

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри водогосподарської  
інженерії, доцент  
\_\_\_\_\_ Володимир КОВАЛЕНКО  
«\_\_\_» червня 2023 р.

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему **Проект ділянки зрошення в фермерському  
господарстві «Іванівка» Василівського району  
Запорізької області**

Виконала: здобувачка вищої освіти,  
групи БЦІз-1-18  
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
Освітня програма: "Гідротехніка (водні ресурси)"

Катерина ГОЛОБОРОДЬКО

Керівник, старший викладач  
Тетяна ТКАЧУК

Рецензент : \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Консультанти:**

з охорони праці  
та безпеки в надзвичайних  
ситуаціях \_\_\_\_\_

ст. викл. Тетяна АРТЮШЕНКО

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра водогосподарської інженерії  
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
Освітня програма: „Гідротехніка (водні ресурси)”

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедрою водогосподарської інженерії  
доц. \_\_\_\_\_ Володимир КОВАЛЕНКО  
11 травня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти  
Голобородько Катерині Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Проект ділянки зрошення в фермерському господарстві «Іванівка» Василівського району Запорізької області**

керівник роботи Ткачук Тетяна Іванівна, старший викладач

затверджена наказом по агроуніверситету від «12» травня 2023 р. № 861

1. Термін здачі закінченої роботи : « 15 » червня 2023 р.
2. Вихідні дані до роботи: робочий проект зрошення в радгоспі «Іванівка» Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області, висновок про інженерно-геологічні, гідрогеологічні та ґрунтово-меліоративні умови
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити) 1. Природні умови району зрошення. 2. Характеристика сільськогосподарського виробництва. 3. Розрахунок режиму зрошення с.-г. культур. 4. Проектування зрошувальної мережі. 5. Визначення параметрів насосної станції. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7. Розрахунок економічної ефективності проекту ділянки зрошення.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Презентація в середовищі Power Point: постановочна частина дипломної роботи; кліматичні умови, результати досліджень, креслення, висновки. 2. Виконавчі креслення в AutoCAD

## Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6	Тетяна АРТЮШЕНКО		

5. Дата видачі завдання: «10» березня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалів до ДР	02.2023 р.	
2	Формування теми ДР, мети, завдань, змісту. Вибір методів дослідження та способів рішення поставлених задач	03.2023 р.	
3	Природні умови району зрошення	03.2023 р.	
4	Характеристика господарства	04.2023 р.	
5	Розрахунок режиму зрошення	04.2023 р.	
6	Проектування зрошувальної мережі	05.2023 р.	
7	Визначення параметрів насосної станції	05.06.2023 р.	
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.06.2021 р.	
9	Оцінка впливу ділянки зрошення на довкілля	15.06.2023 р.	
	Передзахист ДР на кафедрі Підготовка записки, графічної частини роботи, представлення ДР до перевірки на плагіат		
	Представлення ДР на рецензію	17.06.2023 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ / Ткачук Т.І. /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ПАСПОРТ ПРОЕКТУ .....	6
ВСТУП .....	7
1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ .....	9
1.1 Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення.....	9
1.2 Геологічні і гідрологічні умови .....	10
1.3 Клімат .....	11
1.4 Характеристика ґрунтового покриву .....	15
1.5 Джерело зрошення .....	16
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА .....	19
2.1 Сільськогосподарське виробництво в господарстві.....	19
2.2 Обґрунтування необхідності будівництва ділянки зрошення.....	20
2.3 Сівозміна, що проектується на масиві зрошення.....	21
3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ .....	23
3.1 Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу.....	23
3.2 Вибір розрахункового року .....	25
3.3 Визначення норм і строків поливу.....	26
3.4 Графік поливу сівозміни.....	27
4 ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ .....	28
4.1 Конструкція зрошувальної мережі .....	28
4.2 Гідравлічний розрахунок мережі зрошення.....	29
4.3 Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі .....	30
5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ.....	32
5.1 Визначення числа і вибір марки основних насосів .....	32
5.2 Побудова графіка сумісної роботи насосної установки і закритої зрошувальної мережі .....	34
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	38
6.1 Загальні питання безпеки .....	38
6.2 Нещасні випадки на роботі, що спричинені бойовими діями.....	40
6.3 Оцінка прогнозованої радіаційної обстановки при можливій аварії на АЕС .....	41
7 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ.....	45
7.1 Вплив на клімат і мікроклімат.....	45
7.2 Вплив на ґрунтовий покрив.....	45
7.3 Вплив на поверхневі води.....	48
7.4 Вплив на підземні води.....	56
ВИСНОВОК.....	58

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТКИ.....	62



## ВСТУП

Меліорація є одним із способів оптимізації властивостей і режимів зрошуваних ґрунтів. Вона має на меті одне – підвищення родючості та охорону ґрунтів, тобто надання ґрунтам таких властивостей, які виявляться найсприятливішими для вирощування рослин, а у підсумку – для поліпшення умов сільськогосподарського виробництва й проживання людини. Отже, меліорація загалом і зрошення зокрема є важливим елементом раціонального землекористування. Вона слугує головному завданню – оптимізації різних напрямків природокористування [7].

Одним із шляхів раціонального використання наявних земельних і водних ресурсів з метою гарантованого отримання достатньої кількості сільськогосподарської продукції є меліорація земель. Її завдання полягає в тому, щоб створювати оптимальні умови розвитку культурних рослин в реальних виробничих умовах.

Україна належить до держав, де зрошувані землі відіграли і відіграватимуть важливу роль у забезпеченні країни продуктами харчування. Це зумовлено тим, що значна площа її знаходиться у зоні недостатнього та нестійкого зволоження, а отже, стале землеробство цих районів можливе тільки за умов зрошення. Характерною ознакою зрошення в Україні є переважне застосування дощування, як одного з найбільших прогресивних способів.

Необхідність проведення зрошення в Україні диктується не тільки природно-кліматичними умовами, а й низкою соціально-економічних чинників. На формування останніх істотно впливають, насамперед, розвиток і розміщення промисловості, наявність великих міст, промислових центрів, курортних зон, загальна кількість та частка сільського населення, транспортні умови тощо.

Важливим економічним фактором, що зумовлює необхідність проведення зрошення земель, є стійка потреба держави в таких видах сировини і

продуктів харчування, виробництво яких без поливу неможливе або малоефективне. Це стосується таких культур, як рис, соя, кукурудза, овочі тощо.

Отже, дефіцит природного вологозабезпечення на значній частині території, що істотно погіршує їхній агроресурсний потенціал з одного боку, достатньо розвинутий індустріальний потенціал держави, наявність кваліфікованих трудових ресурсів та сприятливі техніко-технологічні можливості щодо вдосконалення експлуатаційних характеристик, реконструкції та модернізації наявних і будівництва нових зрошувальних систем – з другого, створюють об'єктивні економічні і технічні передумови для стабільного та ефективного функціонування зрошувальних систем в Україні.

Об'єкт – процес проектування водогосподарських об'єктів.

Предмет кваліфікаційної роботи – закрита зрошувальна мережа в господарстві.

При виконанні дипломного проекту необхідно вирішити такі завдання:

1. Виходячи з кліматичних умов розрахувати режим сільськогосподарського зрошення.
2. Виконати гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі на ділянці, підібрати матеріал і діаметр труб зрошувальної системи.
3. Підібрати кількість та марку насосів.
4. Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.
5. Розглянути заходи з впливу зрошення на довкілля

При виконанні кваліфікаційної роботи необхідно використовувати діючі будівельні норми і правила, нормативно – довідкову літературу.



## 1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ЗРОШЕННЯ

### 1.1 Геоморфологічна характеристика поверхні ділянки зрошення

Досліджувана ділянка знаходиться на території фермерського господарства «Іванівка» Василівського району Запорізької області.

В геоморфологічному відношенні вона розташована на другій надзаплавній терасі р. Дніпро, яка прикрита одним ярусом льосовидних ґрунтів, що представляє собою рівнину зі слабким похилом в північно-східному напрямку.

У природно-географічному відношенні описувана територія відноситься до Східноєвропейської рівнини, зони Степу, Середньостепової підзони, Причорноморської середньостепової провінції, Бузько-Дніпровської низовинної області [2].

Формування рельєфу обумовлено, головним чином, взаємодією ендегенних (внутрішніх) та екзогенних (зовнішніх) процесів. В осадовій товщі і рельєфі переважає прямий відбиток рухів неотектонічних структур. Позитивним структурам (куполам) відповідають водорозділи, зонам розломів – річкові долини і балки, тектонічним вузлам (зонам опущень) – широкі низовинні ділянки долини [2].

