натрієвого типу засолення;
- 2) за безпекою вторинного засолення вода відноситься до I класу, а отже є «Придатною без обмежень»;
- 3) за безпекою підлушення ґрунту відноситься до II класу якості, тобто «Обмежено придатна» для зрошення;
- 4) за безпекою її токсичного впливу на рослини вода відноситься до II класу якості, тобто «Обмежена придатна», тому краще виконувати поливи вранці та ввечері аби зменшити імовірність токсичного впливу на рослини;
- 5) за безпекою осолонцювання ґрунтів вода відноситься до I класу, а отже є «Придатною без обмежень».
- 6) оскільки за безпекою осолонцювання вода є «Придатною без обмежень» для зрошення, тому заходи щодо покращення її якості не передбачались.

4. ОЦІНКА ЗРОШУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЧКИ КАМ'ЯНКА

В даній роботі розрахунок режимів зрошення запроєктованих сільсько-господарських культур виконано за допомогою програмного комплексу Microsoft Visual FoxPro «WATER» розробленого на кафедрі водогосподарської інженерії.

Для розрахунку програми задаються наступні умови: метеостанція – Кривий ріг; ймовірнісна забезпеченість року становить 75%; метод розрахунку режиму зрошення – біокліматичний А.М. і С.М. Алпатьєвих; кількість років осереднення – 5 років; вибір року заданої забезпеченості за водоспоживанням (реальний рік); кількість культур в сівозміні – 8 шт.

4.1 Вибір року заданої забезпеченості

Коливання елементів режиму зрошення з року в рік обумовлені впливом великої кількості факторів, особливо погодних, що обумовлює необхідність застосування методів математичної статистики [25].

Для вибору року може застосовуватись один із трьох найбільш розповсюджених методів визначення року-моделі заданої забезпеченості:

- 1) за атмосферними опадами;
- 2) за комплексним кліматичним показником;
- 3) за дефіцитами водоспоживання сільськогосподарських культур (методом реального року або методом компонок) [25,26].

В даній роботі вибір року заданої забезпеченості обирається за дефіцитами водоспоживання сільськогосподарських культур (методом реального року).

Результати розрахунку зводяться в спеціальні текстові файли, які наведені в додаток А.

В умовах реального року всі метеорологічні фактори та комплекси в сформованих статистичних рядах характеризуються різною величиною забезпеченості, що вказує на складний характер їх формування.

Тому для подальшого складання режиму зрошення необхідно зі статистичного розрахунку отримати ряд років, які за своїми метеорологічними факторами та комплексами найбільше підходять до сухого року 75 %-вої забезпеченості (Додаток Б).

4.2 Розрахунок строків та норм поливу

В даній роботі необхідно розрахувати строки поливів, поливні та зрошувальні норми кожної сільськогосподарської культури, що входить в сівозміну.

Для даного розрахунку було прийнято розрахувати сівозміну, з культурами які переважно вирощують на даній території, а саме:

- 1) ячмінь з підсівом люцерни ;
- 2) люцерна минулих років;
- 3) пшениця озима;
- 4) зернобобові суміші на зелений корм поживно;
- 5) кукурудза на зерно;
- 6) кукурудза на силос;
- 7) кукурудза на зелений корм поживно;
- 8) буряки цукрові.

Строки поливів можуть визначатися: графічним методом (за інтегральною кривою дефіцитів водоспоживання); аналітичним (табличним) методом; графоаналітичним методом. В сучасних умовах розроблено дуже багато методів визначення дефіцитів водоспоживання.

В даній роботі я веду розрахунки за біокліматичним методом Алпатьєвих. Цей метод є поширеним в Україні в зв'язку з простотою, досить високою достовірністю та доступністю. В основу методу покладено залежність водоспоживання сільськогосподарських культур від дефіциту вологості повітря. Результати розрахунку строків та норм поливів наведені в додатку В.

Отже, з отриманих розрахунків середньовиважена зрошувальна норма нетто складає $M_{\text{сер.зв}}^{\text{нт}} = 228$ мм або 2280 м³/га; середнє сумарне випаровування за вегетацію складає 378 мм.

4.3 Графік поливу зрошувальної системи

Режим зрошення сівозміни необхідно представити у вигляді графіка поливів, на якому показано строки та кількість поливів за вегетаційний період.

Для побудови не укомплектованого графіка поливу спочатку необхідно в програму вписати: кількість культур; кількість поливів відповідної культури; строк початку поливу та поливну норму. Всі ці дані ми отримали в попередніх розрахунках.

В результаті роботи програмного комплексу ми отримуємо неукомплектовану відомість поливів сільськогосподарських культур, яка наведена в табл. 4.1 та неукомплектований графік поливів сільськогосподарських культур, який наведений на рис.4.1.

Таблиця 4.1 - Відомість неуккомплектованого графіка поливу сівозміни на 75%-ву забезпеченість

Сільськогосподарська культура	Частка площі, %	M, м ³ /га	№ поливу	m, м ³ /га	Строки поливів		Тривалість поливу	Гідромодуль, л/(с□га)
					початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ячмінь ярий з підсівом люцерни	12,5	3000	1	300	12.05.2020	16.05.2020	5	0,102
			2	300	21.05.2020	25.05.2020	5	0,102
			3	300	30.05.2020	03.06.2020	5	0,102
			4	300	05.07.2020	09.07.2020	5	0,102
			5	300	16.07.2020	20.07.2020	5	0,102
			6	300	22.07.2020	26.07.2020	5	0,102
			7	300	30.07.2020	03.08.2020	5	0,102
			8	300	26.08.2020	30.08.2020	5	0,102
			9	300	30.08.2020	03.09.2020	5	0,102
			10	300	08.09.2020	12.09.2020	5	0,102
Люцерна 2-го року	12,5	5400	1	450	21.04.2020	25.04.2020	5	0,152
			2	450	15.05.2020	19.05.2020	5	0,152
			3	450	27.05.2020	31.05.2020	5	0,152
			4	450	04.06.2020	08.06.2020	5	0,152
			5	450	10.06.2020	14.06.2020	5	0,152
			6	450	03.07.2020	07.07.2020	5	0,152
			7	450	10.07.2020	14.07.2020	5	0,152
			8	450	04.08.2020	08.08.2020	5	0,152
			9	450	13.08.2020	17.08.2020	5	0,152
			10	450	19.08.2020	23.08.2020	5	0,152
			11	450	18.09.2020	22.09.2020	5	0,152
			12	450	24.09.2020	28.09.2020	5	0,152
Люцерна 3-го року	12,5	3750	1	450	21.04.2020	25.04.2020	5	0,152
			2	450	15.05.2020	19.05.2020	5	0,152
			3	450	27.05.2020	31.05.2020	5	0,152
			4	450	04.06.2020	08.06.2020	5	0,152
			5	450	10.06.2020	14.06.2020	5	0,152
			6	450	03.07.2020	07.07.2020	5	0,152
			7	450	10.07.2020	14.07.2020	5	0,152
			8	600	30.08.2020	03.09.2020	5	0,203

Продовження таблиці 4.1

Сільськогосподарська культура	Частка площі, %	М, м ³ /га	№ поливу	т, м ³ /га	Строки поливів		Тривалість поливу	Гідромодуль, л/(с□га)
					початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пшениця озима + злакобобові на зелений корм поживно	12,5	2800	1	300	05.05.2020	09.05.2020	5	0,102
			2	300	10.05.2020	14.05.2020	5	0,102
			3	300	15.05.2020	19.05.2020	5	0,102
			4	300	23.05.2020	27.05.2020	5	0,102
			5	300	04.06.2020	08.06.2020	5	0,102
			6	400	13.07.2020	17.07.2020	5	0,102
			7	300	08.08.2020	12.08.2020	5	0,102
			8	300	06.09.2020	10.09.2020	5	0,102
			9	300	14.09.2020	18.09.2020	5	0,102
Кукурудза на зерно	12,5	1500	1	300	30.05.2020	03.06.2020	5	0,102
			2	300	01.07.2020	05.07.2020	5	0,102
			3	300	09.07.2020	13.07.2020	5	0,102
			4	300	17.08.2020	21.08.2020	5	0,102
			5	300	19.08.2020	23.08.2020	5	0,102
Кукурудза на силос	12,5	1500	1	300	31.05.2020	04.06.2020	5	0,102
			2	300	08.07.2020	12.07.2020	5	0,102
			3	300	25.07.2020	29.07.2020	5	0,102
			4	600	30.08.2020	03.09.2020	5	0,203
Пшениця озима + кукурудза на зелений корм	12,5	2800	1	300	05.05.2020	09.05.2020	5	0,102
			2	300	10.05.2020	14.05.2020	5	0,102
			3	300	15.05.2020	19.05.2020	5	0,102
			4	300	23.05.2020	27.05.2020	5	0,102
			5	300	04.06.2020	08.06.2020	5	0,102
			6	400	13.07.2020	17.07.2020	5	0,102
			7	300	22.08.2020	26.08.2020	5	0,102
			8	300	31.08.2020	04.09.2020	5	0,102
			9	300	27.09.2020	01.10.2020	5	0,102
Буряки цукрові	12,5	2400	1	300	26.05.2020	30.05.2020	5	0,102
			2	300	30.05.2020	03.06.2020	5	0,102
			3	300	29.06.2020	03.07.2020	5	0,102
			4	300	19.07.2020	23.07.2020	5	0,102
			5	300	31.07.2020	04.08.2020	5	0,102
			6	400	08.08.2020	12.08.2020	5	0,102
			7	300	04.09.2020	08.09.2020	5	0,102
			8	300	11.09.2020	15.09.2020	5	0,102

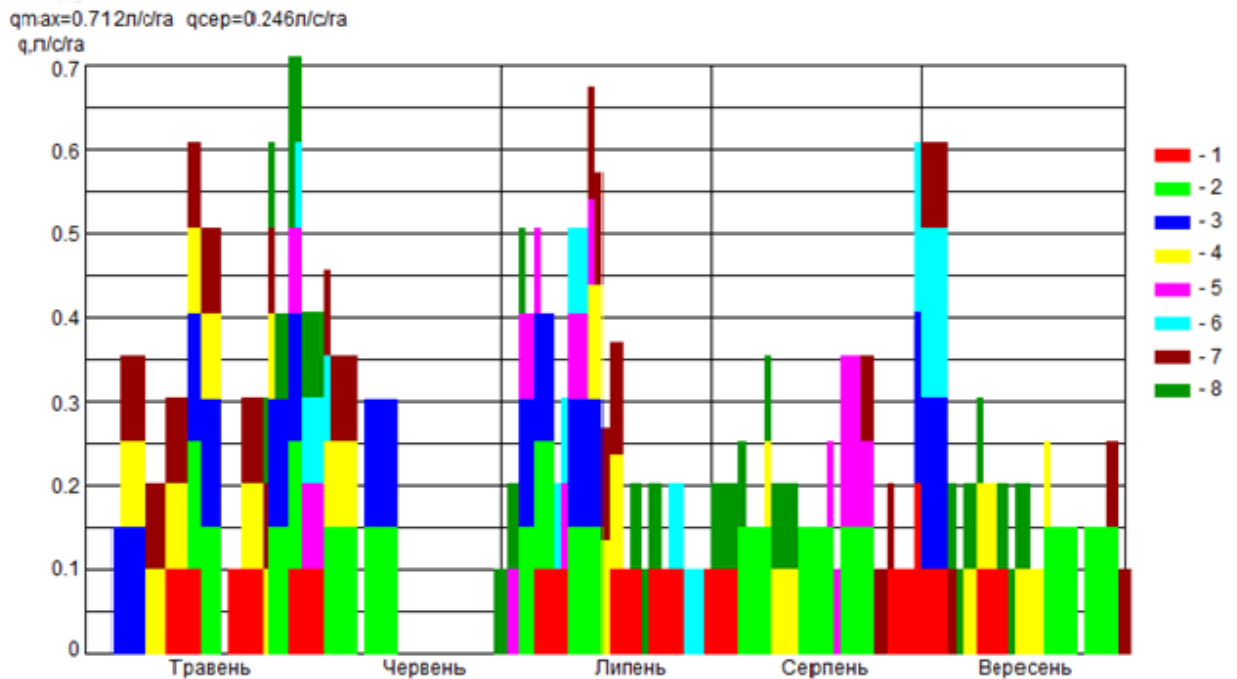


Рисунок 4.1 – Неукомплектований графік поливів

(1 - ячмінь ярий з підсівом люцерни; 2 - люцерна 2-го року; 3 – люцерна 3-го року; 4 - пшениця озима + злакобобові на зелений корм поживно; 5 - кукурудза на зерно; 6 - кукурудза на силос; 7 - пшениця озима + кукурудза на зелений корм; 8 - буряки цукрові)

Аналізуючи неукомплектований графік поливів можна сказати, що він не може бути прийнятий для подальшого використання, тому що він має декілька періодів з великою завантаженістю поливів.

Максимальний гідромодуль становить 0,712 л/(сга), тобто графік необхідно укомплектовувати, зміщуючи терміни поливу сільськогосподарських культур, як правило на 2-5 діб (табл. 4.2, рис. 4.2).