Результатом прояву провідних рельєфоутворюючих екзогенних процесів є генетичний тип рельєфу, що відбувався під впливом льодовиків і воднольодовикових потоків, вітровим переносом пилу в період обледеніння з наступним накопичуванням еолових відкладень, а також ерозійно-акумклятивною діяльністю річкових вод і поверхневим стоком атмосферних опадів. Широкі плоскі межиріччя ускладнені відлогими балками.

У геологічній будові низовини беруть участь потужні товщі осадових порід палеозою, мезозою і кайнозою, які простягаються смугою завширшки до 120-150 м. З сучасних геоморфологічних процесів розвинуті ерозійні зсувні, а також денудаційні, карстові процеси [10].

Наявні прояви антропогенних форм ландшафту – автошляхи, іригаційні канали, лісосмуги, дренажні мережі, штучні водойми та хвостосховища і т. ін.

Рельєф території плоскорівнинний, характеризується розповсюдженням неглибоких блюдцеподібних знижень (подів), природна дренажність території недостатньо задовільна. Безпосередньо на ділянці неглибоке зниження простягається вздовж південної межі, в південно-західній частині у верхів'ї улоговини стоку – слабко похилий схил північного напрямку крутизною  $1 \dots 1,5^\circ$ . Переважаюча площа ділянки представлена платом, в рельєфі вирівняна, відмітки поверхні 21,0 – 21,9 м, слабкий похил поверхні західного напрямку дорівнює 0,0003.

Рівнинність поверхні порушується долинами річок, напрям течії яких в основному збігається з похилом низовини, а також балками, ярами. Річкові долини різко окреслені, широкі. Вздовж схилів розвинуті зсуви, іноді денудаційні тераси.

Поверхневі води стікають по схилу в яружно-балкову мережу та інфільтруються в підземні горизонти. Розвантаження підземних горизонтів в яружно-балкову мережу, що належить до гідрографічної мережі басейну р. Дніпро.

Надра області також багаті на корисні копалини, зокрема на руди, заліза (Белозерський залізорудний басейн). Родовища сірих і червоних гранітів, значні запаси лікувальних грязей у лиманах. На території області виявлено також родовище бурого вугілля (Дніпровський буровугільний басейн), графітів, каолінів, вогнетривких глин, вапняків.

Абсолютні відмітки поверхні ділянки змінюються в межах 21,9-21,0 м.

## 1.2 Геологічні і гідрологічні умови

В геологічній будові ділянка на вивчена глибину 10,0 м приймають участь четвертинні відкладення.

Четвертинні відкладення представлені сучасними утвореннями, середньо-верхньочетвертинними льосовидними неустановленого генезису супісками та алювіальними пісками.

1. Сучасні відкладення всюди представлені ґрунтово-рослинним шаром (е IV, шар 1) потужністю 0,3-0,5 м.

2. Супісок льосовидний (Vd II-III шар 1) жовтувато-бура, палевожовта, макропориста м'яко пластична до текуче пластичної, залягають під ґрунтово-рослинним шаром, потужність 4-6 м.

3. Пісок алювіальний (а II-III, шар 3) світло-сірий, дрібнозернистий, водонасичений. Залягає на глибині 4,5-5,5 м [10].

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю четвертинного безнапірного водоносного горизонту в льосовидних ґрунтах. Глибина залягання рівня ґрунтових вод змінюється в межах 2,2-3,2 м.

За хімічним складом ґрунтові води гідрокарбонатно-сульфатно-магнієві та сульфатно-гідрокарбонатно-магнієві, мінералізація змінюється в межах 0,6-1,2 г/л, жорсткість загальна – від 8,8 до 18,6 мг екв/л.

ґрунтові води неагресивні до бетонів на всіх видах цементів.

Коефіцієнт фільтрації водомістких пісків, за даними лабораторних та дослідно-фільтраційних робіт, змінюються в межах 2,3-5,8 м/добу, льосовидних супісків – до 1,0 м/добу [10].

### 1.3 Клімат

Зрошувані землі фермерського господарства «Іванівка» знаходяться в зоні помірно теплого клімату, який характеризується короткою весною, жарким і відносно тривалим літом, м'якою малосніжною зимою з частими відлигами. Влітку переважає антициклонна погода з малою хмарністю і слабкими вітрами. Тривалість безморозного періоду спостерігається від 129 до 225 днів. Найбільша глибина промерзання 101 см. Тривалість сонячного сйва

коливається у межах 2150-2200 год/рік, а сумарна сонячна радіація складає 4200-5000 мДж/м<sup>2</sup> на рік [14].

У квітні і травні ще спостерігається повернення холодів і заморозків, що викликаються втручанням арктичного повітря. Влітку втручання арктичного повітря майже цілком припиняється і у цей час переважає погода, що формується Азорським антициклоном, з великою кількістю ясних і сонячних днів.

У жовтні – листопаді починає руйнуватися Азорський антициклон і замість нього розвивається Сибірський. У зв'язку з цим збільшується повторюваність туманів, часто спостерігається дощова погода з мрякою. В другу половину осені посилюється діяльність південних і західних циклонів, що обумовлюють велику кількість хмарних днів, з опадами і туманами.

Середньомісячні значення основних кліматичних характеристик наведені в таблиці 1.1.

Весняний перехід середньодобових температур повітря через 0°C до позитивних значень відбувається зазвичай 14 березня, а через +5°C – 2квітня. Осінній перехід через +5°C відбувається 31 жовтня, а через 0°C до негативних – 26 листопада. Середні дати заморозків наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Середні дати заморозків [14]

Дата:	сама рання	середня	сама пізня
- останнього заморозку	21.III	12.IV	10.V
- першого заморозку	25.IX	20.X	20.XI

Тривалість безморозного періоду становить 190 днів (найбільша – 228 днів, найменша – 143 дні).

Сума ефективних температур повітря вище +10°C у середньому дорівнює 13-12°C. Сума активних температур (більше +10°C) складає 31-27°C.

Атмосферні опади відіграють істотну роль у процесі формування як поверхневого, так і підземного стоку. Розглянута територія відноситься до

зони нестійкого зволоження. Влітку часто спостерігаються бездошові періоди. Вони бувають тривалістю більше 20 днів по два щорічно, більше 30 днів – щорічно, 40 днів – 6-9 раз у десятиріччя. Норма опадів за рік дорівнює 513 мм, з яких за теплий період (IV-X) випадає 317 мм (62% річної кількості), а за холодний період (XI-III) – 196 мм. Найменша місячна кількість опадів припадає на березень – 30 мм, найбільша – на червень – 63 мм. Абсолютний максимум опадів у серпні 1960 р. становив 213 мм.

У середньому за рік спостерігається 119 днів з опадами більше 0,1 мм; 70 днів – з опадами більше 1,0 мм, і 26 днів – з опадами 5,0 мм на добу. Найбільше число днів з опадами більше 0,1 мм припадає на грудень і січень (по 14 днів), найменше – на серпень і вересень – 6 і 7 днів відповідно. Опади інтенсивністю більш 5,0 мм/добу найчастіше випадають у червні і липні.

Літо частіше посушливе і триває приблизно 5 місяців [26]. У літні місяці випадають опади переважно зливного характеру. Середній добовий максимум опадів за багаторічний період складає 35 мм. Абсолютний добовий максимум опадів 23 серпня 1960 р. склав 82 мм.

Терміни утворення і сходу снігового покриву залежать від погодних умов і з року в рік істотно змінюються. Через часті відлиги, що супроводжуються дощами, сніговий покрив нестійкий і нерідкі випадки повного його зникнення серед зими. Стійкий покрив снігу у регіоні відсутній у 24% зим.

Середня кількість днів із сніговим покривом становить 76.

Висота снігового покриву невелика і дуже нерівномірна; вона складає в середньому 3-9 см. У окремі роки висота снігу досягає 50 см. Середня багаторічна величина щільності снігу при найбільшій декадній висоті складає  $0,21 \text{ г/см}^3$  при запасах води в снігові 15 мм.

Вологість повітря залежить від циркуляційних процесів, особливостей підстилаючої поверхні і характеризується абсолютною та відносною вологістю. Вологість повітря характеризує режим зволоження, що має важливе значення для росту сільськогосподарських культур, за дефіцитом вологості повітря табл. 1.4.



#### 1.4 Характеристика ґрунтового покриву

Ґрунтоутворюючими породами є супіски незасолені. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними малогумусними з вмістом гумусу 1,8-3,9 %.

Потужність гумусованого профілю досягає 80-100 см. Потужність верхнього гумусованого горизонту складає 40-50 см. Механічний склад ґрунтів ділянки легкосуглинковий. Ґрунти добре водопроникні, володіють сприятливим повітряним і тепловим режимом. Аерація ґрунтів висока, 26-30 % по ґрунтовому профілю. Гранична вологоємкість 18-20 %. Коефіцієнт фільтрації 0,7 мм/хв [1].

Морфологічне описання ґрунту наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Морфологічне описання чорнозему звичайного малогумусного легкосуглинкового [12]

Генетичний горизонт	Потужність, см	Профіль ґрунту
$A_n$	0-30	Темно-сірий, свіжий, комкувато-зернистий, легкоглинистий, рихлий, багато коріння. Перехід в наступний горизонт поступовий
$A_1$	30-45	Темно-сірий з буруватим відтінком донизу, вологий, зернистий, легкоглинистий, слабоущільнений, з коренями рослин, скипає з 40 см. Перехід в горизонт $B_1$ помітний по кольору і щільності
$B_1$	45-75	Темнувато-сірий з буруватим відтінком, вологий, комкуватий, легкоглинистий, середньо ущільнений, з глибини 60 см бурхливо скипає. Перехід поступовий по кольору і включенням
$B_2$	75-100	Сірий з буруватим відтінком, вологий, комкуватий, легкоглинистий, ущільнений; є карбонати, рідко корені рослин. Перехід поступовий
$B_2C$	100-120	Брудно-палевий, вологий, комкуватий, пористий, легкоглинистий, ущільнений, скипає, карбонати у вигляді «білоглазки». перехід поступовий
$C$	120-150	Палевий, вологий, пористий, легкоглинистий, ущільнений лес

Забезпеченість поживними речовинами: фосфором – від низької до середньої, калієм – висока. Солонцюватість в ґрунті відсутня, за наявності водно-розчинних солей ґрунти ділянки відносяться до незасолених.

Загальна концентрація солей складає сотні частини проценту, сульфатів вміщується незначна кількість, хлориди практично відсутні. Легкий механічний склад ґрунтів, низька мінералізація ґрунтових вод і зрошення прісними водами не викликають соленакопичення, тобто вторинного засолення.

### 1.5 Джерело зрошення

Джерелом зрошення даного масиву є Каховське водосховище. Дане водосховище має площу 2155 км<sup>2</sup>. Його об'єм 18,2 км<sup>3</sup>, протяжність 230 км, найбільша ширина 25 км. Звідси беруть початок «Північно-Кримський» канал, канал «Дніпро-Кривий Ріг» та багато зрошувальних мереж.

“Дане водосховище – друге за площею водосховище в Україні, одне з водосховищ на Дніпрі в межах Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей. Введене в експлуатацію 1956. Гідровузол Каховської ГЕС розташований поблизу м. Нова Каховка Херсонської обл. Повний об'єм водосховища 18,18 км<sup>3</sup>, корисний – 6,78 км<sup>3</sup>, глибина 8,4 м (максимальна – 32 м). Нормальний підпертий рівень (НПР) 16 м, горизонт мертвого об'єму 12,7 м, площа дзеркала при НПР 2150 км<sup>2</sup>. Середній багаторічний стік у створі гідровузла 52,2 км<sup>3</sup>/рік. Водосховище призначене для регулювання сезонного і річного стоку, а також високих і катастрофічних повеней при повному використанні робочого та резервного об'ємів. Каховське водосховище – основне джерело водопостачання на півдні України: в Північнокримський, Каховський, Дніпро–Кривий Ріг, Верхньорогачинський канали, а також у системи водопостачання рудників, підприємств, міст і селищ Нікополь-Марганцевого промислового комплексу та м. Дніпрорудне (Василівського р-ну Запорізької обл.), в низку дрібних зрошувальних систем прибережних районів трьох областей. Загальний відбір води з водосховища лише для великих каналів – 900 м<sup>3</sup>/сек”[16].



Найбільша середньомісячна каламутність спостерігається у весняний період, звичайно, з лютого по березень, внаслідок ерозійної діяльності у період сніготанення (200 – 250 г/м<sup>3</sup> і більше), або при проходженні зливових паводків (115 – 212 г/м<sup>3</sup>) [4].

Стік наносів, у відсотках від річного, приблизно складає весною (лютий – квітень) 30-50%, літом та восени (червень – листопад) – 40-50% і взимку (грудень – січень) – 5-10%.

Мінералізація змінюється в межах 200-300 мг/л, а жорсткість – від 20 до 30 мг-екв (2-4 мг/л).

Іригаційні показники якості поливної води розраховані за методикою Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства та агрохімії для Степової зони України на підставі наступних показників:

- загальної концентрації мінеральних та органічних сполук;
- концентрації токсичних солей, виражених в "еквівалентах хлору";
- абсолютного та відносного вмісту суми натрію та калію до вмісту всіх катіонів;
- співвідношення катіонів магнію та кальцію, вміст лужності  $\text{CO}_3^{2-}$  і токсичної лужності  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ;
- величина рН.

Параметри показників води диференційовані в залежності від властивостей ґрунтів: механічного складу, карбонатності, засолення водорозчинними солями, водопроникності, лужності ґрунтів.

В цілому вода за фізико-хімічними показниками придатна для зрошення всіх сільськогосподарських культур.

Таблиця 1.1 – Середньомісячні значення основних кліматичних елементів [14]

Найменування елемента	Значення												Рік
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Температура повітря, °С													
а) середня	-4,4	-3,9	1,3	9,4	16,6	20,0	22,9	21,8	16,2	9,5	2,9	-2,1	9,2
б) абсолютний максимум	14,0	15,0	25,0	31	35	38	38	39	36	34	26	14	39
в) абсолютний мінімум	-3,3	-34	-26	-9	-4	3	7	5	-5	-19	-23	-28	-34
г) середній мінімум	-7,3	-7,0	-2,1	4,0	10,4	14,1	16,1	15,2	10,1	4,8	-0,3	-4,6	4,5
Опади, мм	41	35	32	39	41	58	50	46	32	33	41	45	493
Швидкість вітру, м/с	4,5	4,6	4,8	4,3	3,9	3,4	3,1	3,0	2,9	3,5	4,1	4,5	3,9
Абсолютна вологість повітря, мб	4,4	4,5	5,4	7,8	11,1	14,5	15,8	14,8	11,4	8,9	7,0	5,0	9,2
Відносна вологість повітря, %	86	85	81	66	61	61	58	59	64	76	85	87	72
Дефіцит вологості, мб	0,6	0,7	1,4	5,0	8,5	11,2	13,7	12,7	7,9	3,2	1,2	0,7	5,6
Випаровування з поверхні суші, мм	5	13	36	56	76	80	70	60	46	33	9	2	480

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

### 2.1 Сільськогосподарське виробництво в господарстві

Господарським центром фермерського господарства «Іванівка» Василівського району Запорізької області є село Іванівка.

За даними річного звіту в господарстві є 1795 га зрошуваних земель, в тому числі ріллі – 446 га, сади та виноградники – 1399 га, з них виноградники – 1000 га.

Основний напрямок розвитку господарства в сучасний час і на перспективу орієнтовано на виноградарство і вирощування овочів.

Рілля в господарстві використовуються для вирощування зернових, кормових і овочевих культур.

На даний час площа ділянки нетто складає 103,2 га, площа бруто 115,4 га. План ділянки зрошення наведено в додатку А.

Основний напрямок розвитку фермерського господарства «Іванівка» в сучасний час і на перспективу орієнтовано на вирощування виноградників та овочів.

На сьогоднішній день підприємство має 103,2 га зрошуваних земель. ФГ «Іванівка» на масиві зрошення освоюватиме овочево-кормову шестипільну сівозміну.

Овочево-кормова шестипільна сівозміна з посівною площею 115,4 га, нетто поливна – 103,2 га.

До сівозміни входять такі культури, як: картопля рання плюс літній посів люцерни, люцерна 2-го та 3-го років, огірки, томати, та цибуля.

У сільському господарстві земля – це головний засіб виробництва, без якого не можливий сам процес виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Земля є одночасно предметом і засобом праці, а отже, і головним засобом виробництва.

Проведення комплексу гідромеліоративних, агротехнічних і агрохімічних заходів буде корисним для збереження родючості зрошуваних земель, отриманню високих врожаїв сільськогосподарських культур.

## 2.2 Обґрунтування необхідності будівництва ділянки зрошення

Для обґрунтування необхідності зрошення зіставляємо два основні елементи водного балансу - витратний і прибутковий. До витратної частини належить сумарне випаровування за вегетаційний період ( $E$ , мм), до прибуткової – атмосферні опади за той же період ( $P$ , мм).