Таблиця 4.2 - Відомість укомплектованого графіка поливу сівозміни на 75%-ву забезпеченість

Сільсько- сподарська культура	Частка площі,%	M, м ³ /га	№ поливу	m, м ³ /га	Строки поливів		Тривалість поливу	Гідромо- дуль, л/(с□га)
					початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ячмінь ярий з підсівом люцерни	12,5	3000	1	300	10.05.2020	14.05.2020	5	0,102
			2	300	21.05.2020	25.05.2020	5	0,102
			3	300	30.05.2020	03.06.2020	5	0,102
			4	300	05.07.2020	09.07.2020	5	0,102
			5	300	16.07.2020	20.07.2020	5	0,102
			6	300	22.07.2020	26.07.2020	5	0,102
			7	300	30.07.2020	03.08.2020	5	0,102
			8	300	25.08.2020	29.08.2020	5	0,102
			9	300	30.08.2020	03.09.2020	5	0,102
			10	300	08.09.2020	12.09.2020	5	0,102
Люцерна 2-го року	12,5	5400	1	450	21.04.2020	25.04.2020	5	0,152
			2	450	15.05.2020	19.05.2020	5	0,152
			3	450	25.05.2020	29.05.2020	5	0,152
			4	450	04.06.2020	08.06.2020	5	0,152
			5	450	10.06.2020	14.06.2020	5	0,152
			6	450	03.07.2020	07.07.2020	5	0,152
			7	450	09.07.2020	13.07.2020	5	0,152
			8	450	04.08.2020	08.08.2020	5	0,152
			9	450	13.08.2020	17.08.2020	5	0,152
			10	450	19.08.2020	23.08.2020	5	0,152
			11	450	18.09.2020	22.09.2020	5	0,152
			12	450	24.09.2020	28.09.2020	5	0,152
Люцерна 3-го року	12,5	3750	1	450	21.04.2020	25.04.2020	5	0,152
			2	450	15.05.2020	19.05.2020	5	0,152
			3	450	27.05.2020	31.05.2020	5	0,152
			4	450	04.06.2020	08.06.2020	5	0,152
			5	450	10.06.2020	14.06.2020	5	0,152
			6	450	03.07.2020	07.07.2020	5	0,152
			7	450	10.07.2020	14.07.2020	5	0,152
			8	600	25.08.2020	29.09.2020	5	0,203

Продовження таблиці 4.2

Сільсько- сподарська культура	Частка площі, %	М, м ³ /га	№ поливу	т, м ³ /га	Строки поливів		Тривалість поливу	Гідромо- дуль, л/(с□га)
					початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пшениця озима + злакобобові на зелений корм пожнивню	12,5	2800	1	300	05.05.2020	09.05.2020	5	0,102
			2	300	10.05.2020	14.05.2020	5	0,102
			3	300	15.05.2020	19.05.2020	5	0,102
			4	300	23.05.2020	27.05.2020	5	0,102
			5	300	05.06.2020	09.06.2020	5	0,102
			6	400	14.07.2020	18.07.2020	5	0,102
			7	300	08.08.2020	12.08.2020	5	0,102
			8	300	06.09.2020	10.09.2020	5	0,102
			9	300	14.09.2020	18.09.2020	5	0,102
Кукурудза на зерно	12,5	1500	1	300	31.05.2020	04.06.2020	5	0,102
			2	300	01.07.2020	05.07.2020	5	0,102
			3	300	09.07.2020	13.07.2020	5	0,102
			4	300	17.08.2020	21.08.2020	5	0,102
			5	300	19.08.2020	23.08.2020	5	0,102
Кукурудза на силос	12,5	1500	1	300	31.05.2020	04.06.2020	5	0,102
			2	300	08.07.2020	12.07.2020	5	0,102
			3	300	25.07.2020	29.07.2020	5	0,102
			4	600	30.08.2020	03.09.2020	5	0,203
Пшениця озима + кукурудза на зелений корм	12,5	2800	1	300	05.05.2020	09.05.2020	5	0,102
			2	300	10.05.2020	14.05.2020	5	0,102
			3	300	15.05.2020	19.05.2020	5	0,102
			4	300	23.05.2020	27.05.2020	5	0,102
			5	300	04.06.2020	08.06.2020	5	0,102
			6	400	13.07.2020	17.07.2020	5	0,102
			7	300	22.08.2020	26.08.2020	5	0,102
			8	300	31.08.2020	04.09.2020	5	0,102
			9	300	27.09.2020	01.10.2020	5	0,102
Буряки цукрові	12,5	2400	1	300	26.05.2020	30.05.2020	5	0,102
			2	300	30.05.2020	03.06.2020	5	0,102
			3	300	29.06.2020	03.07.2020	5	0,102
			4	300	19.07.2020	23.07.2020	5	0,102
			5	300	31.07.2020	04.08.2020	5	0,102
			6	400	08.08.2020	12.08.2020	5	0,102
			7	300	04.09.2020	08.09.2020	5	0,102
			8	300	11.09.2020	15.09.2020	5	0,102

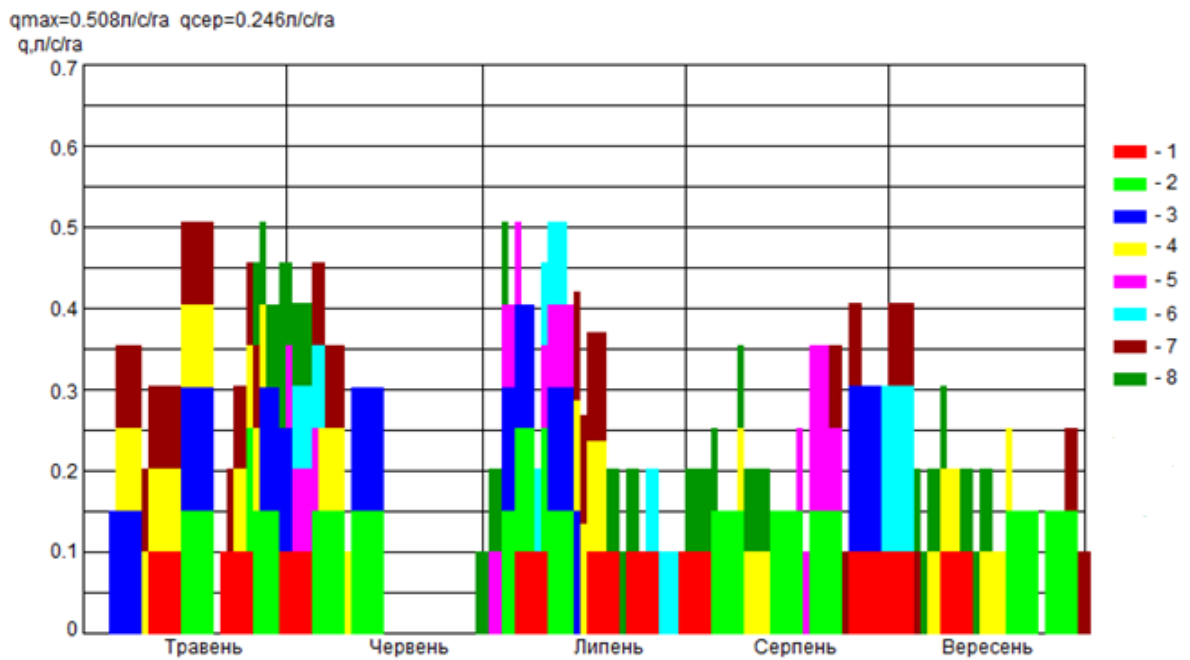


Рисунок 4.2 - Укомплектований графік поливів

(1 - ячмінь ярий з підсівом люцерни; 2 - люцерна 2-го року; 3 – люцерна 3-го року; 4 - пшениця озима + злакобобові на зелений корм поживно; 5 - кукурудза на зерно; 6 - кукурудза на силос; 7 - пшениця озима + кукурудза на зелений корм; 8 - буряки цукрові)

Після укомплектування гідромодуль становить 0,508 л/(сга), і спостерігається він 10 днів.

4.4 Визначення зрошувальної здатності річки

Витрата води в річці в меженний період не дозволяє поливати безпосередньо з досліджуваної річки. Тому необхідне регулювання її ставками.

Для річки Кам'янка необхідно об'єм весняного стоку 75 %-ї забезпеченості визначити за формулою

$$W_{75\%} = Q_{75\%} \cdot T \cdot t, \quad (4.1)$$

де $Q_{75\%}$ – середньорічна витрата 75 %-ї забезпеченості, 0,575 м³/с; T – кількість секунд за добу, 86400 с; t – кількість днів за рік, 365 днів.

$$W_{75\%} = 0,575 \cdot 86400 \cdot 365 = 18133200 \text{ м}^3, \text{ або } 18,13 \text{ млн. м}^3.$$

Отже, загальний об'єм весняної повені 75 %-ї забезпеченості складе 18,13 млн. м³. При середній глибині регулювання $h_p = 3$ м, площу водного дзеркала ставків визначаємо за формулою

$$\omega_{\text{в.дз}} = \frac{W_{75\%}}{h_p}, \quad (4.2)$$

$$\omega_{\text{в.дз}} = \frac{18,13}{3} = 6044400 \text{ м}^2, \text{ або } 6,04 \text{ млн. м}^2.$$

При заданій площі водного дзеркала і глибині 1 м, мертвий об'єм ставків складе $W_{\text{МО}} = 6,04$ млн. м³.

В даному випадку, мертвий об'єм підтримується за рахунок багаторічного періоду. Тому загальний об'єм ставків буде визначатись за формулою

$$W_{\text{заг}} = W_{75\%} + W_{\text{МО}}, \quad (4.4)$$

$$W_{\text{заг}} = 18,13 + 6,04 = 24,17 \text{ млн. м}^3.$$

Втрати води на випаровування розраховуємо за формулою

$$W_{\text{вип}} = h_{\text{вип}} \cdot \omega_{\text{в.дз}}, \quad (4.3)$$

де $h_{\text{вип}}$ — середня норма випаровування з водної поверхні для території, де розташовані ставки складе 0,75 м.

$$W_{\text{вип}} = 0,75 \cdot 6044400 = 4533300 \text{ м}^3, \text{ або } 4,53 \text{ млн. м}^3.$$

При середніх гідрогеологічних умовах об'єм втрат на фільтрацію приймаємо рівним 15 % від загального об'єму та визначаємо за формулою

$$W_{\phi} = W_{\text{заг}} \cdot 0,15, \quad (4.5)$$

$$W_{\phi} = 24,17 \cdot 0,15 = 3,63 \text{ млн. м}^3.$$

Санітарні попуски приймаємо для літньої межені 80 %-ї забезпеченості $Q_{\text{сан}} = 0,07 \text{ м}^3/\text{с}$ та визначаємо за формулою

$$W_{\text{сан}} = Q_{\text{сан}} \cdot T \cdot t, \quad (4.6)$$

$$W_{\text{сан}} = 0,1 \cdot 365 \cdot 86400 = 2198785 \text{ м}^3, \text{ або } 2,199 \text{ млн. м}^3.$$

Тоді об'єм води, який можна використати для потреб зрошення визначаємо за формулою

$$W_{\text{зрош}} = W_{75\%} - W_{\text{виц}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{сан}}, \quad (4.7)$$

$$W_{\text{зрош}} = 18,13 - 4,53 - 3,63 - 2,199 = 7,77 \text{ млн. м}^3.$$

При відомій середньовиваженій зрошувальній нормі нетто $M_{\text{сер.зв}}^{\text{нт}} = 2280 \text{ м}^3/\text{га}$ та ККД системи $\eta = 0,95$, середньовиважена зрошувальна норма бруто складе $M_{\text{сер.зв}}^{\text{бр}} = 2280 / 0,95 = 2400 \text{ м}^3/\text{га}$.

Можливу площу із ставка для зрошення розраховуємо за формулою

$$F_{\text{зрош}} = \frac{W_{\text{зрош}}}{M_{\text{сер.зв}}^{\text{бр}}}, \quad (4.8)$$

$$F_{\text{зрош}} = \frac{7771000}{2400} = 3238 \text{ га.}$$

Отже, при будівництві ставка для зрошення, який розрахований на зволоженість року 75 %-ної ймовірності перевищення, з водозбірною площею 533,51 км² теоретичне, максимальне можливе значення зрошувальної площі складе 3238 га.

5 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАСИВУ ЗРОШЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

В даному розділі оцінку впливу на навколишнє середовище (ОВНС) здійснено згідно ДБН А.2.2-1-2003 [27].

Метою оцінки впливу на навколишнє середовище є визначення доцільності і прийнятності планової діяльності і обґрунтування економічних, технічних, організаційних, санітарних, державно-правових та інших заходів щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища.