Суму атмосферних опадів за вегетаційний період визначається підсумовуванням їх місячних значень. Для визначення величини  $E$  за місячні періоди з достатнім ступенем точності можна застосувати формулу М.М. Іванова

$$E_m = 0,18(t_m + 25)^2(1 - a_m/100), \quad (2.1)$$

де  $t_m$  – випаровування за місяць,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $a_m$  – середньомісячний дефіцит вологості повітря, %.

Розрахунок по визначенню величини  $E$  зручніше проводити в табличній формі. Як приклад, у табл. 2.1 наведений розрахунок  $E$  за даними метеостанції Пришиб.

Таблиця 2.1 - Визначення випаровування за вегетаційний період за даними МС Пришиб

Найменування показника	Місяць					
	04	05	06	07	08	09
Середня за місяць температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	8,5	16	19	21,8	20,5	14,8
Середня за місяць відносна вологість повітря, %	59	50	53	54	53	56
Випаровування за місяць, мм	83	151	164	181	175	125
Випаровування наростаючим підсумком, мм	83	234	398	579	754	880
Атмосферні опади, мм	48	41	44	36	35	40
Опади наростаючим підсумком, мм	48	89	133	169	204	244
Індекс посушливості	1,73	2,63	2,99	3,43	3,70	3,61

Основним критерієм для визначення необхідності зрошення є індекс посушливості  $K_c$ , який виражає відношення випаровування за вегетаційний період до величини опадів. За обчисленими даними визначають індекс посушливості за формулою

$$K_c = \frac{\sum E_m}{\sum P}, \quad (2.2)$$

де  $\sum E_m$  – випаровування за вегетаційний період, мм;

$\sum P$  – сума опадів за той же період, мм.

В даному випадку індекс посушливості більше одиниці (1,73 – 3,7). Отже, у розглянутому районі виникає необхідність в проведенні зрошення.

### 2.3 Сівозміна що проектується на масиві зрошення

На півдні України всі овочі бажано вирощувати лише при зрошенні.

В даному дипломному проекті на масиві зрошення передбачається освоїти шестипільну овочеву сівозміну з таким чергуванням культур:

I поле – картопля рання + літній посів люцерни;

II поле – люцерна 2-го року; III поле – люцерна 3-го року;

IV поле – огірки; V поле – помідори;

VI поле – цибуля.

В сівозміні передбачено вирощування багаторічних трав, безпосередньо – люцерни. Вона є обов'язковою культурою, для зрошуваних сівозмін, так є природним меліорантом. Користь цієї культури полягає насамперед в використанні надлишкової вологи з усіх шарів ґрунту, збагаченні ґрунту органічною речовиною й зменшенні забур'яненості.

Технологія вирощування овочевих культур, що запроектовані в сівозміні досить схожа. Вона складається з основного, передпосівного й міжрядного обробітку ґрунту, боротьбу з бур'янами й шкідниками. Нижче наведемо основні показники:

1) оптимальна температура вирощування:

- для картоплі – 16-22°C, при високих температурах (+42°C) ріст фітомаси припиняється;

- для огірків – +14 до +42°C, при низьких температурах +8 до +10°C ріст і плодоношення рослин припиняється;

- для томатів – +22 до +25°C вдень і +15 до +18°C – вночі, при зниженні до 10°C ріст рослин затримується;

- для цибулі – +18 до +22°C, при збільшенні температури +30 до +35°C затримує ріст та розвиток рослин;

## 2) оптимальна вологість ґрунту:

- для картоплі - від 75 до 90% НВ;

- для огірків – від 80 до 90 % НВ;

- для помідорів – від 80 до 85 % НВ;

- для цибулі – 85 % НВ, у період формування цибулин і в період дозрівання цибулин 70 % НВ;

## 3) органічні добрива:

- для картоплі – 30-40 т/га;

- для огірків – 50-60 т/га;

- для помідорів – не вносяться;

- для цибулі – 20-40 т/га;

## 4) мінеральні добрива:

- для картоплі – N<sub>90</sub> – P<sub>90</sub> – K<sub>90</sub>;

- для огірків – N<sub>130</sub> – P<sub>160</sub> – K<sub>150</sub>;

- для помідорів – N<sub>120</sub> – P<sub>120</sub> – K<sub>90</sub>;

- для цибулі – N<sub>120</sub> – P<sub>60</sub> – K<sub>60</sub>;

## Що стосується технології вирощування люцерни:

- оптимальна температура проростання насіння 18-20°C, відновлення вегетації для люцерни 2-го і 3-го року - 5°C; вологість ґрунту підтримують на рівні 80 % НВ; органічні добрива безпосередньо під люцерну не вносять, відчуває післядію добрив. Норми мінеральних добрив розраховуються за результатами обстежень.



### 3 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ

#### 3.1 Обґрунтування способу зрошення і техніки поливу

Для визначення правильних норм і строків поливу необхідно розрахувати режим зрошення.

Потреба рослин у воді в різні роки неоднакова через різну кількість атмосферних опадів та інших метеорологічних показників, тому проектний режим зрошення встановлюють для умов розрахункового року. Для проектування зрошувальної мережі за такої приймають, як правило, середньосухий рік 75 %-вої.

В даному дипломному проекті передбачається такий спосіб зрошення як дощування.

Дощування – на сьогоднішній день є одним з найбільш досконалих і перспективних способів поливу. При даному способі, відбувається штучне перетворення потоку води на дрібні краплі (за допомогою спеціальних апаратів і установок).

“Дощування має ряд переваг порівняно з іншими способами поливу:

- покращується мікроклімат зрошуваної території;
- з'являється можливість підтримувати в оптимальних межах не тільки вологість ґрунту, але і повітря;
- створюються умови для механізації поливу і навіть повної їх автоматизації;
- чітко контролюється видача поливних і зрошувальних норм, глибина зволоження ґрунту;
- покращуються умови механізації всіх сільськогосподарських робіт;
- зберігається структура ґрунту за відповідної якості дощу;



- одночасне внесення добрив і пестицидів зі зрошувальною водою;
- високі КЗВ і ККД зрошувальної системи” [4].

Так як площа ділянки зрошення, яка проектується, невелика (103,2 га) було прийнято рішення використати шлангобарабанні дощувальні машини RAINSTAR.

Вона призначена для зрошення дощуванням залежно від моделі, площі сільськогосподарських культур, садових культур, розсадників, а також зелених зон, парків, спортивних об'єктів, і т.п.

За допомогою консольного візка здійснюється дрібно-крапельний полив. Опади не пошкоджують рослини і ґрунт, оскільки раніше підключений тиск 3,2 бар є достатньо низьким. Тим самим економно використовуються енергія і вода.

“Консольний візок AS 50 пристосований до моделей RAINSTAR E і забезпечує дрібно-крапельний, рівномірний полив з шириною смуги 72 м. Консольний візок виготовлений з високоякісних сталевих і алюмінієвих деталей, однак, незважаючи на легку конструкцію, він надзвичайно міцний. Противаги постійно врівноважують консоль паралельно землі. Завдяки плавній зміні висоти дорожнього просвіту від 1,3 до 2,3 м (AS 50) система ідеально підходить для високих культур” [4].

“Консольні візки AS 50 компактні при транспортуванні, прості в обігу. Для транспортування вивідні консолі AS 50 складають і завантажують на RAINSTAR.

Для пересування від однієї смуги поливу до іншої розкрита консоль піднімається так само, як і колісний візок, і більше не потребує втручання.

Розбризкуючі форсунки мають тиск 0,8 бар, якого вже достатньо для отримання виключно дрібнокрапельних опадів, що не завдають шкоди рослинам і ґрунту. Іншими перевагами є значно більш низький необхідний тиск (економія до 4 бар), рівномірний розподіл і низька підвладність впливу вітру” [4].

Дощувальна машина RAINSTAR випускається в різних модифікаціях. В даному проекті модифікація дощувальної машини підбирається в залежності від розміру поля та необхідної витрати. Витрату розраховали за формулою

$$Q_{\min} = d_{\max} \frac{F_n \cdot \beta}{86,4 \cdot k_{\text{об}} \cdot \gamma_l}, \quad (3.1)$$

де  $d_{\max}$  середньодобовий дефіцит водоспоживання, розрахований не менше як за дві суміжні декади, піковий період найбільш вологолюбної сільськогосподарської культури сівозміни, дорівнює  $51 \text{ м}^3/(\text{га} \cdot \text{добу})$ ;  $\beta$  - коефіцієнт, що враховує втрати води на випаровування під час поливу;  $k_{\text{об}}$  - коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу (в даному випадку дорівнює 0,84)  $\gamma_l$  - коефіцієнт, що враховує можливі втрати робочого часу за метеорологічними умовами

$$\gamma_l = \frac{100 - \alpha}{100}, \quad (3.2)$$

де  $\alpha$  - тривалість періоду зі швидкістю вітру більше допустимого для даного типу дощувальної машини, % тривалості поливного періоду.

$$\gamma_l = \frac{100 - 6,1}{100} = 0,91.$$

$$Q_{\min} = 51 \cdot \frac{17,2 \cdot 1,1}{86,4 \cdot 0,84 \cdot 0,9} = 15,3 \text{ л/с.}$$

У відповідності з отриманим значенням  $Q_{\max}$  та довжиною поля приймаємо модифікацію E11

### 3.2 Вибір розрахункового року

Для проектування зрошувального масиву в ФГ «Іванівка» необхідно мати режим зрошення с.-г. культур, який розрахований для середньо-сухого року 75%-

вої забезпеченості. За даними найближчої метеостанції, а саме МС Пришиб, по комплексному кліматичному показнику (ККП), вибір року заданої забезпеченості проводимо по ретроспективному ряду років. При цьому тривалість ряду спостережень становить 43 роки (з 1945 по 2007 рік).

Тут розраховується дефіцит водоспоживання кожної сільськогосподарської культури і середньозважений дефіцит за кожен рік спостережень.

Отримані середньозважені дефіцити водоспоживання розташовуються в наростаючому порядку. Це пов'язано з тим, що у вологі роки дефіцит водоспоживання менше, а в посушливі – більше. За кожен рік, розташований в статистичному ряді, визначається забезпеченість. По цьому ряду підбираються 5 років, забезпеченість яких найближча до заданої.

Отже, в результаті статистичного розрахунку отриманий ряд років (1948, 1951, 1968, 1975, 1986 роки), які за своїми метеорологічними факторами та комплексами найбільше підходять до сухого року, близького до 75%-вої забезпеченості, тобто тієї забезпеченості, яка потрібна для складання режиму зрошення при проектуванні зрошувальних систем.

Усереднені метеофактори за відповідні декади цих років і будуть характерними для року-моделі [ Додаток Б].

### 3.3 Визначення норм і строків поливу

Особливістю розрахунку режиму зрошення під дощування є те, що розраховується максимальна поливна норма за формулою О.М. Костякова і призначається достаткова поливна норма в залежності від механічного складу ґрунтів і параметрів дощу, що створює дощувальна машина, в розрахунок приймається менша поливна норма. Розрахункове значення поливної норми визначаємо за формулою О.М. Костякова

$$m = 100N\gamma \cdot (\beta_{\text{нв}} - \beta_{\text{доп}}), \quad \text{м}^3/\text{га} \quad (3.3)$$

де  $N$  - глибина розрахункового шару ґрунту, м;  $\gamma$  - щільність розрахункового шару ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $\beta_{\text{нв}}$  - вологість ґрунту, що відповідає найменшій вологості-

мкості ґрунту, %;  $\beta_{\text{доп}}$  - вологість ґрунту, що відповідає допустимому порогу висушування, %.

Розрахунок режиму зрошення виконуємо за біокліматичним методом А. М. та С. М. Алпатьєвих. Цей метод широко застосовують в Україні у зв'язку з простотою, доступністю та досить високою достовірністю.

Розрахунок виконуємо за допомогою ПК «Програмний комплекс WATER».

### 3.4 Графік поливу сівозміни

Неукомплектований графік поливів, не можна прийняти для практичного використання, так як він характеризується різкими коливаннями загальних поливних витрат, має періоди з великою завантаженістю поливами. В зв'язку з тим, що зрошувальні канали, трубопроводи, гідротехнічні споруди на насосні станції необхідно розраховувати на максимальну ординату поливної витрати, реалізація неукомплектованого графіка у виробництві привела б до значних затрат на будівництво зрошувальної мережі та її експлуатації.

Графік поливу сівозміни укомплектовуємо під витрату дощувальних машин. Графіки поливу сівозміни було побудовано та укомплектовано за допомогою ПК «Програмний комплекс WATER». Відомість не укомплектованого та укомплектованого графіків поливу та безпосередньо самі графіки наведені в додатках В, Г, Д, Е.

Максимальна витрата в не укомплектованому графіку становила 80 л/с, а гідромодуль – 0,75 л/с·га, після укомплектування  $Q_{\text{max}}=64$  л/с, а  $q=0,6$  л/с·га. Величина гідромодуля 0,6 л/с·га повністю задовольняє вимоги для проектування закритих зрошувальних систем.

Режим зрошення та укомплектований графік наведено в додатку Е.

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

### 4.1 Конструкція зрошувальної мережі

Зрошувальну ділянку для поливу котушковими дощувальними установками RAINSTAR фірми BAUER проєктують у вигляді закритих трубопроводів.

Зрошувальну мережу необхідно розташовувати, з врахуванням положення джерела зрошення, рельєфу, параметрів та умов роботи дощувальних машин.

Закрита зрошувальна мережа на ділянці зрошення складається з магістрального, розподільних різного порядку та польових трубопроводів.

У дипломному проєкті передбачається проєктування зрошувальної мережі тільки на одній сівоzmіні. Тому необхідно розмістити на плані тільки розподільні трубопроводи першого порядку, які беруть воду з пересувної насосної станції (ПНС) і розподіляють її між польовими трубопроводами. Планове розміщення польових трубопроводів в основному визначається схемою роботи та габаритами прийнятих для поливу дощувальних машин. Довжина польових трубопроводів може бути 500..3000 м при умові обслуговування одним трубопроводом, не більше двох-трьох полів сівоzmіні. Оптимальний варіант один польовий трубопровід на одне поле сівоzmіні.

Для забезпечення кращого обслуговування трубопроводів по можливості їх прокладають вздовж доріг та лісосмуг.

В проєкті трубопровід пролягає посередині поля приймаємо дощувальну установку марки E11 RAINSTAR фірми BAUER.

Технологічна схема поливу дощувальних машин наведена в додатку Ж.

## 4.2 Гідравлічний розрахунок мережі зрошення

Витрати трубопроводів визначаються відповідно до максимальної витрати, яка приймається за графіком поливів, тобто кількістю машин, що працюють одночасно та витратою дощувальних машин. Згідно з розрахунком режиму зрошення на масиві зрошення одночасно працюють чотири дощувальні машини з витратою 16 л/с кожна, тобто максимальна витрата дорівнює 64 л/с.

Економічно найвигідніші діаметри трубопроводів (мм) можна визначити за формулою

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}. \quad (4.1)$$

За обчисленим діаметром приймають найближчий стандартний діаметр трубопроводу і уточнюють швидкість руху води

$$V = 4Q / (\pi d^2_{\text{ст}}). \quad (4.2)$$

Втрати напору по довжині трубопроводу можна визначати враховуючи довжину трубопроводу, швидкість руху води, діаметр трубопроводу, а також гідравлічний коефіцієнт тертя використовуючи наступне рівняння

$$h_l = \lambda \frac{V_{\text{н\ddot{a}}\text{d}}^2 J}{2gd_{\text{н\ddot{a}}\text{d}}}, \quad (4.3)$$

Місцеві втрати напору приймаються,  $h_m = 0,1 \cdot h_l$ . Тоді загальні втрати напору в трубопроводі (ділянці) визначають як

$$h_w = h_l + h_m. \quad (4.4)$$

Розрахунок ведуть в два наближення. Перше наближення починають з кінцевих ділянок (гідрантів зрошувальної мережі).

Відмітки п'єзометричної лінії на останньому гідранті польового трубопроводу визначають за формулою

$$\nabla_{\text{ПЛК}} = \nabla_{\text{ПЗ}} + h_o + \Delta_{\text{н\ddot{a}}\text{маш}} + h_{\text{г\ddot{и}}\text{др}}, \quad (4.5)$$

Тут  $\square$  ПЛК – відмітка п'єзометричної лінії останнього гідранта, м;  $\square$  ПЗ – відмітка поверхні землі біля гідранта, м;  $h_0$  – необхідний вільний напір на гідранті, м;  $\Delta h_{\text{маш}}$  – втрати напору в машині за рахунок нерівності на полі, м;  $h_{\text{гідр}}$  – втрати напору на гідранті, м.

Відмітка п'єзометричної лінії в голові (початку) трубопроводу буде рівною відмітці п'єзометричної лінії кінця ділянки плюс загальні втрати напору в цьому трубопроводі (ділянці)

$$\nabla_{\text{ПЗ}} = \nabla_{\text{ПЛК}} + h_w. \quad (4.6)$$

В другому наближенні розрахунок ведуть послідовно від початку мережі (насосної станції) до кінцевих гідрантів. Отже, перше наближення необхідне для визначення потрібної відмітки п'єзометричного рівня на початку всієї мережі, а друге – служить для безпосереднього підбору діаметрів трубопроводів і визначення напору на кожній ділянці і вузлі зрошувальної мережі.