«Згідно ДБН А.2.2-1-2003, основними завданнями ОВНС є:

- а) загальна характеристика існуючого стану території району проектування зрошуваного масиву;
- б) розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуації конкурентно-можливих альтернатив (у тому числі технологічних і територіальних) запроєктованої діяльності та обґрунтування переваг обраної альтернативи та варіанту розташування;
- в) визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів і зон впливів запроєктованої діяльності на навколишнє середовище за розглянутими варіантами;
- г) визначення масштабів та рівнів впливів планової діяльності на навколишнє середовище;
- д) прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів;
- е) встановлення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів планової діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного

законодавства і інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища;

ж) визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, що можуть бути за умови реалізації всіх передбачених заходів» [27].

Ділянка зрошення річки Кам'янка в період його експлуатації здійснює вплив на ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води. Вплив на компоненти оточуючого середовища характеризується масштабом, інтенсивністю, динамічністю та тривалістю.

5.1 Клімат і мікроклімат

Клімат даного району дослідження помірно-континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами, а літо спекотне. У другій половині літа на території часто встановлюється антициклонний тип погоди з високими температурами повітря до + 38 °С та тривалими посухами [2,6].

Опади випадають найчастіше влітку і восени у вигляді дощів. За теплий період (червень-жовтень) випадає в середньому 280-335 мм, за холодний (листопад-березень) – 125-140 мм.

На даній території властиві небезпечні явища погоди такі, як сильні зливи, град, ожеледь, пилові бурі тощо. Нерідким явищем у степовій зоні є пилові або чорні бурі та суховії до 25-30 м/с, характерні для осінньо-літнього періоду, які завдають великих збитків господарству зменшенням або повною загибеллю врожаю [6, 27].

Масштаб впливу	–	3238 га (зрошувальна площа);
Інтенсивність впливу	–	228 мм/рік (зрошувальна норма);
Динамічність впливу	–	в теплий період року;
Тривалість впливу	–	постійно на весь період експлуатації.

5.2 Ґрунтовий покрив

Основу ґрунтового покриву даного району складають чорноземи звичайні середньогумусні та малогумусні.

Запас продуктивної вологи знаходиться в межах 90-150 мм. Високі запаси загального й рухомого азоту пов'язані з активною нітрифікацією. Даний тип ґрунтів має високу забезпеченість фосфором (45-60 мг/кг) і калієм (300-400 мг/кг). Природна родючість цих ґрунтів досить висока, але відчувається нестача вологи. Їх порівняльна оцінка якості коливається від 55 (неглибокі ґрунти) до 86 балів (глибокі ґрунти) [8].

На ґрунтовий покрив здійснюють вплив такі види експлуатаційної діяльності:

а) штучне зрошення ґрунтів дощувальними машинами, можливість іригаційної ерозії, ущільнення поверхні ґрунту та виникнення ґрунтової корки на площі 3238 га;

б) прискорений виніс корисних, біогенних органічних та мінеральних речовин шляхом більш інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва на зрошуваному масиві з підвищеною врожайністю сільськогосподарських культур на площі 3238 га.

Для захисту від іригаційної ерозії та іригаційного розмиву при дощуванні запропоновано використання дощувальних машин «Zimmatic» з інтенсивністю дощу 0,03 мм/хв, що не перевищує водовбираючу здатність ґрунту (0,49 мм/хв). Для більшості поливів прийнята поливна норма – 300 м³/га, а для люцерни, так як вона має щільну зернину, приймаємо поливну норму 450 м³/га. Вологозрядковий прийнятий полив становить 600 м³/га, яку потрібно видати за 2 проходи по 300.

Масштаб впливу	- на всій площі зрошення;
Інтенсивність впливу	- 0,03 мм/хв; 300-600 м ³ /га;
Динамічність впливу	- в теплий період року;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

Для компенсації втрати родючості ґрунтом передбачено внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Норми внесення мінеральних і органічних добрив

№ поля	Найменування сільськогосподарської культури	Норми внесення в діючій речовині, кг/га			Перегній, т/га
		N	K ₂ O	P ₂ O	
1	Ячмінь ярий з підсівом люцерни	80	60	40	40
2	Люцерна другого року	0	45	50	-
3	Люцерна третього року	0	45	50	-
4	Пшениця озима + злакобобові на зелений корм пожнивно	120	120	60	30
5	Кукурудза на зерно	180	120	30	30
6	Кукурудза на силос	180	100	60	30
7	Пшениця озима + кукурудза на зелений корм	120	120	60	30
8	Буяки цукрові	200	240	60	30
В середньому на сівозміну		110	106	51	32

Масштаб впливу – на всій площі зрошення .

Інтенсивність впливу – N- 110 кг/га;
 – K₂O- 106 кг/га;
 – P₂O- 51 кг/га;
 – Перегній – 32 т/га.

Динамічність впливу – під зяблиту оранку, під посів, вегетаційна підкормка добривами, розчиненими в поливній воді.

Тривалість впливу постійно на весь період експлуатації.

5.3 Поверхневі води

Об'єктом дослідження є річка Кам'янка, що є джерелом водопостачання масиву зрошення і водоприймачем стоку поверхневих вод.

На поверхневі води здійснюють вплив такі види проектної діяльності:

- а) забір води для потреб зрошення об'ємом 7,77 млн. м³ на рік;
 б) скид поверхневих снігових і дощових вод з ділянки зрошення, забруднених продуктами ерозії, або хімічними добривами.

- в) Масштаб впливу – по всій довжині річки;
 г) Інтенсивність впливу – об'єм забору води 7,77 млн. м³/рік;
 д) Динамічність впливу – максимум у літній період;
 е) Тривалість впливу – на весь період експлуатації .

Річний винос сорбованого та розчиненого азоту поверхневим стоком визначається за формулою

$$B_N^{nc} = \omega \cdot \left(K_2 \cdot N_y + 0,002 \cdot N_0 + 0,66 \cdot N_n + N_e \right) + \gamma \left(K_1 \cdot N_y + 0,0002 \cdot N_0 + 0,07 \cdot N_n \right), \quad (5.1)$$

де B_N^{nc} – річний винос азоту поверхневим стоком, кг/га;

ω – коефіцієнт, що характеризує частку виносу азоту з поверхні орного шару ґрунту (для чорноземів звичайних і південних $\omega = 2,8 \cdot 10^{-5}$);

N_y – норма внесення мінерального добрива під відповідну культуру, кг/га; N_0 – норма внесення органічного добрива, кг/га;

N_n – кількість рухливого азоту в орному шарі, кг/га (для чорнозему звичайного суглинкового $N_n = 161$ кг/га);

N_e – вміст мінерального азоту в орному шарі, кг/га (для чорнозему звичайного суглинкового $N_e = 10725$ кг/га);

K_1 – коефіцієнт, що характеризує кількість рухливих форм азоту в орному шарі після фіксації ґрунтом і засвоєння мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, виносом вражаю сільськогосподарських культур, $K_1 = 0,03$;

K_2 – коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами з азотних добрив (для аміачної селітри $K_2 = 0,35$);

γ – коефіцієнт, що характеризує частку вносу розчиненого азоту поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі ґрунту (для чорноземів звичайних і південних $\gamma = 6 \cdot 10^{-3}$) [27].

Для буряків столових, при нормі внесення азотних добрив 200 кг/га діючої речовини (аміачна селітра) і 30 т/га гною річний винос буде складати

$$B_N^{nc} = 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,35 \cdot 200 + 0,002 \cdot 30000 + 0,66 \cdot 161 + 10725 + 6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 200 + 0,0002 \cdot 30000 + 0,07 \cdot 161 = 0,45 \text{ кг/га.}$$

Річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком (B_P^{nc}) визначається за формулою

$$B_P^{nc} = \omega \left(n_2 P_y + n_3 P_0 + n_4 P_n + P_B \right), \quad (5.2)$$

де P_y – норма внесення мінерального добрива по діючій речовині, кг/га;

P_0 – норма внесення органічного добрива, кг/га;

P_n – вміст рухливого фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних $P_n = 520$ кг/га);

P_B – валовий вміст фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних $P_B = 6300$ кг/га);

n_2 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухливого фосфору після вносу його сільськогосподарськими культурами (приймають для важких ґрунтів – 0,26);

n_3 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після вносу його із органічного добрива урожаєм сільськогосподарських культур (приймають 0,0004);

n_4 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухомого фосфору після вносу його із ґрунту врожаєм вирощуваної культури (приймається 0,28).

Для буряків столових, при нормі внесення фосфорних добрив 60 кг/га діючої речовини (суперфосфат) і 30 т/га гною

$$B_p^{nc} = 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,26 \cdot 60 + 0,0004 \cdot 30000 + 0,28 \cdot 520 + 6300 = 0,181 \text{ кг/га.}$$

Річний винос сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком (B_K^{nc}) визначається за формулою

$$B_K^{nc} = \omega \left(0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B + K_B \right) + \gamma \left[\left(0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_B \right) 0,018 \right], \quad (5.3)$$

де K_y – норма внесення мінерального добрива, кг/га;

K_0 – норма внесення органічного добрива, кг/га;

K_B – валовий вміст калію в поверхневому шарі ґрунту (для чорноземів звичайних $K_B = 52000$ кг/га).

Для буряків столових, при нормі внесення фосфорних добрив 240 кг/га діючої речовини (сульфат калію) і 30 т/га гною

$$B_K^{nc} = 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 \cdot 240 + 0,0012 \cdot 30000 + 0,008 \cdot 52000 + 52000 + 6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 240 + 0,0012 \cdot 30000 + 0,008 \cdot 52000 \cdot 0,018 = 1,52 \text{ кг/га.}$$

Концентрація нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці для розрахункового гідрологічного періоду визначається за формулами

$$C_{NO_3}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (5.4)$$

$$C_{NH_4}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (5.5)$$

де $C_{NO_3}^{nc}$, $C_{NH_4}^{nc}$ – відповідно концентрації нітратів і амонієвого азоту, мг/л;

W^{nc} – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період м³/га;

α , β – коефіцієнти, що характеризують вміст нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці;

Φ – модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості (в даному випадку для весняної повені забезпеченістю 75 %, $\Phi = 0,267$).

Величини коефіцієнтів α та β , що характеризують співвідношення NO_3 та NH_4 в поверхневому стоці, визначаються в залежності від типу ґрунту. В даному випадку, для чорнозему звичайного $\alpha = 0,86$ та $\beta = 0,24$ [27].

Модуль стоку для розглянутої території складає $M_0 = 1,932$ л/(с·км²). При проектуванні зрошувальних систем підбирають гідрологічні дані для року 75 %-ї забезпеченості. Звідси $K_{75\%} = 0,558$. Модуль стоку 75 %-ї забезпеченості складе $M_{75\%} = 0,558 \cdot 1,932 = 1,08$ (л/с·км²).

Шар стоку $h_{75\%} = 31,5 \cdot M_{75\%} = 31,5 \cdot 1,08 = 33,96$ мм.

Отже об'єм поверхневого стоку складе $W^{nc} = 339,6$ м³/га.

Концентрація нітратів в поверхневому стоці складе

$$C_{NO_3}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 0,86 \cdot 1,932}{339,6} = 2,82 \text{ мг/л.}$$

Концентрація амонійного азоту в поверхневому стоці складе

$$C_{NH_4}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 0,24 \cdot 1,932}{339,6} = 2,76 \text{ мг/л.}$$

Концентрація фосфору в поверхневому стоці (C_P^{PC}) визначається за формулою

$$C_P^{PC} = \frac{B_P^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (5.6)$$

$$C_P^{ПС} = \frac{0,181 \cdot 10^3 \cdot 0,267}{339,6} = 0,14 \text{ мг/л.}$$

Концентрація калію в поверхневому стоці (C_K^{nc}) розраховується за формулою

$$C_K^{ПС} = \frac{B_K^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (5.7)$$

$$C_K^{ПС} = \frac{1,52 \cdot 10^3 \cdot 0,267}{339,6} = 1,19 \text{ мг/л.}$$

Масштаб впливу - на всій площі зрошення;

Інтенсивність впливу - річний винос речовин: N – 0,45 кг/га, K₂O – 1,52 кг/га, P₂O – 0,181 кг/га; концентрація речовин у поверхневому стоці: NO₃ – 2,83 мг/л, NH₄ – 2,76 мг/л, P – 0,14 мг/л, K – 1,19 мг/л;

Динамічність впливу - максимум під час танення снігу і випадіння дощів;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

Для захисту водних ресурсів досліджуваної річки Кам'янка від забруднення продуктами ерозії, або хімічними добривами передбачені наступні заходи:

1. Організаційно-господарчі:

а) дотримання правил транспортування, зберігання і внесення добрив і пестицидів;

б) заборона використання добрив по сніговому покриву;

в) дотримання норм застосування добрив і пестицидів і їх рівномірний розподіл по площі сільськогосподарських угідь;

г) поєднання хімічних обробок посівів з агротехнічними біологічними методами боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами;

д) будівництво складів для зберігання добрив і пестицидів, злітно-посадочних смуг і майданчиків для заправки добривами і пестицидами наземної апаратури у відповідності з технічними умовами, що забезпечують безпечне зберігання і умови їх використання [28].