Гідравлічний розрахунок проведено за допомогою автоматизованого комплексу PipeLine. Результати гідравлічного розрахунку наведено в додатку И.

Схема до гідравлічного розрахунку наведена в додатку К.

### 4.3 Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі

Для підтримання закритої зрошувальної мережі в нормальній роботі потрібно запроектувати наступні спеціальні споруди на трубопроводах:

1. Розподільні (оглядові) колодязі або вузли. Вони потрібні для регулювання розподілу води між різними ділянками зрошувальної мережі.

Зрошувальні трубопроводи, що отримують воду по черзі, облаштовують засувками. При груповій роботі трубопроводів засувка може бути одна на цілу групу одночасно працюючих трубопроводів. На таких трубопроводах в

основному використовують водопровідну чавунну арматуру, що розрахована на підвищений тиск. В даному випадку встановлено 3 оглядові колодязі.

2. Гідранти-водовипуски. Їх призначення полягає в тому, щоб у разі необхідності вивести воду з трубопроводів на рівень вище поверхні землі, а також подачі її до дощувальних машин. Вони зазвичай розміщуються на польових трубопроводах. Відстань між ними залежить від параметрів та умов застосування дощувальних пристроїв. Кількість – 18 штук.

3. Скидні колодязі. Вони необхідні для звільнення закритої мережі від води на зимовий період або коли під час експлуатації необхідно провести ремонт. При цьому вода відводиться по спеціальному відгалуженню в трубопроводі в природні пониження місцевості. Це також можуть бути кювети доріг. Скидних споруд налічується 2 штуки.

4. Пристрої проти гідравлічного удару - призначені для запобігання або зменшення сили гідравлічного удару, що виникають при раптовому включенні насосів або припиненні подачі води. Гасителі удару встановлюють на напірному трубопроводі зразу за зворотнім каналом, він захищає від гідравлічного удару насосну станцію та весь трубопровід.

5. Вантузи призначені для автоматичного відведення з трубопроводу повітря. Кількість – 5 штук.

Поздовжній профіль трубопроводу наведено в додатку Л.



## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

### 5.1. Визначення числа і вибір марки основних насосів

Кількість основних насосних агрегатів на автоматизованій насосній станції визначають виходячи з максимальної витрати закритої зрошувальної мережі, та дотримуючись основних положень.

Максимальну витрату зрошувальної мережі при дощуванні визначають за формулою

$$Q_{\max} = K \cdot Q \cdot n, \quad (5.1)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує втрати води з закритої мережі;

$Q$  – витрата дощувальної машини, л/с;

$n$  – кількість одночасно працюючих дощувальних машин.

Для даного випадку

$$Q_{\max} = 1,02 \cdot 16 \cdot 4 = 66,6 \text{ л/с.}$$

Насосна станція повинна забезпечувати подачу води при будь-яких можливих комбінаціях роботи поливного устаткування. В даному випадку доцільно застосовувати насоси типу Д, так як вони спроможні забезпечити потрібний напір насосної станції, який розраховують за формулою

$$H = \nabla_B - \nabla_p + h_{cm}, \quad (5.2)$$

де  $\nabla_B$  - відмітка п'єзометричної лінії біля НС, м;

$\nabla_p$  - мінімальний рівень води в аванкамері, м;

$h_{cm}$  - гідравлічні втрати напору на комунікаціях усередині станції, м.

$$H = 139,02 - 19,5 + 2 = 121,52 \text{ м.}$$

Пересувні насосні установки в порівнянні зі стаціонарними насосними станціями мають ряд переваг - оперативність введення в експлуатацію, можливість швидко змінювати місце установки в залежності від рівня води в джерелі тощо.

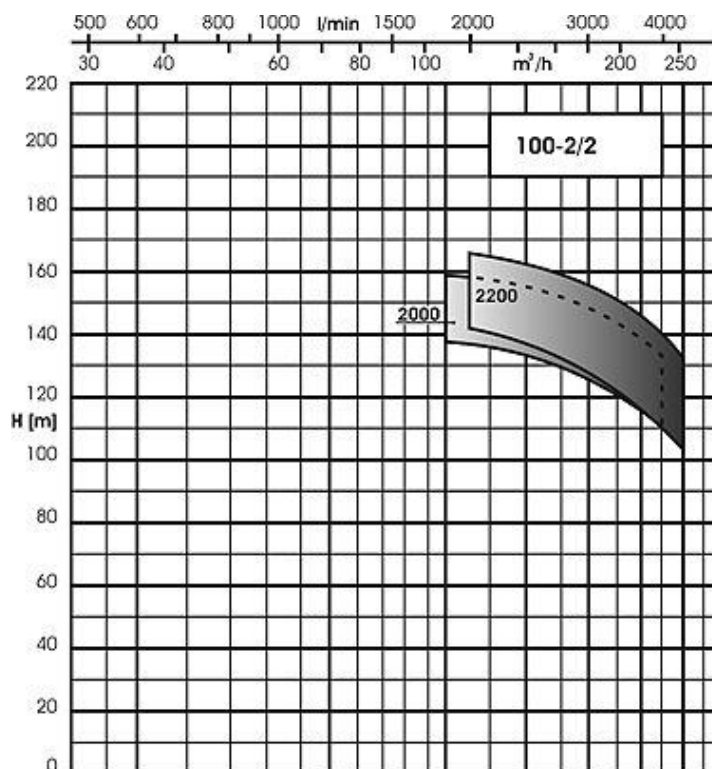
Насосні станції з приводом від двигуна внутрішнього згоряння є, напевно, найбільш мобільними і мають в порівнянні з іншими пересувними насосними станціями величезну перевагу - це максимальна мобільність, а також можливість збільшення або зменшення продуктивності та напору шляхом зміни числа обертів двигуна.

Така мобільність має велике значення в умовах роботи в місцевості, де відсутнє електропостачання, немає необхідності в монтажі та демонтажі насосно-силового обладнання, знижується рівень капіталовкладень і експлуатаційних витрат.

Отже, виходячи із вищевикладеного в дипломному проекті приймаємо пересувну насосну установку.

Відповідно до каталогу обладнання [5] в дипломному проекті прийнята пересувна насосна установка ПСМ ДНУ-215/140 (при  $Q = 66,6$  л/с і  $H = 121,52$  м).

Робочі характеристики насоса наведено на рисунку 6.1, а пересувної насосної установки ПСМ ДНУ-215/140 в таблиці 6.1.



Рисунку 5.1 – Робочі характеристики насоса серії CAPRARI [MEC-MG 100-2/2\\*](#)

Таблиця 5.1 – Основні технічні характеристики пересувної насосної установки ПСМ ДНУ-215/140

Модель насоса	серія CAPRARI (Італія)
Частота обертання насоса, об/хв	1450-2000
Модель двигуна	<u>ММЗ Д-260.4</u> (Білорусь)
Витрата палива, л/год	31,7
Діам. всмокт. фл., мм	125
Діам. напірн. фл., мм	100
Ємк. баків, л	200



Рисунок 5.2 – Зовнішній вигляд пересувної насосної установки ПСМ ДНУ-215/140

## 5.2 Побудова графіка сумісної роботи насосної установки і закритої зрошувальної мережі

Графічний спосіб визначення параметрів полягає в тому, що на поле в координатах  $H-Q$  наносять в масштабі напірну характеристику насоса  $H_n(Q)$ , а потім характеристику водогону  $H_{mp}(Q)$  і визначають точку їх перетину. Ця точка називається режимною (робочою) точкою, координати якої визначають подачу і напір насоса (рис. 6.3).

Для встановлення фактичного напору і подачі при роботі насоса на заданий водогін графічним способом необхідно на графік (див. рис. 6.3) з характеристикою насоса  $H_n(Q)$  в тому ж масштабі нанести характеристику водогону  $H_{mp}(Q)$  рівняння якого

$$H_{mp}(Q) = H_z + (1,05 \dots 1,1) \cdot A \cdot L \cdot Q_n^2, \quad (5.3)$$

де  $H_z$  – геодезичний напір, 1,05...1.1 – коефіцієнт, що враховує місцеві гідравлічні опори (в фасонних частинах і арматурі);  $A$  – питомий опір водогону ( $\text{с}^2/\text{м}^6$ );  $L$  – довжина водогону, м;  $Q_{зад}$  – подача насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Задаючись різними значеннями подачі насоса (від нуля до максимальної), визначають відповідні їм значення необхідних напорів. Результати зведено в таблицю 6.2.

Таблиця 5.2 - Координати характеристики магістрального водогону

Витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	0	16	32	48	64	66,7
Характеристика водогону, м	90,25	92,101	97,654	106,91	119,87	122,42

За даними таблиці 5.2 на графік (див. рис. 5.3.) наносять точки і з'єднують їх пологими лініями, отримавши характеристику водогону.

Робоча точка  $A$  на перетині характеристик насоса і водогону показує фактичний напір  $H_A$  і подачу  $Q_A$  при роботі насоса на заданий водогін.

Регулювання подачі насосної установки проводимо зміною частоти обертання робочого колеса. В основі цього способу покладено закон пропорційності, із якого витікає

$$Q_i = Q_0 \cdot \frac{n_i}{n_0}; \quad (5.4)$$

$$H_i = H_0 \cdot \left( \frac{n_i}{n_0} \right)^2. \quad (5.5)$$

За цими рівняннями проведено розрахунок характеристик насосної установки  $H_0=f(Q_0)$  при номінальній частоті обертання – 2000 об/хв., 1750 об/хв. і 1590 об/хв (табл. 5.3). За отриманими даними побудовані характеристики насосної установки  $H_0=f(Q_0)$  (див. рис. 5.3).

Із рисунка 5.3 бачимо, що змінюючи число обертів насоса, ми отримали необхідну подачу у закриту зрошувальну мережу. Цей спосіб регулювання не викликає додаткових втрат енергії, а напір в мережі відповідає напору, що розвиває насос. Регулювання числа обертів насоса відбувається шляхом встановлення необхідного числа обертів на валу дизельного двигуна.

Таблиця 5.3 - Параметри роботи насосної установки на водогін

Частота обертання, об/хв					
2000		1750		1590	
Q <sub>A</sub> , л/с	H <sub>A</sub> , м	Q <sub>A</sub> , л/с	H <sub>A</sub> , м	Q <sub>A</sub> , л/с	H <sub>A</sub> , м
30,0	159	26,3	121,7	23,9	100,5
33,9	158	29,7	121,0	26,9	99,9
36,1	157	31,6	120,2	28,7	99,2
40,0	155	35,0	118,7	31,8	98,0
45,0	153	39,4	117,1	35,8	96,7
50,0	149	43,8	114,1	39,8	94,2
55,0	145	48,1	111,0	43,7	91,6
60,0	139	52,5	106,4	47,7	87,9
67,0	122,5	58,6	93,8	53,3	77,4

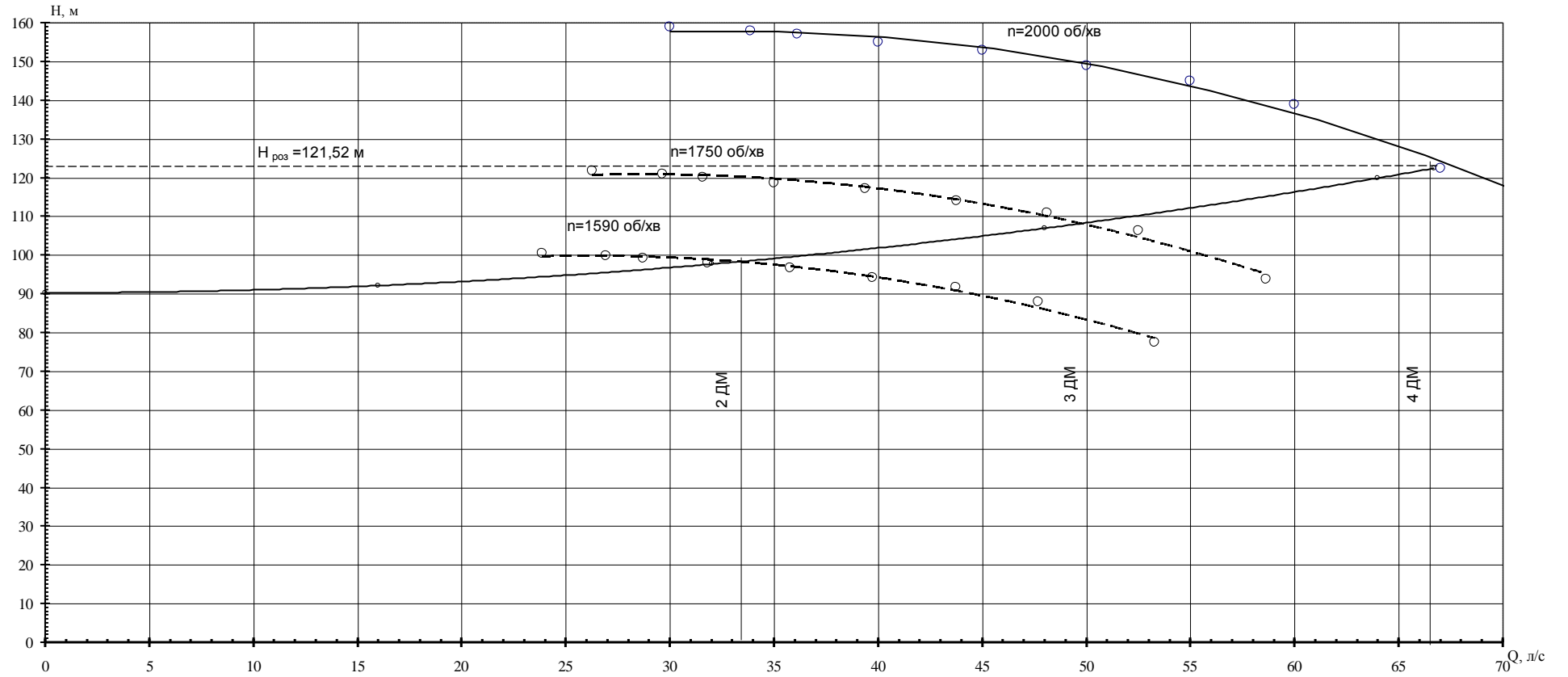


Рисунок 5.4 – Графік сумісної роботи насосної установки і закритої зрошувальної мережі при регулюванні подачі за частотою обертання

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6.1 Загальні питання безпеки

”Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності”.

“Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом)”[18].

Відповідно до закону України «Про охорону праці» на всіх підприємствах без винятку повинні бути створені належні умови праці. До таких належать:

- 1) безпечні умови праці;
- 2) здорові умови праці;
- 3) запобігання нещасним випадкам;
- 4) запобігання професійним захворюванням.

Питання охорони праці повинні бути обов'язковими при веденні будь-якої діяльності та виконанні робіт. В даній роботі при проектуванні ділянки зрошення застосовуються різні будівельні машини та обладнання при експлуатації яких необхідно дотримуватися відповідних вимог до їх безпечному використанню.

Будівельно-монтажна організація зобов'язана утримувати машини у справному стані, організовувати їх належне обслуговування, своєчасне технічне свідоцтво і ремонт.

До керування будівельними машинами допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичну комісію, атестовані спеціальною кваліфікаційною комісією і отримали відповідне посвідчення.

Часто будівельні машини мають електричний привід виконавчих механізмів, у зв'язку з чим виникає можливість ураження електричним струмом. Тому всі металеві не струмопровідні частини стаціонарних машин і механізмів, їх рельсові шляхи, обладнання, яке може опинитися під напругою, повинні мати заземлюючі пристрої. Машини повинні бути обладнані електроосвітлювальними пристроями, що забезпечують можливість роботи у темний час доби. Освітленість робочої зони повинна відповідати нормам.

Через те, що роботи по виконанню робіт проводяться на відкритому просторі, то температура нагрітих поверхонь машин, обладнання, приладів у місцях можливого дотику не повинна перевищувати 35°C. Ручні машини, маса яких перевищує 8 кг, повинні мати обладнання для підвішування. Вузли, деталі і машини, масою вище 20 кг.

Рухомі частини машин і механізмів вбудовуються у конструкцію або огорожуються кожухом. Огородження місць, що підлягають огляду, улаштовують легкоз'ємними або з можливістю відкривати їх. Всі оголені струмопровідні частини електрообладнання машини повинні бути огорожені. Елементи машин, що потребують обслуговування на висоті, повинні мати надійно закріплені площадки або драбини.



## 6.2 Нещасні випадки на роботі, що спричинені бойовими діями

“Робота у воєнний час, тим паче на територіях, де ведуться бойові дії, пов’язана з великою кількістю нових ризиків, зокрема смертельних, що призводять до погіршення умов праці в усіх галузях економіки. Результатами такого погіршення стають нещасні випадки на роботі, у тому числі групові, що є нехарактерними для мирного часу та мають наслідки різного ступеня важкості. Водночас нещасні випадки зі смертельними наслідками, спричинені проведенням бойових дій, становлять не менше половини від загального смертельного травматизму на роботі в умовах воєнного часу. Такого висновку дійшли автори на основі аналізу даних про виробничий травматизм в Україні за період з 24.02.2022 по 30.09.2022” [19].