Агротехнічні заходи:

- 1) застосування оптимальних доз добрив з урахуванням виду і врожаю вирощуваної культури;
- 2) внесення фосфорно-калійних добрив під зяблеву оранку в повній нормі;
- 3) внесення азотних добрив навесні із закладенням на глибину оранки;
- 4) використання мінімально рухомих форм азотних добрив (сульфат амонію, сечовина, аміачна силітра);
- 5) збільшення густоти посівів для створення умов підвищення вологозабезпеченості і максимального поглинання рослинами живильних речовин;
- б) регулярне проведення вапнування.

Отже, при застосуванні пестицидів необхідно:

- 1) визначати необхідність хімічних обробок, встановити мінімальні дози витрат пестицидів;
- 2) застосовувати гранульовані форми ґрунтових пестицидів;
- 3) застосовувати пестициди короткочасної дії [28].

Гідромеліоративні заходи:

- 1) розміщення орних угідь при малих похилах поверхні (менше 0,0005) не ближче 30 м від урізу середньорічного горизонту води в річці, а при більших похилах (більше 0,002) – не ближче 100 м;
- 2) проведення розорювання земель паралельно берегової смуги водойми із залишенням лугової смуги;
- 3) регулювання інтенсивності дощування при зрошенні, недопускання поверхневого стоку зрошувальної води [28].

Гідротехнічні заходи:

- 1) створення комплексу протиерозійних споруд;

- 2) влаштування водойм-акумуляторів для утримання і знезаражування дренажного і поверхневого стоку перед скидом його в водний об'єкт;
- 3) організація повторного використання дренажного і поверхневого стоку з масиву зрошення за рахунок скидання їх у джерело зрошення;
- 4) розробка проектів прибережних берегових захисних смуг і водоохоронних зон навколо водойм.

Лісомеліоративні заходи:

- 1) влаштування водоохоронних лісосмуг по межах берегових захисних смуг і водоохоронних зон [28].

5.4 Підземні води

Підземні води в районі дослідження мають локальне розповсюдження, пов'язане з глибиною розгалуженості рельєфу та практичною відсутністю водотривкого водоупору.

Джерелом живлення ґрунтових вод є інфільтрація атмосферних опадів і зрошувальної води, розвантаження здійснюється в річку Кам'янка та її притоки.

Рівняння водного балансу для ґрунтових вод зрошуваного масиву може бути записане у вигляді

$$\Delta W_{s,w} = (V_{q,sw} - V_{\bar{q},sw}) + V_l \pm V_v \mp V_{v,a} - W, \quad (5.8)$$

де $\Delta W_{s,w}$ – зміна запасів підґрунтових вод, м³/га;

$V_{q,sw}$ і $V_{\bar{q},sw}$ – відповідно притік і відтік підґрунтових вод, м³/га;

V_l – фільтраційні втрати зрошувальної із мережі каналів і трубопроводів, м³/га;

V_v – вертикальний вологообмін балансового шару з нижче розташованого водоносними шарами (підживлення ґрунтових вод напірними підземними водами або перетікання підґрунтових вод вниз), м³/га;

$V_{v,a}$ – вертикальний водообмін між вологою зони аерації і підґрунтовими водами, м³/га;

W – об'єм дренажного стоку (навантаження на дренаж), м³/га.

Із наведеного рівняння необхідно визначити навантаження на дренаж і його складові елементи для розрахунку параметрів дренажу.

При розрахунку на середньорічні умови багаторічного ряду $\Delta W_{s,w} = 0$.

При розташуванні меліоративної території на вододілі можна прийняти $V_{q,sw} = 0$; на засолених землях, що характеризуються слабкою відвічністю допускається $V_{\bar{q},sw} = 0$, тоді

$$W = V_l \pm V_v \mp V_{v,a} \quad (5.9)$$

Втрати на фільтрацію із зрошувальних каналів і трубопроводів v_l можна визначити за формулою

$$V_l = \frac{1-\eta}{\eta} M, \quad (5.10)$$

де η - ККД внутрішньогосподарської зрошувальної мережі (для закритої зрошувальної мережі приймаємо $\eta = 0,95$);

M – зрошувальна норма (нетто) з врахуванням промивного режиму, м³/га [25].

$$M = D_{wb} + W_{\Pi} + W_E + W_g + M_{\Pi}, \quad (5.11)$$

де D_{wb} – дефіцит водоспоживання зрошуваних сільськогосподарських культур (визначається на підставі розрахунку режиму зрошення для відповідної сівозміни). В даному випадку $D_{wb} = 2280 \text{ м}^3/\text{га}$;

W_{Π} – скиди з поверхні полів при поливі, ($W_{\Pi} = 0$);

W_g – додаткові втрати води при поливі за рахунок інфільтрації нижче розташованого шару, ($W_g = 0$);

W_E – додаткові втрати води при поливі на випаровування (W_E в середньому складає 10 % від D_{wb});

M_{Π} – додаткова зрошувальна норма на промивний режим (для чорноземів звичайних і південних складає 0,05 від сумарного випаровування, $M_{\Pi} = 0,05 \cdot 3780 = 189 \text{ м}^3/\text{га}$).

$$M = 2280 + 228 + 189 = 2697 \text{ м}^3/\text{га}.$$

$$V_l = \frac{1-0,95}{0,95} \cdot 2697 = 141,95 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Вертикальний водообмін балансового шару з нижче розташованими водоносними шарами при відсутності напірних водоносних горизонтів можна прийняти рівним 0 [25].

При глибокому заляганні рівня ґрунтових вод (рівень за межами висоти капілярного підняття) величину водообміну приймають при непромивному режимі зрошення для краплинного зрошення $v_{v,a} = 0,10M$.

$$\text{Для нашого випадку } v_{v,a} = 0,10 \cdot 2697 = 269,7 \text{ м}^3/\text{га},$$

$$W = 141,95 + 269,7 = 411,65 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Щорічний приріст рівня підґрунтових вод визначаємо за формулою

$$\Delta h = \frac{W}{10000 \cdot \mu}, \quad (5.12)$$

де μ - коефіцієнт недостатку насичення ґрунтів зони аерації (для чорноземів звичайних середньосуглинистих ґрунтів $\mu = 0,07$).

$$\Delta \square = \frac{411,65}{10000 \cdot 0,07} = 0,59 \text{ м.}$$

Критична глибина злягання рівня ґрунтових вод – це глибина при якій починається засолення кореневмісного шару ґрунту і при якій відчувається їх вплив на сільськогосподарські культури [25].

За дослідженнями академіка О.М. Костякова критичну глибину можна призначати в залежності від мінералізації ґрунтових вод. Мінералізація підґрунтових вод даної території становить до 3 г/л, тому приймаємо $H_{KP} = 2,2$ м.

В.А. Ковда запропонував критичну глибину залягання підґрунтових вод знаходити за формулою

$$H_{KP} = 170 + 8 \cdot t, \quad (5.13)$$

де t – середньобагаторічна температура повітря, °С.

Для території проектування середньобагаторічна температура повітря складає 8,9 °С.

$$H_{KP} = 170 + 8 \cdot 8,9 = 251,2 \text{ см або } 2,51 \text{ м.}$$

Крім того критичну глибину можна знайти за формулою

$$H_{KP} = H_{\max} + a, \quad (5.14)$$

де H_{\max} – найбільша висота капілярного підняття в даному ґрунті, м (для суглинків $H_{\max} = 2,0$ м);

a – глибина розповсюдження основної маси коренів рослин, м (зернової сівозміни 1,0 м).

$$H_{KP} = 1 + 2 = 3,0 \text{ м.}$$

Із всіх отриманих критичних глибин в подальших розрахунках приймаємо більше значення, тобто 3,0 м [25].

Термін через який підґрунтові води можуть підійнятися до критичної глибини визначаються за формулою

$$t_{кр} = \frac{H_{поч} - H_{кр}}{\Delta h}, \quad (5.15)$$

де $H_{поч}$ – початкове положення підґрунтових вод, 6,8 м.

$$t_{кр} = \frac{6,8 - 3,0}{0,59} = 6,4 \text{ років.}$$

Отже, навіть при орієнтовних прогнозах (без врахування розтікання) ґрунтових вод можна відмітити, що вплив зрошуваної ділянки на підземні води буде відбуватися і поступово рівень підґрунтових вод збільшиться до критичного.

- | | |
|---------------------|---|
| Масштаб впливу | - територія зрошення; |
| Динамічність впливу | - максимум у весняний період. |
| Тривалість впливу | - постійно на весь період експлуатації. |

При виконанні оцінки впливу масиву зрошення на навколишнє середовище було розраховано впливи на:

- 1) клімат і мікроклімат (при зрошенні мікроклімат зрошуваних полів значно сприятливіший по температурі та вологості ніж на незрошуваних полях);
- 2) ґрунтовий покрив (без внесення мінеральних та органічних добрив поступово знижуватиметься родючість ґрунтів; при використанні для поливів дощувальних машин ущільняється ґрунт;
- 3) поверхневі води (стік з поливних площ води забрудненої добривами та пестицидами призводить до забруднення поверхневих вод тому запропоновані організаційно-господарчі та агротехнічні заходи для захисту вод р. Кам'янка);

4) підземні води (без дотримання рівняння водного балансу рівень ґрунтових води за 6,4 років може піднятися до критичних рівнів та підтопити прилеглі території).

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Дослідження стану з охорони праці на кафедрі водогосподарської інженерії

Дослідження стану охорони праці проведемо в навчальній, науково-дослідницькій, комп'ютерно-інформаційній лабораторії № 327, де заняття проходять з використанням електронно-обчислювальних машин.

Відповідальною за охорону праці в навчальній аудиторії № 327 є Олійник Олена Іванівна.

Відповідальний мусить знати правила з техніки безпеки та в процесі своєї роботи систематично керуватися ними, адже відповідальність за дотримання правил з охорони праці покладається на завідувача лабораторією.

Завідувачем лабораторії було розроблено наступні документи:

- 1) інструкцію з охорони праці «Правила безпеки під час роботи на персональному комп'ютері»;
- 2) правила поведінки студентів в аудиторії;
- 3) інструкцію по заходи пожежної безпеки в службових приміщеннях кафедри «Водогосподарської інженерії»;
- 4) куточок протипожежної безпеки.

На першому занятті викладач проводить інструктаж з охорони праці при користуванні персональним комп'ютером з обов'язковим записом до «Журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці» під особистий підпис кожного працюючого.

Завідувач навчальної лабораторії № 327 повинен:

- 1) володіти комп'ютерною технікою та технологіями;

- 2) слідкувати за справністю комп'ютерної техніки;
- 3) створювати інструктажі з охорони праці для роботи на комп'ютерах та узгоджувати їх зі службою охорони праці в університеті;
- 4) контроль перебування сторонніх осіб в навчальній аудиторії;
- 5) своєчасний ремонт майна та обладнання, що знаходиться в навчальній аудиторії;
- б) контроль дотримання трудової дисципліни.

Основним законодавчим документом, яким вона керується в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці» [29].

6.2 Дослідження виробничого травматизму

В даній дипломній роботі не розраховується виробничий травматизм, так як процес виконання включає в себе постійну роботу за комп'ютерами в навчальній аудиторії № 327, а без знаходження в аудиторії викладача до неї вхід заборонено. При проведенні занять в навчальних аудиторіях слідкують за дотриманням правил з охорони праці.

6.3 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з оргтехнікою

6.3.1 Загальні вимоги при роботі з оргтехнікою

1. Користувач перед початком роботи проходить первинний інструктаж, а потім через кожні 6 місяців повторний інструктаж.
2. Оргтехніка встановлюється на рівній твердій поверхні (столі).
3. Оргтехніку не розміщувати близько до стіни.

4. Розетка біля оргтехніки повинна бути в доступному місці, щоб в аварійних випадках можна було швидко їх вимкнути. Не рекомендовано використовувати подовжувачі.

5. В навчальній аудиторії необхідно прибирати регулярно.

6. Техніка повинна бути справною. Всі елементи керування мають бути наявності та цілими [30].

6.3.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи з оргтехнікою

1. Перевірити електричні проводи, розетки на справність.
2. Переконайтеся, що корпус техніки не пошкоджений.
3. Освітленість робочого місця повинна бути достатня.
4. Підготувати робоче місце для безпечної роботи та забезпечити наявність вільних проходів [31].

6.3.3 Вимоги безпеки праці під час роботи з оргтехнікою

1. В процесі роботи з оргтехнікою виконуйте всі необхідні вимоги, згідно інструкції з експлуатації.
2. Необхідно періодично провітрювати приміщення.
3. При роботі з оргтехнікою забороняється:
 - 3.1.Зберігати воду та інші рідини поряд з працюючою технікою.
 - 3.2.Дотримуватись вимог з електробезпеки та пожежної безпеки.
 - 3.3. Проводити чистку техніки, що знаходиться під напругою.
4. Виключити можливість попадання сторонніх предметів (наприклад канцелярських скріпок) в прийомний лоток принтера, факси.

6.3.4 Вимоги безпеки праці після закінчення роботи з оргтехнікою

1. Після закінчення роботи, необхідно відключити техніку від електромережі.
2. Прибрати робоче місце після використання техніки.
3. Повідомити завідувача лабораторії про всі порушення і зауваження, які були виявлені в процесі роботи [31].

6.3.5 Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

1. При появі незвичного звуку, або запаху паленого необхідно негайно повідомити про несправність завідувачу навчальної лабораторії, або кафедри водогосподарської інженерії.
2. При виникненні пожежі необхідно вимкнути обладнання, знеструмити електромережу та повідомити всім користувачам і приступити до гасіння пожежі.

6.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці на кафедрі

Для покращення роботи в навчальній аудиторії № 327, де розміщена оргтехніка необхідно:

1. Замінити екрани на такі які легко повертаються та нахиляються відповідно до потреби працюючого за комп'ютером.
2. Замінити клавіатуру, при цьому надаючи перевагу такій клавіатурі, яка відкидається і є відокремленою від екрану з матовою поверхнею аби уникнути віддзеркалювання.

3. Виконати перестановку аби робоче місце знаходилося на відстані не менше 1 м від стіни, для кращої вентиляції, так як оргтехніка постійно працюючи нагнітають тепле повітря.

6.4.1 Розрахунок природного освітлення в комп'ютерній аудиторії № 327 кафедри водогосподарської інженерії

Недостатнє освітлення навчальних аудиторій негативно впливає на здоров'я та продуктивність праці.

Слабке освітлення робочого місця призводить до ураження органів зору. Існують основні вимоги до освітленості виробничих приміщень. Освітлення повинно бути:

- а) достатнім для того, щоб працівник міг легко і швидко оперувати з об'єктами роботи;
- б) без різких тіней;
- в) без зайвої яскравості і блиску в полі роботи працівника;
- г) з правильним напрямком світлового потоку [32].

Найбільш простим методом розрахунку природної освітленості, який застосовується головним чином як перевірочний, є вибір типу вікон і розрахунок їх кількості за світловим коефіцієнтом [32].

Спочатку знаходять необхідну сумарну площу вікон за формулою

$$\sum F_0 = \lambda \cdot F_{\Pi} \quad (1.1)$$

де λ – світловий коефіцієнт, (приймаємо з [табл.1.1, 33]); F_{Π} – площа підлоги в цьому ж приміщенні, 36 м².

За світловий коефіцієнт λ для VII розряду роботи, тобто робота з предметами, що самі світяться світловий коефіцієнт не враховується. Тому

$$\sum F_0 = F_{\Pi} = 9 \cdot 4 = 36 \text{ м}^2.$$

Розмір вікон вибирається за типовими зразками. Для розрахунку площі одного вікна приймаємо розміри 1,26 x 2,1 м.

Кількість вікон за площею одного вікна розраховуємо за формулою

$$N_0 = \frac{\sum F_0}{F_0}, \quad (1.2)$$

де N_0 – кількість вікон, шт.; F_0 – площа одного вікна, м².

$$N_0 = \frac{36}{1,26 \cdot 2,1} = 13 \text{ шт.}$$

Отже, кількість вікон в початковій аудиторії № 327 є недостатньою, так як їх лише 2 шт., тому необхідно освітлення доповнити штучним.

6.4.2 Розрахунок штучного освітлення в комп'ютерній аудиторії № 327 кафедри водогосподарської інженерії

Для розрахунків штучного освітлення в навчальній аудиторії використовуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку, [32].

За методом коефіцієнта використання світлового потоку можна:

- а) визначити потужність ламп, якщо задана їх кількість;
- б) визначити кількість ламп, якщо завчасно відома їх потужність [34].

Площа навчальної лабораторії №237 $9 \cdot 4 = 36 \text{ м}^2$. Висота приміщення становить 3,7 м. В аудиторії симетрично в два ряди розташовані світильники у кількості 24 шт.

Світловий потік лампи знаходимо за формулою

$$F_{\pi} = \frac{kES \cdot Z}{m\eta}, \quad (1.3)$$

де $F_{л}$ – світловий потік, лм; E – освітленість за нормою, лк (мінімальна норма освітленості приймається 100 лк); S – площа підлоги в приміщенні, м²; k – коефіцієнт запасу (в приміщенні з малим виділенням пилу коефіцієнт запасу для люмінесцентної лампи становить 1,5); Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості (для добре спроектованого приміщення для люмінесцентної лампи становить 1,1); η – коефіцієнт використання світлового потоку (для світильника з матовим затемненням при максимальному відбитті стін та стелі становить 0,34); n – кількість встановлених ламп, 24 шт.

$$F_{л} = \frac{1,5 \cdot 100 \cdot 36 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,34} = 727,94 \text{ лм.}$$

Приймаємо потужність однієї лампи 100 Вт, а отже світловий потік становить 1000 лм [35]. При цій потужності фактична освітленість буде розраховуватися за наступною формулою

$$E = \frac{F_{л} \cdot n \cdot \eta}{k \cdot S \cdot Z} \quad (1.4)$$

$$E = \frac{1000 \cdot 24 \cdot 0,34}{1,5 \cdot 36 \cdot 1,1} = 137,4 \text{ лк.}$$

6.5 Дії в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайною ситуацією при виконанні аналізу зрошувальної здатності р. Кам'янка безпосередньо є підтоплення та затоплення прилеглих територій.

Основною причиною такого явища є повінь - явище затоплення території водою, що є стихійним лихом [36].

Затопленням називають утворення вільної поверхні води на ділянці території внаслідок підвищення рівня водотоку, поверхневих або підземних вод.

Підтопленням називають підвищення рівня підземних вод та зволоження ґрунтів зони аерації, що призводить до порушення господарської діяльності на даній території, зміни фізичних і фізико-хімічних властивостей підземних вод, перетворення ґрунтів.

Основними причинами повеней є:

- а) тривалі дощі;
- б) танення снігів;
- в) підвищення дна водойми (кожна річка поступово накопичує відкладення у перекатах, витоках і дельтах);
- г) руйнування дамб, або греблі;
- д) засмічення системи дощової каналізації.

Дії у випадку загрози виникнення повені, паводка:

1. Сирени та переривчасті гудки підприємств є сигналом “Увага всім”. Ввімкніть радіоприймач або телевізор та вислухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкцію про порядок дій.
2. Попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.
3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.
4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть усе у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.
5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі та вимкніть газ [37].

Дії в зоні раптового затоплення під час повені, паводка:

1. Зберігайте спокій, уникайте паніки.
2. Візьміть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі.
3. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

4. По можливості негайно залиште зону затоплення.
5. Перед виходом з будинку необхідно вимкнути електрику та газ. Зачиніть вікна та двері та якщо є час закрийте двері першого поверху дошками.
6. Підніміться на верхні поверхи будинку. Якщо будинок одноповерховий, то слід піднятися на горішні приміщення.
7. До прибуття допомоги залишайтеся на дахах, верхніх поверхах, або інших підвищеннях, сигналізуйте рятувникам, щоб вони мали змогу знайти вас.
8. Перевірте чи немає поблизу постраждалих, надайте їм, по можливості, допомогу.
9. Потрапивши у воду, зніміть з себе важкий одяг та взуття.

Дії після повені, паводка:

1. Переконайтесь, що вашому житлу не загрожує завалення, навколо будинку відсутні провалини, чи немає небезпечних уламків та сміття.
2. Проведіть дезінфекцію забрудненого посуду, домашніх речей.
3. Електроприладами можна користуватися тільки після їх ретельного просушування.
4. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади адреси організацій, що надають допомогу потерпілому населенню [37].

Заходи захисту від повеней поділяються на

- 1) адміністративні (термінова евакуація населення із зон, де час приходу хвилі прориву після руйнування греблі становить менше 4 годин, а з решти території — при виникненні загрози затоплення);
- 2) оперативні (прогнозування максимальних рівнів повеней; своєчасне оповіщення про можливі небезпечні рівні; правильно організована евакуація населення);
- 3) інженерно-технічні (носять попереджувальний характер, і для їх виконання необхідно завчасне будівництво спеціальних інженерних споруджень) [37].

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ОЦІНКИ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЧКИ КАМ'ЯНКА

7.1 Обґрунтування проведених досліджень

В умовах зміни клімату для гарантування продовольчої безпеки суспільства і розвитку землеробства України, заслуговує особливої уваги розвиток водних меліорацій. У зв'язку з цим виникають питання, пов'язані з відновленням та розширенням площ зрошувальних земель на території України, підвищенням ефективності виробництва сільськогосподарської продукції та забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища.

Для задоволення потреби в будівництві нових масивів зрошення, необхідно мати надійні джерела зрошення, в тому числі і з малих річок.

Раціональне розміщення сільського господарства забезпечує виробництво продуктів харчування і сільськогосподарської сировини, яка необхідна суспільству в потрібній кількості, при мінімальних затратах праці та коштів на виробництво даної продукції та доставити її до споживача [38].

Тому основна мета дипломного проекту присвячена аналізу можливості зрошувальної здатності, оцінки водних ресурсів, якості зрошувальної води за агрономічними критеріями та впливу експлуатації масиву зрошення досліджуваної річки Кам'янка на території Кіровоградської області

При цьому необхідно раціонально використовувати водні ресурси, аби зберегти природний стан річки, але для цього необхідно науково розрахувати зрошувальну здатність річки Кам'янка, що доводить актуальність проведення даних досліджень.

Виконуючи поливи з річки Кам'янка сучасними дощувальними машинами можна підвищити врожайність сільськогосподарських культур та отримувати сталі врожаї.

7.2 Розрахунок економічної ефективності оцінки зрошувальної здатності річки Кам'янка

Розвиток галузей сільськогосподарського виробництва залежить від раціонального використання земельних та водних ресурсів.

Об'єкт дослідження розташований на території Олександрійського району, Кіровоградської області, в степовій зоні, в північно-степовій підзоні, на Придніпровській височині.

Басейн р. Кам'янка відноситься до Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції.

У розділі 2 було визначено площу водозбору даного басейну, що складає 533,51 км². Довжина головної річки складає 48,88 км. Загальна кількість приток становить 10. Найбільшою притокою є р. Суха Кам'янка (довжиною 29,2 км).

Характеристикою річкового стоку досліджуваної річки є кількісна оцінка величин річкового стоку, а саме багаторічна витрата, що складає $Q_0 = 1,030 \text{ м}^3/\text{с}$, середній багаторічний об'єм річного стоку, що складає $W_0 = 32,50 \text{ млн. м}^3$, модуль стоку $M_0 = 1,932 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ та середній багаторічний шар стоку $h_0 = 60,92 \text{ мм}$.

У розділі 3 при оцінюванні якості зрошувальної води річки-аналог Інгулець на посту Олександро-Степанівка, було отримано результат, що вода є «Придатною без обмежень» для зрошення, тому заходи щодо покращення її якості не передбачались.

У розділі 4 було визначено, що витрата води в річці в меженний період не дозволяє поливати безпосередньо з досліджуваної річки Кам'янка. Тому необхідне регулювання її ставками.

У 4 розділі було розраховано:

- а) загальний об'єм ставка, що становить 24,17 млн. м³;
- б) корисний об'єм ставка 7,77 млн. м³;
- в) мертвий об'єм ставка 6,04 млн. м³;
- г) середньовиважена зрошувальна норма нетто для 75%-ї забезпеченості, що дорівнює 2280 м³/га;
- д) середньовиважена зрошувальна норма з урахуванням ККД системи для 75%-ї забезпеченості ($\eta = 0,95$), що дорівнює 2400 м³/га; теоретичне, максимальне можливе значення зрошувальної площі, яку можна полити при даній зрошувальній нормі складе 3238 га.

Кількість гектар, які можна полити при середньовиваженій зрошувальній нормі нетто дорівнюють $7771000 / 2280 = 3408$ га.

Отже визначимо різницю між кількістю гектар, які можна полити при середньовиваженій зрошувальній нормі з врахуванням ККД і без буде складати $3408 - 3238 = 170$ га.

Основні техніко-економічні показники заносимо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Одиниці вимірювання	Кількість
Загальний об'єм води в ставку	млн. м ³	24,17
Мертвий об'єм ставка	млн. м ³	6,04
Корисний об'єм ставка	млн. м ³	7,77
Кількість гектар, які можна полити при середній зрошувальній нормі	га	3408
Кількість гектар, які можна полити при середній зрошувальній нормі з урахуванням ККД системи	га	3238
Кількість гектар, які не зрошуються	га	170

ВИСНОВОК

В результаті проведених досліджень по оцінці зрошувальної здатності річки Кам'янка притоки річки Інгульця отримані такі результати:

1. Досліджувана річка Кам'янка розміщена на сході Олександрійського району Кіровоградської області. Знаходиться в степовій зоні, в північно-степовій підзоні, розташована на Придніпровській височині. Кліматичні умови даної території були зафіксовані з найближчої метеорологічної станції Кривий Ріг (Дніпропетровська область). Природна рослинність даного району дослідження представлена степовими, лучними, лісовими, болотними типами рослинності.

2. Площа водозбору даного басейну річки Кам'янка складає 533,51 км². Довжина головної річки складає 48,88 км. Загальна кількість приток становить 10. Найбільшою притокою є р. Суха Кам'янка (довжиною 29,2 км).

3. Визначені основні характеристики річкового стоку для досліджуваної річки Кам'янка:

- а) багаторічна витрата $Q_0 = 1,03 \text{ м}^3/\text{с}$;
- б) модуль стоку $M_0 = 1,932 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;
- в) середній багаторічний об'єм річного стоку $W_0 = 32,50 \text{ млн. м}^3$;
- г) середній багаторічний шар стоку $h_0 = 60,92 \text{ мм}$.

4. Розрахований багаторічний середньорічний хід витрат річки-аналог Інгулець, дані спостереження проведені з 1935 по 2010 роки (за 75 років).

5. Визначені середньорічні витрати для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

- а) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 0,914 \text{ м}^3/\text{с}$;
- б) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 0,575 \text{ м}^3/\text{с}$;

в) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 0,365 \text{ м}^3/\text{с}$.

6. Виконали перерахунок внутрішньорічного розподілу стоку для річки Кам'янка для заданих забезпеченостей.

7. Розрахований багаторічний хід максимальних витрат весняної повені для річки-аналог Інгулець, дані спостереження проведені з 1935 по 2020 роки (за 85 років).

8. Визначені середньорічні витрати весняної повені для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

а) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 11,81 \text{ м}^3/\text{с}$;

б) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 5,37 \text{ м}^3/\text{с}$;

в) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 2,55 \text{ м}^3/\text{с}$.

9. Визначені середньорічні витрати літньої мережі для розрахункових забезпеченостей річки Кам'янка:

а) середній за водністю рік 50 %-ї забезпеченості $Q_{50} = 0,197 \text{ м}^3/\text{с}$;

б) сухий рік 75 %-ї забезпеченості $Q_{75} = 0,083 \text{ м}^3/\text{с}$;

в) дуже посушливий рік 90 %-ї забезпеченості $Q_{90} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с}$.

10. При оцінці якості зрошувальної води за агрономічними критеріями було визначено:

а) за хімічним типом воду вона має назву сульфатно-хлоридного, кальцієво-магнієво-натрієвий типи засолення;

б) за безпекою вторинного засолення вода відноситься до I класу, а отже є «Придатною без обмежень»;

в) за безпекою підлуження ґрунту відноситься до II класу якості, тобто «Обмежено придатна» для зрошення;

г) за безпекою її токсичного впливу на рослини вода відноситься до II класу якості, тобто «Обмежена придатна», тому краще виконувати поливи вранці та ввечері аби зменшити імовірність токсичного впливу на рослини;

д) за безпекою осолонцювання ґрунтів вода відноситься до I класу, а отже є «Придатною без обмежень»;

е) оскільки за небезпекою осолонцювання вода є «Придатною без обмежень» для зрошення, тому заходи щодо покращення її якості не передбачались.

11. При будівництві ставка для зрошення, який розрахований на зволоженість року 75 %-ної ймовірності перевищення, з водозбірною площею 533,51 км² теоретичне, максимальне можливе значення зрошувальної площі складе 3238 га.

12. При виконанні оцінки впливу масиву зрошення на навколишнє середовище було розраховано впливи на:

а) клімат і мікроклімат (при зрошенні мікроклімат зрошуваних полів значно сприятливіший по температурі та вологості ніж на незрошуваних полях);

б) ґрунтовий покрив (без внесення мінеральних та органічних добрив поступово знижуватиметься родючість ґрунтів; при використанні для поливів дощувальних машин ущільнюється ґрунт;

в) поверхневі води (стік з поливних площ води забрудненої добривами та пестицидами призводить до забруднення поверхневих вод тому запропоновані організаційно-господарчі та агротехнічні заходи для захисту вод р. Кам'янка);

г) підземні води (без дотримання рівняння водного балансу рівень ґрунтових води за 6,4 років може піднятися до критичних рівнів та підтопити прилеглі території).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кам'янка (притока Інгульця) [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кам%27янка_\(притока_Інгульця\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кам%27янка_(притока_Інгульця)) – Назва з екрану.
2. Олександрія. Рельєф [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Олександрія#Рельєф> – Назва з екрану.
3. Олександрійська міська рада [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: http://olexrada.gov.ua/category/gov_history/history_short_char – Назва з екрану.
4. Олександрія. Геологічна будова [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Олександрія#Геологічна_будова – Назва з екрану.
5. Стратегічний аналіз соціально-економічного розвитку Кіровоградської області (виконано в межах розробки проекту Стратегії розвитку Кіровоградської області на 2021-2027 роки) [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: <http://economika.kr-admin.gov.ua/files/sag0719.pdf> - – Назва з екрану.
6. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області / під редакц. О.Т. Прохоренко, Т.І. Адаменко – Дніпропетровськ: МНС Дніпр. регіон. центр з гідрометеорології, 2011. – 232 с .
7. Атлас почв Украинской ССР / Под ред..Н.К. Крупского, И.Н. Полупана – Киев : Урожай, 1979. - 160 с.

8. Белова Н. А. Екологія, мікроморфологія, антропогенез лісових ґрунтів степової зони України. — Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 1997. — 264 с. — ISBN 966-551-012-6.
9. Ковальчук М., Журавський В. Степ і ліс. Минуле і сучасне лісівників Кіровоградщини.-Кіровоград: ВАТ «Кіровоградське видавництво», 2004. — 288с.
10. Край на межі лісостепу і степу: Природно-заповідні та ландшафтні куточки Кіровоградщини.-Кіровоград: ІМЕКС-ЛТД, 2007. — 32с.
11. Левицький В. Заповідні місця Кіровоградщини. Дніпропетровськ.-Промінь, 1994. — 77с.
12. Матівос Ю., Сандул В. Туристичні маршрути Кіровоградщини.-Дніпропетровськ: Промінь, 1978. — 76с.
13. Справочник по водним ресурсам /Под ред. Б.И.Стрельца; ред.- сост. А.В.Яцык, О.З.Ревера, В.Д.Дупляк. - К.: Урожай, 1987. — 304 с.
14. Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна гідрологія» (для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія (спеціалізацією «Гідротехніка (Водні ресурси)»)) / Т. О. Шевченко, М. М. Яковенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 135 с.
15. Загальна гідрологія: навч. посіб. / уклад. Вальчук-Оркуша О. М., Ситник О. І. – Умань : Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2014. – 236 с.
16. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Определение расчетных гидрологических характеристик. Determination of design hydrological characteristics. ДБН В.2.4-8:2014. – [Чинні з 01.01.2015] - Київ: ДП «НДІБК», 2014. – 166 с.
17. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Гідрологічні розрахунки”. / доц.Овчарук В.А.– Одеса, ОДЕКУ, 2005. – 47 с.

18. Колодєєв Є.І., Гриб О.М. Методи гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання). Навчальна польова практика: Навчальний посібник. – Одеса: ТЕС, 2009. – 75 с.: іл. – ISBN 978-966-8145-96-4

19. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. ДСТУ 2730:2015. - [Чинний від 2016-07-01]. - Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 159 с.

20. Безднина С.Я. Система екологического нормирования качества оросительной воды//Мелиорация и водное хозяйство – 1994 - № 4 – с. 13-15.

21. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.

22. Методичні вказівки до практичних робіт із дисципліни «Основи гідромеліорацій». Розділ «Способи і техніка поливу» / доц. В.І. Доценко. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – 67 с.

23. Методичні вказівки до практичних робіт з розрахунку режимів зрошення сільськогосподарських культур / доц. В.І. Доценко. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2012. – 64 с.

24. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк [та ін.]. –К.: Символ-Т, 1988.-28с.

25. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Гідромеліоративні системи та комплексні меліорації» на тему «Проект зрошувальної системи» / В.І. Доценко. – ДДАЕУ, 2018. – 88 с.

26. Режим орошения сельскохозяйственных культур / А.В. Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р. Йокич. – К.: Урожай, 1988. – 96 с.

27. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд: ДБН А.2.2-1-2003. [Чинний від 2010-07-01].- - К. : Держбуд України, 2004. - 23 с.

28. Толчельников Ю.С. Эрозия и дефляция почвы. Способы борьбы с ними. – М.: Агропромиздат, 1990. – 158 с.

29. Закон України «Про охорону праці» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992. – № 49. – с. 668. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

30. Інструкції з охорони праці [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу:

https://instruktor.ucoz.net/publ/instrukcija_po_okhoroni_praci_pri_roboti_z_org_tekhnikoju/1-1-0-1333 – Назва з екрану.

31. Беликов А.С., Касьянов А. И., Дмитрюк С. П., Устимович Л. Д., Б Годяев С. Г., Голендер В. А. Основы охраны труда: Учебник для студентов высших учебных заведений Украины III-IV уровня аккредитации. / Под ред., д.т.н., профессора А.С.Беликова. - Днепропетровск: «Журфонд», 2007. – 494с.

32. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006. [Чинний з 2006-10-01]. – Київ. : Держбуд України, 2006. – 96 с.

33. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.

34. Ярошевська В.М., Чабан В.Й. Охорона праці в галузі: Навчальний посібник. – К.: ВД „Професіонал”, 2004. – 288с.

35. Методичні рекомендації до написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних роботах для студентів інженерно-технологічного факультету денної і заочної форми навчання спеціальності: 208 «Агроінженерія» - Дніпро: ДДАЕУ, 2018 – 24с.

36. Левчук К. О. ЛЗ4 Цивільний захист: навчальний посібник /К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толоч—Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016 р. — 325 с.

37. Як рятуватися під час повені [Електронний ресурс]. – Текстові дані. – Режим доступу: <http://ogo.ua/articles/view/2018-09-19/95574.html> /– Назва з екрану.

38. Сингаєвич Д. М. Обґрунтування необхідності та шляхи оптимізації технік поливу та режимів зрошення супутніх рису культур рисової сівозміни

на Придунайських РЗС / Д. М. Сингаєвич, Н. В. Приходько, А. М. Рокочинський // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. - 2016. - Вип. 3. - С. 27-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuygp_tekhn_2016_3_6

ДОДАТКИ

**Розрахунок ведеться за даними метеостанції Кривий Ріг
Вибір року здійснюється за дефіцитами водоспоживання
сільськогосподарських культур**

Задіяно в розрахунку 8 культур	
Люцерна під покров ярого ячменю	1
Люцерна минулих років на з/к (сіно)	2
Пшениця озима	2
Зернобобові (пожнивно)	1
Кукурудза на зерно (середньостигла)	1
Кукурудза на силос	1
Кукурудза на з/к (пожнивно)	1
Буряки цукрові	1
Всього	8

Дефіцит водоспоживання культур за багаторічний період									
Рік	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Сер.
1966	236	363	143	53	113	106	131	160	226
1967	413	568	228	145	248	213	195	360	396
1968	517	711	299	160	338	303	194	447	497
1969	358	452	178	118	203	148	210	278	322
1970	295	411	134	112	147	117	130	211	263
1971	334	500	222	115	227	202	169	326	352
1972	488	637	251	204	289	242	229	421	456
1973	351	483	196	92	180	135	142	255	314
1974	247	394	149	136	181	129	180	229	273
1975	500	661	207	193	329	283	310	469	478
1976	228	315	202	21	83	106	31	133	204
1977	188	273	101	98	119	106	134	166	195
1978	196	295	135	79	97	71	113	161	197
1979	366	479	270	81	257	255	97	324	360
1980	107	180	73	83	44	47	80	71	117
1981	286	353	146	105	180	146	141	258	264
1982	212	299	148	99	120	92	150	185	219
1983	382	523	254	109	190	195	174	330	367
1984	201	317	181	112	59	91	153	148	220
1985	114	250	152	78	34	45	110	75	158
1986	371	550	195	135	201	153	226	344	365
1987	248	338	130	47	145	149	109	244	235
1988	116	204	72	87	60	34	87	94	129
1989	282	433	234	126	185	179	125	219	306
1990	226	378	176	71	129	107	115	177	242
1991	251	398	159	71	174	173	90	233	263
1992	288	451	152	173	244	173	214	295	324
1993	239	330	134	90	140	105	112	198	226

Продовження додатку А

1994	390	531	135	116	233	216	210	361	357
1995	182	302	179	62	111	113	62	158	206
1996	306	454	181	73	259	226	67	325	316
1997	114	216	145	24	29	40	30	57	127
1998	261	409	187	96	131	89	160	226	269
1999	374	512	145	124	248	248	193	350	356
2000	216	343	224	29	81	83	17	115	209
2001	328	471	94	172	254	225	238	350	337
2002	395	523	165	143	222	183	148	342	351
2003	362	518	300	104	182	214	171	291	370
2004	215	327	186	71	107	85	103	152	220
2005	383	549	242	126	198	171	240	340	380
2006	236	337	91	116	134	99	183	231	232
2007	483	670	288	188	309	257	201	437	474
2008	234	347	71	199	168	105	211	233	248
2009	405	586	240	142	251	180	228	378	404
2010	368	470	174	195	147	100	232	287	327
2011	450	604	238	141	271	246	236	399	428
2012	448	611	227	146	263	233	195	404	421
2013	328	441	190	120	161	133	131	270	300
2014	350	505	141	208	209	123	278	345	351
2015	435	584	216	197	228	157	333	367	415
2016	283	411	87	160	216	153	210	308	291
2017	448	598	207	191	287	227	266	409	430
2018	531	703	281	234	271	257	295	397	494
2019	353	453	115	167	127	111	239	283	302

Вибір року

№	Рік	SD, мм	p, %
1	1980	117	1.8
2	1997	127	3.6
3	1988	129	5.5
4	1985	158	7.3
5	1977	195	9.1
6	1978	197	10.9
7	1976	204	12.7
8	1995	206	14.5
9	2000	209	16.4
10	1982	219	18.2
11	1984	220	20.0
12	2004	220	21.8
13	1966	226	23.6
14	1993	226	25.5
15	2006	232	27.3
16	1987	235	29.1

Закінчення додатку А

17	1990	242	30.9
18	2008	248	32.7
19	1970	263	34.5
20	1991	263	36.4
21	1981	264	38.2
22	1998	269	40.0
23	1974	273	41.8
24	2016	291	43.6
25	2013	300	45.5
26	2019	302	47.3
27	1989	306	49.1
28	1973	314	50.9
29	1996	316	52.7
30	1969	322	54.5
31	1992	324	56.4
32	2010	327	58.2
33	2001	337	60.0
34	2002	351	61.8
35	2014	351	63.6
36	1971	352	65.5
37	1999	356	67.3
38	1994	357	69.1
39	1979	360	70.9
40	1986	365	72.7
41	1983	367	74.5
42	2003	370	76.4
43	2005	380	78.2
44	1967	396	80.0
45	2009	404	81.8
46	2015	415	83.6
47	2012	421	85.5
48	2011	428	87.3
49	2017	430	89.1
50	1972	456	90.9
51	2007	474	92.7
52	1975	478	94.5
53	2018	494	96.4
54	1968	497	98.2

Всього спостереження проведені за 54 роки.

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ РОКУ-МОДЕЛІ
Розрахунок ведеться за дефіцитами водоспоживання
Найближча метеостанція - Кривий Ріг
Ймовірносна забезпеченість розрахункового року - 75 %
Вибрані роки: 1967, 2005, 2003, 1983, 1986

Декада	h, мм	d, мБ	t, *С	b	км
1 березень	6.5	0.8	-3.1	0.95	1.00
2 березень	5.4	1.1	0.3	1.00	1.00
3 березень	2.7	2.6	3.9	1.04	1.00
1 квітень	5.2	5.5	8.6	1.09	1.00
2 квітень	5.3	6.1	10.6	1.13	1.00
3 квітень	7.1	6.7	12.3	1.18	0.99
1 травень	6.3	7.4	14.3	1.22	0.97
2 травень	0.9	12.7	18.6	1.25	0.95
3 травень	11.9	12.8	20.7	1.29	0.94
1 червень	9.4	11.2	19.2	1.31	0.94
2 червень	27.5	8.3	19.3	1.32	0.93
3 червень	12.2	8.5	18.9	1.32	0.92
1 липень	14.1	10.7	21.4	1.31	0.91
2 липень	18.1	11.6	21.6	1.29	0.91
3 липень	19.8	10.5	21.2	1.27	0.91
1 серпень	18.8	13.0	22.8	1.23	0.90
2 серпень	16.7	11.0	21.0	1.20	0.90
3 серпень	2.9	11.7	20.4	1.15	0.90
1 вересень	5.1	10.6	17.5	1.11	0.92
2 вересень	9.9	10.1	17.9	1.06	0.93
3 вересень	3.0	8.2	14.3	1.01	0.94
1 жовтень	8.1	5.6	12.2	0.97	0.98
2 жовтень	10.2	3.6	9.4	0.92	0.99
3 жовтень	20.2	2.4	7.0	0.88	1.00

Метеостанція - Кривий Ріг
Розрахунок дефіциту водоспоживання

Люцерна під покров ярого ячменю

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм
d, мЗ/га											
2 квітень	10	5	37	0	-31	-31	65	0.4	40		
3 квітень	13	7	9	0	-1	-31	65	0.5	50		
1 травень	18	6	0	0	15	-17	65	0.5	50		7
2 травень	36	1	9	0	26	9	65	0.6	65	1	30
3 травень	44	12	9	0	28	37	65	0.7	75	1	30
1 червень	42	9	9	0	27	64	65	0.8	85	1	30
2 червень	26	28	0	0	10	74	65	0.8	85		18
3 червень	24	12	12	0	4	78	60	0.8	95		7
1 липень	33	14	-12	0	37	115	65	0.8	85	1	30
2 липень	42	18	9	0	22	137	65	0.9	95	1	30
3 липень	42	20	9	0	21	158	65	1.0	105	1	30
1 серпень	35	19	0	0	24	182	65	1.0	105	1	30
2 серпень	33	17	0	0	23	204	65	1.0	105		23
3 серпень	37	3	0	0	35	239	65	1.0	105	1	30
1 вересень	36	5	0	0	33	272	65	1.0	105	2	30
2 вересень	37	10	0	0	31	303	65	1.0	105	1	30
3 вересень	33	3	16	0	15	318	60	1.0	120		23

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	14.05	30
2	23.05	30
3	1.06	30
4	7.07	30
5	18.07	30
6	24.07	30
7	1.08	30
8	28.08	30
9	1.09	30
10	10.09	30
11	11.09	30

M=330 мм

SE=540 мм

dmax=34 мЗ/га

Продовження додатку В

Люцерна минулих років на з/к (сіно)

Декада d, мЗ/га	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм
1 квітень	19	5	48	0	-33	-33	65	1.0	45		
2 квітень	22	5	0	0	19	-14	65	1.0	45		
3 квітень	25	7	0	0	21	6	65	1.0	45	1	45 20
1 травень	29	6	7	0	19	25	60	1.0	55		20
2 травень	55	1	-7	0	62	87	65	1.0	45	1	45 40
3 травень	45	12	7	0	31	118	60	1.0	55	1	45 46
1 червень	47	9	-7	0	48	165	65	1.0	45	1	45 39
2 червень	35	28	0	0	19	184	65	1.0	45	1	45 33
3 червень	30	12	0	0	23	207	65	1.0	45		21
1 липень	42	14	0	0	34	241	65	1.0	45	1	45 28
2 липень	48	18	0	0	37	277	65	1.0	45	1	45 35
3 липень	39	20	7	0	20	298	60	1.0	55		28
1 серпень	51	19	-7	0	46	344	65	1.0	45	1	45 33
2 серпень	45	17	0	0	35	379	65	1.0	45	1	45 40
3 серпень	38	3	7	0	30	408	60	1.0	55	1	45 32
1 вересень	37	5	-7	0	41	450	65	1.0	45		35
2 вересень	42	10	0	0	36	485	65	1.0	45	1	45 38
3 вересень	35	3	7	0	27	512	60	1.0	55	1	45 31
1 жовтень	18	8	0	0	13	525	60	1.0	55		20

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	23.04	45
2	17.05	45
3	29.05	45
4	6.06	45
5	12.06	45
6	5.07	45
7	12.07	45
8	6.08	45
9	15.08	45
10	21.08	45
11	20.09	45
12	26.09	45

M=540 мм

SE=701 мм

dmax=46 мЗ/га

Продовження додатку В

Пшениця озима

Декада d, мЗ/га	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм
1 квітень	26	5	62	0	-39	-39	60	0.5	60		
2 квітень	31	5	14	0	14	-25	65	0.7	75		
3 квітень	33	7	11	0	18	-7	65	0.8	85		16
1 травень	36	6	11	0	22	14	65	0.9	95	1	30
2 травень	55	1	0	0	55	69	65	0.9	95	2	30
3 травень	50	12	0	0	43	112	65	0.9	95	1	30
1 червень	40	9	14	0	20	132	60	0.9	110	1	30

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
В	1.09	60
1	7.05	30
2	12.05	30
3	17.05	30
4	25.05	30
5	6.06	30
M=210 мм		
SE=271 мм		
dmax=49 мЗ/га		

Зернобобові (поживно)

Декада d, мЗ/га	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм
1 серпень	29	19	37	0	-19	-19	60	0.4	45		1
2 серпень	30	17	0	0	20	0	60	0.4	45	1	30
3 серпень	34	3	9	0	23	23	60	0.5	60		21
1 вересень	35	5	0	0	32	56	65	0.6	65	1	30
2 вересень	33	10	15	0	12	67	65	0.8	85	1	30
3 вересень	27	3	22	0	4	71	60	0.9	110		8

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	10.08	30
2	8.09	30
3	16.09	30
M=130 мм		
SE=188 мм		
dmax=28 мЗ/га		

Продовження додатку В

Кукурудза на зерно (середньостигла)

Декада d, м3/га	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	
2 травень	24	1	56	0	-32	-32	60	0.6	70			
3 травень	25	12	0	0	17	-15	60	0.6	70			
1 червень	24	9	0	0	17	2	60	0.6	70	1	30	17
2 червень	21	28	-9	0	11	13	65	0.6	65			14
3 червень	25	12	8	0	8	22	65	0.7	75			10
1 липень	37	14	16	0	11	33	65	0.9	95	1	30	10
2 липень	41	18	0	0	29	62	65	0.9	95	1	30	20
3 липень	37	20	8	0	16	77	65	1.0	105			22
1 серпень	40	19	16	0	11	89	60	1.0	120			13
2 серпень	25	17	0	0	14	102	60	1.0	120	1	30	12
3 серпень	22	3	0	0	20	122	60	1.0	120	1	30	17

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	1.06	30
2	3.07	30
3	11.07	30
4	19.08	30
5	21.08	30

M=150 мм

SE=322 мм

dmax=22 м3/га

Кукурудза на силос

Декада d, м3/га	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	
2 травень	28	1	54	0	-27	-27	60	0.5	60			
3 травень	34	12	11	0	15	-13	60	0.6	70			
1 червень	34	9	11	0	17	4	60	0.7	85	1	30	16
2 червень	28	28	8	0	1	5	65	0.9	95			9
3 червень	32	12	0	0	24	29	65	0.9	95			13
1 липень	41	14	9	0	22	51	65	1.0	105	1	30	23
2 липень	34	18	16	0	6	57	60	1.0	120			14
3 липень	24	20	0	0	11	68	60	1.0	120	1	30	8
1 серпень	23	19	0	0	10	77	60	1.0	120			10

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
1	2.06	30
2	10.07	30
3	27.07	30

M= 90 мм

SE=279 мм

dmax=23 м3/га

Продовження додатку В

Кукурудза на з/к (поживно)

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
1 серпень	27	19	37	0	-23	-23	60	0.4	45			
2 серпень	30	17	9	0	9	-15	60	0.5	60			
3 серпень	35	3	9	0	24	9	60	0.6	70	1	30	16
1 вересень	36	5	6	0	26	35	65	0.8	85	1	30	25
2 вересень	36	10	8	0	22	57	65	0.9	95			24
3 вересень	32	3	0	0	30	87	65	0.9	95	1	30	26
1 жовтень	24	8	0	0	19	105	65	0.9	95	1	30	24
2 жовтень	15	10	8	0	1	106	65	1.0	105			10
3 жовтень	10	20	0	0	-4	102	65	1.0	105			

Режим зрошення

№полива	Дата	m, мм
П	15.07	40
1	24.08	30
2	2.09	30
3	29.09	30
M=130 мм		
SE=246 мм		
dmax=26 м3/га		

Буряки цукрові

Декада	E, мм	P, мм	dW, мм	Wg, мм	D, мм	SD, мм	bm, %	h, м	mm, мм	n	m, мм	d, м3/га
2 травень	28	1	31	0	-4	-4	65	0.4	40			
3 травень	34	12	8	0	18	14	65	0.5	50	1	30	7
1 червень	31	9	8	0	17	30	65	0.6	65	1	30	17
2 червень	26	28	0	0	7	38	65	0.6	65			12
3 червень	27	12	0	0	18	56	65	0.6	65			13
1 липень	38	14	23	0	5	60	65	0.9	95	1	30	11
2 липень	42	18	23	0	6	66	60	1.0	120			5
3 липень	40	20	0	0	26	92	60	1.0	120	1	30	16
1 серпень	47	19	0	0	34	126	60	1.0	120	1	30	30
2 серпень	36	17	0	0	24	151	60	1.0	120	1	30	29
3 серпень	36	3	16	0	18	169	55	1.0	135			21
1 вересень	31	5	0	0	27	196	55	1.0	135	1	30	23
2 вересень	28	10	0	0	21	217	55	1.0	135	1	30	24
3 вересень	22	3	0	0	20	236	55	1.0	135			20
1 жовтень	14	8	0	0	8	245	55	1.0	135	1	30	14

Закінчення додатку В

Режим зрошення		
№полива	Дата	m, мм
1	28.05	30
2	1.06	30
3	1.07	30
4	21.07	30
5	2.08	30
6	10.08	30
7	6.09	30
8	13.09	30
M=240 мм		
SE=478 мм		
dmax=30 м ³ /га		

Средньозважена зрошувальна норма 228 мм
Среднє сумарне випаровування за вегетацію 378 мм

Примітка. E - сумарне водоспоживання с.г. культурою, мм;
P - атмосферні опади, мм;
dW - використання весняних запасів вологи, мм;
Wg - підживлення підґрунтовими водами, мм;
D - дефіцит водоспоживання за декаду, мм;
SD - сумарний дефіцит водоспоживання, мм;
bm - мінімальна передполивна вологість ґрунту, %НВ
h - глибина активного коренемісного шару ґрунту, м
mm - максимальна поливна норма, мм
m - розрахункова поливна норма, мм
n - кількість поливів за декаду
d - середньодобовий дефіцит водоспоживання, м³/га
M - зрошувальна норма, мм
SE - сумарне водоспоживання за вегетацію, мм
dmax - масимальний середньодобовий дефіцит водоспоживання,
м³/га

УДК 556

Оцінка гідрологічного режиму річки Кам'янка притоки Інгульця

*Доценко В.І., доцент; Димчак К.С., магістрант
Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Річок в Україні з назвою Кам'янка дуже багато. В основному це невеликі річки з крутими кам'янистими берегами, від яких і походить назва. В даній роботі розглянута річка Кам'янка ліва притока річки Інгульця (правої притоки Дніпро), розташована в Олександрійському районі Кіровоградської області.

Витік річки Кам'янка розташований біля с. Червона Кам'янка, а впадає в річку Інгулець між Звенигородкою та Піщаним Бродом. Річка формується з декількох безіменних струмків та багатьох водойм. Тече переважно на північний захід через населені пункти Ялинівку, Куколівку, Андріївку та Степанівку (рис. 1).

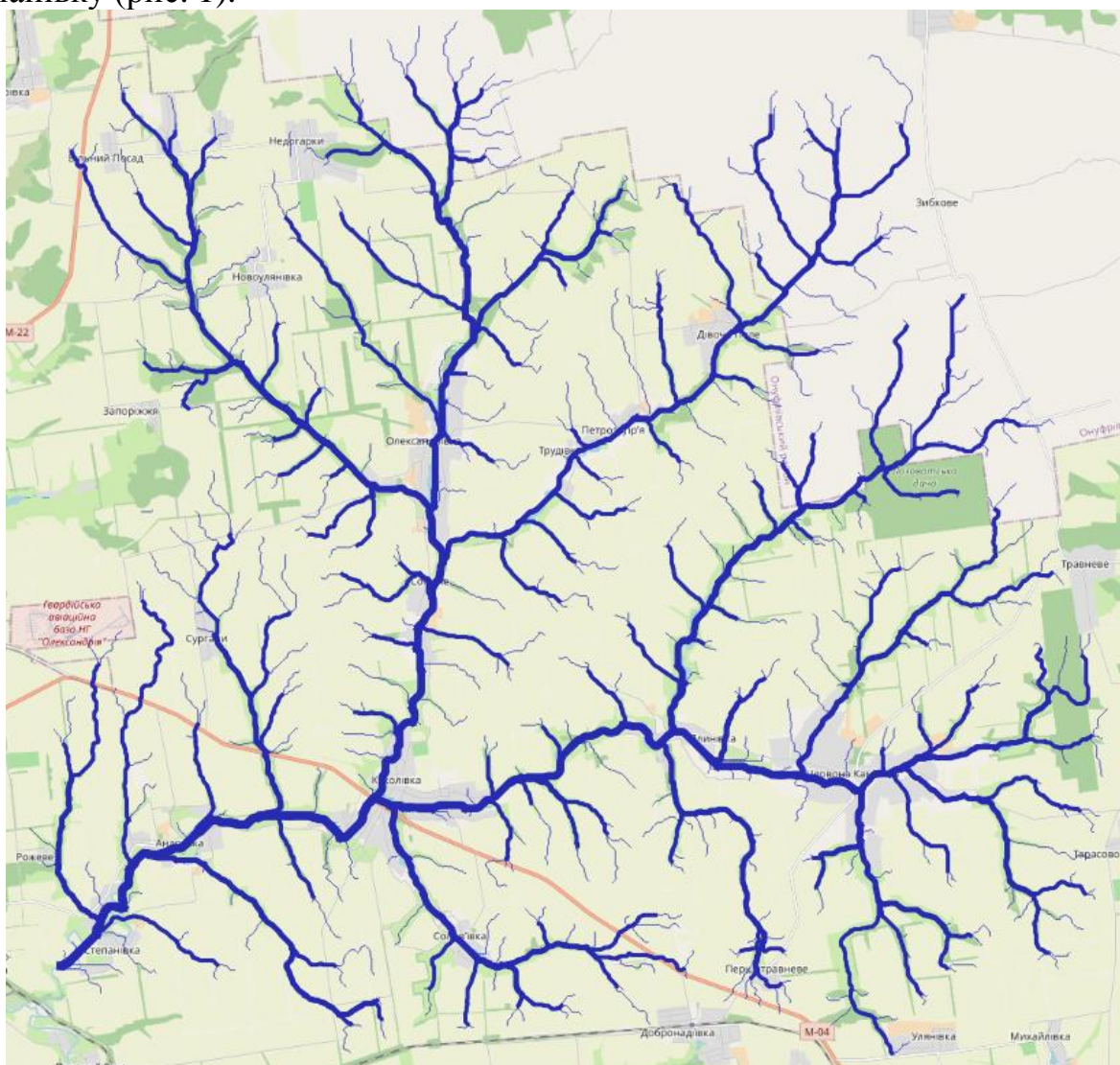


Рисунок 1 – Басейн річки Кам'янка

Продовження додатку Г

Річка Кам'янка знаходиться в степовій зоні, в північно-степовій підзоні, яка охоплює різнотравно-ковилові і лучні степи на чорноземах звичайних. Досліджувана територія розташована на Придніпровській височині з загальним нахилом території з північного заходу на південний схід. Басейн р. Кам'янка відноситься до Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції.

Рельєф являє собою здебільшого плато, або підвищену хвилясту рівнину розчленовану густою мережею річкових долин і балок, а також ярів. В балках, що простягаються з заходу на схід, південні схили пологі, а північні крутіші, дуже вкриті ярами, у таких місцях відкриваються стародавні докембрійські породи. Середня висота плато близько 200 м над рівнем моря. Проте спостерігається значна різниця абсолютних висот.

В основі геологічної будови залягають докембрійські кристалічні породи, вік переважної більшості яких сягає за мільярд років. Ці кристалічні породи часто виходять на поверхню. На берегах річок, у межах нашого краю виявлені гнейси, граніти, кварцити, різноманітні піски, глини та суглинки; часто на глибині до 70 км залягають шари бурого вугілля, що сприяє розвитку гірничої справи.

Основним фактором формування в області поверхневого стоку є атмосферні опади, які розподіляються зонально та зменшуються на південь району дослідження. Співвідношення снігового і дощового живлення змінюється в різні по водності роки. Стік весняного паводку в багатоводні роки складає 70–80 % річного стоку, в середньоводні – 60–70 %, а в маловодні – 50–60 %.

Залягання й поширення підземних вод на даній території пов'язане з геологічною будовою території. Головним джерелом прісної води по всій Кіровоградській області є водоносний горизонт, що лежить біля основи порід бучацької свити палеогенового віку. Водомісткі породи представлені різнозернистими кварцовими пісками з потужністю до 25 м. Водоносний горизонт в бучацьких відкладеннях експлуатується колодзями та свердловинами.

Підземні мінеральні води області досліджень відносяться до типу радонових і використовуються для зовнішнього застосування для лікувальних потреб.

Клімат досліджуваного даного району дослідження помірно-континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами, літо спекотне. У другій половині літа на території часто встановлюється антициклонний тип погоди з високими температурами повітря до +38 °С та тривалими посухами.

Опади випадають найчастіше влітку і восени у вигляді дощів. За теплий період (червень-жовтень) випадає в середньому 280–335 мм, за холодний (листопад-березень) – 125–140 мм.

Основу ґрунтового покриву даного району складають чорноземи звичайні середньогумусні та малогумусні. Чорноземи звичайні сформувалися під різнотравно-ковилово-кострицевою рослинністю на плато і схилах вододілів, лесових терасах на лесових породах і червоно-бурих глинах.

Профіль чорноземів звичайних нагадує профіль чорноземів типових, але в умовах більш жорсткого гідротермального режиму в цих ґрунтах гальмується процес гумусоутворення, профіль стає більш коротким (80–85 см і більше).

Гідрографічна мережа басейну річки Кам'янка виконана за допомогою програмного комплексу QGIS. Довжина головної річки складає 48,88 км. Найбільшою притокою є р. Суха Кам'янка (довжиною 29,2 км), 5 безіменних водотоків довжиною понад 10 км і декілька меншої довжини. Густота річкової мережі складає 0,32 км/км².

Площа водозбору даного басейну складає 533,5 км².

Основні гідрологічні розрахунки були виконані за допомогою програмного комплексу розробленого на основі Microsoft Visual FoxPro **Hydrology**, розробленого на кафедрі водогосподарської інженерії ДДАЕУ.

Розрахунок був проведений за річко-аналогом (р. Інгулець п. Олександро-Степанівка).

Аналізуючи багаторічний річний хід витрат річки Інгулець – пункт Олександро-Степанівка (десятирічний середньо ковзний графік) можна відмітити декілька багатоводних і маловодних періодів. Останній багатоводний період спостерігався в 80–90-х роках минулого століття. Зараз річки досліджуваної території знаходяться в маловодній фазі.

За даними розрахунків отримані такі дані:

- багаторічна витрата $Q_0 = 1,03 \text{ м}^3/\text{с}$;
- модуль стоку $M_0 = 1,932 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$;
- середній багаторічний об'єм стоку $W_0 = 32,5 \text{ млн. м}^3$;
- середній багаторічний шар стоку $h_0 = 60,92 \text{ мм}$.

Для досліджуваної річки Кам'янка коефіцієнт варіації (мінливості) становить $C_v = 0,598$, коефіцієнт асиметрії становить $C_s = 1,196$, отримуємо співвідношення $C_s C_v = 2,00$.

Так як $C_v \geq 0,5$ то обчислення проведені методом найбільшої правдоподібності та за спеціально розробленими кривими забезпеченості трьох-параметричного гамма-розподілу. Середньорічна витрата забезпеченості 50 % склала 0,920 м³/с; 75 % – 0,579 м³/с; 95 % – 0,266 м³/с;

Аналіз ходу максимальних витрат весняної повені циклічність зміни багатоводних і маловодних років із поступовим зменшенням коливань витрат води (рис. 2). Це пов'язано із зміною клімату і із збільшенням зарегульованості стоку ставками.

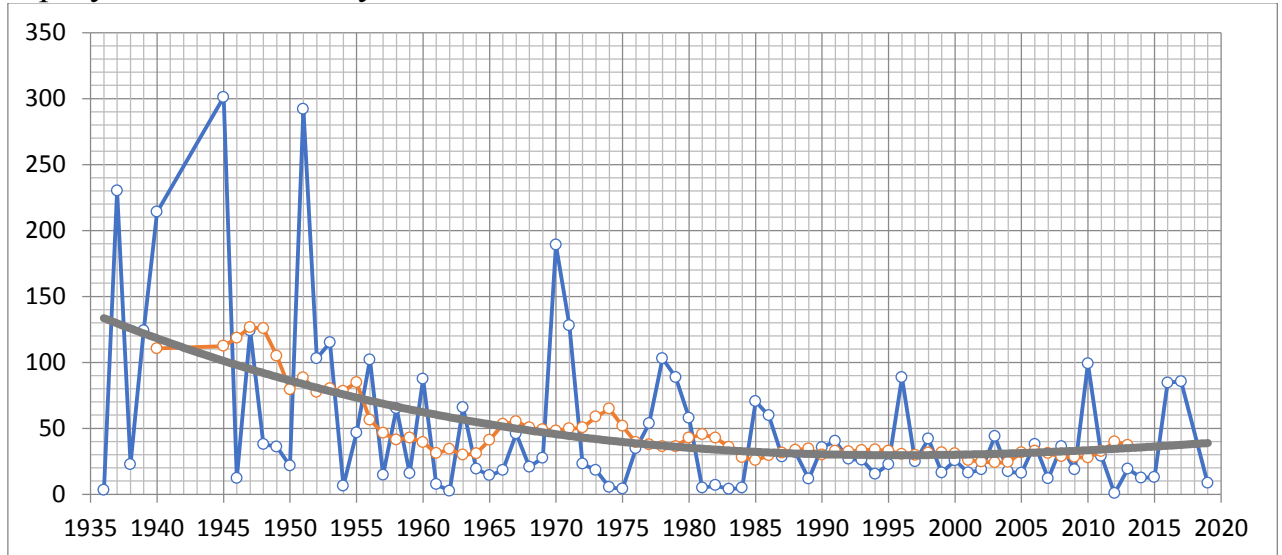


Рисунок 2 – Багаторічний хід максимальних витрат весняної повені р. Інгулець – п. Олександрівка

Отже, проаналізувавши режим водності річки Кам'янка можна відмітити, що середньорічний стік за багаторічний період має деякі коливання і змінюється навколо норми стоку без особливих явних перекосів. Максимальний стік поступово зменшується з кожним роком.