За даними Фонду соціального страхування України, за період з 24.02.2022 року по 30.09.2022 на підприємствах України зафіксовано 592 працівники, які постраждали внаслідок бойових дій, з них 179 людини загинули.

В умовах війни додатковий травматизм може виникнути через таку небезпеку як:

- ракетний удар або обстріл;
- артилерійський обстріл;
- підрив на мінах, боєприпасах, що не вибухнули;
- вибух або вибухова хвиля;
- обвал будівлі внаслідок ракетного удару чи бомбардування;
- обстріл з танку;
- вибух резервуарів із сировиною, компонентами та готовою продукцією внаслідок ракетного удару.

В таблиці 1 наведено розподіл нещасних випадків, що спричинені бойовими діями на території України [ ]

Таблиця 6.1 – Розподіл нещасних випадків, що спричинені бойовими діями на території України

Вид події через яку стався нещасний	Кількість нещасних випадків, які сталися	Кількість групових нещасних випадків	Кількість загиблих працівників
Підриг на міні	15	8	14
Ракетний удар (обстріл)	75	32	51
Ударна хвиля від вибуху	1	5	6
Обстріл та наїзд танка на автотранспорт	2	1	1
Обвал будівлі внаслідок ракетного удару (бомбардування)	17	3	4
Артилерійський обстріл	19	10	21
Обстріл зі стрілецької зброї	6	2	7
Обстріл з танку	8	2	2
Авіаційне бомбардування або удар	14	3	8
Вибух резервуарів з вибухонебезпечною речовиною	2	1	1

### 6.3 Оцінка прогнозованої радіаційної обстановки при можливій аварії на АЕС

В цьому розділі розглянуто заходи, що необхідно передбачити на випадок аварії на Запорізькій АЕС, через її безпосередню близькість до села Іванівка ( $\approx 70$  км).

Алгоритм дій при радіаційній небезпеці.

#### 1. Що необхідно робити у разі радіаційної аварії:

- перебувати в укритті, при цьому необхідно знаходитися подалі від стін; залишатися в кімнаті без вікон та дверей; вимкнути системи вентиляції; закрити всі отвори (вологою тканиною або клейкою стрічкою); не покидати укриття, без офіційних повідомлень від органів влади;
- обов'язково слідкувати за інформацією, що надходить від офіційних джерел (ДСНС, поліція, місцева влада); також необхідно мати доступ до джерел інформації (телебачення, радіо);

- щоб знезаразити себе необхідно обережно зняти верхній одяг, потім запакувати його герметично й залишити подалі від людей і тварин;
  - якщо є можливість необхідно помитися (прийняти душ), використовуючи мийні засоби, а якщо такої можливості немає – під проточною водою з вимити руки, обличчя, відкриті ділянки шкіри. В разі неможливості скористатися водою, використовуються або вологі серветки, або волога тканина;
  - необхідно одягнути чистий одяг та допомогти тим, хто знаходиться поруч.
2. У разі радіаційної аварії необхідно вживати безпечну воду та продукти:
- використовувати воду лише у пляшках, допоки від влада не буде повідомлень про безпечність води з водопровідної мережі;
  - напої, які знаходилися в холодильнику можна вживати;
  - воду з водопровідної мережі можна використовувати для миття та технічних потреб;
  - продукти, які були герметично запаковані або зберігались в холодильнику чи морозильній камері, є безпечними й їх можна вживати.

З метою завчасної розробки заходів протирадіаційного захисту на випадок радіаційної аварії на АЕС, що розташована в місті Енергодар, на підставі виявленої прогнозованої радіаційної обстановки і її оцінки необхідно розробити невідкладні або довгострокові заходи протирадіаційного захисту для жителів міста Енергодар.

Вихідними даними для розрахунку наслідків аварії на Запорізькій АЕС (м. Енергодар) є: реактор ВВЕР-1000, швидкість вітру  $v=2\text{м/с}$ , час доби –день, кількість аварійних ЯЕР-2, процент викиду РР-30, хмарність-суцільна

Об'єкт знаходиться в Енергодарі, забудова міського типу, будинки кам'яні одно-двоповерхові.

Наприклад: аварія сталася в день, коли швидкість вітру  $v = 2$  м/с, хмарність-суцільна. Стійкість атмосфери відповідає категорії Д, а середня швидкість вітру - 2 м/хв.

За даних умов погоди і 30% викинутих радіонуклідів з ЯЕР на сліді хмари утворюються:

- зона М "радіаційної небезпеки" :  $L_M=433$  км,  $V_M=111$  км;  
 $S_M=38490$  км<sup>2</sup>;
- зона А "помірного забруднення":  $L_A=123$  км;  $V_A=24,6$  км;  
 $S_A=2380$  км<sup>2</sup>;
- зона б "сильного забруднення":  $L_B=20,4$  км;  $V_B=3,73$  км;  $S_B=59,8$  км<sup>2</sup>;
- зона В "небезпечного забруднення":  $L_B=8,87$  км;  $V_B=1,07$  км;  $S_B=7,45$  км<sup>2</sup>.

Енергодар опинився біля зовнішньої межі зони А, помірною забруднення на видаленні від осі сліду  $V_{нп} = 9,5$  км і від ЯЕР,  $R_{нп} = 45$  км.

визначається час початку формування сліду хмари на місцевості в місті Енергодар:  $t_{\phi}=4,5$  год.

визначається захищеність міста Енергодар - житлові кам'яні одноповерхові будинки -  $k_{осл} = 10$ ;

підвали кам'яних одноповерхових будинків -  $k_{осл} = 40$ ;

середньодобовий коефіцієнт захисту для звичайного режиму проживання жителів Енергодар визначається за умов час перебування жителів на відкритій місцевості  $t_{откр} = 4$  години; у будівлях - 20 годин.

Середньодобовий коефіцієнт захисту для режиму "укриття" визначається за умов:  $t_{откр}=2$  години;  $t_{зд}=12$  годин;  $t_{укр}=10$  годин.

Виходячи з характеристики місцевості, можна зробити висновок: наявність листяного лісу і трав'яного покриву зменшують ділянки де збирається пил і швидкість вітру в приземному шарі, а також повітряну міграцію радіоактивного пилу; обмежена протяжність доріг з твердим покриттям може створити певні труднощі в проведенні протирадіаційних заходів, особливо, у випадку евакуації населення із зон забруднення; рух автомобільних колон по

грунтових дорогах можливо тільки після попереднього їх посилення і в суху погоду.

Оцінка радіаційної обстановки – визначаємо потужність дози випромінювання на слідові хмари в районі м. Енергодар

- визначається коефіцієнт  
 $K_M \geq 104$  -п-к-  $Y=1041 \cdot 501000=5$ .
- по додатку 8 потужність дози випромінювання на осі сліду на відстані  $K_{\text{нп}}=45\text{км}$ , в районі м. Енергодар, складе  $P_{\text{нп}}= 1,052 \text{ мГр/год}$ ;
- по додатку 9 для категорії А і відстані від осі сліду  $B_{\text{нп}}=9,5\text{км}$ , коефіцієнт  $k_y=0,36$ ;
- час початку опромінення співпадає з часом начала формування сліду хмари на місцевості, тобто  $t_n=t_f=4,5\text{год}$ . коефіцієнт  $k < 0,66$  (приймається по першому рядку таблиці для значення 4,5 години після аварії);
- потужність дози випромінювання в районі м.Енергодар складає:  
 $1,052 \cdot 5 \cdot 0,35 \cdot 0,66 = 1,25 \text{ мГр/ч}$ .

Висновок: Для захисту жителів Енергодару від радіаційного ураження необхідно застосувати режим №5 радіаційного захисту - повна евакуація.

## 7 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЛЯНКИ ЗРОШЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

Ділянка зрошення фермерського господарства "Іванівка" в період його будівництва здійснює вплив на клімат і мікроклімат, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води. Вплив на компоненти оточуючого середовища характеризується масштабом, інтенсивністю, динамічністю і тривалістю [ ].

### 7.1 Вплив на клімат і мікроклімат

При зрошенні мікроклімат значно вологіший незрошуваних полів. У жаркі суховійні дні, коли на незрошуваних землях дефіцит вологості повітря досягає 50-60 мб, температура повітря підіймається до 38-40°C, а поверхні ґрунту до 50-60 °С. На зрошуваному полі показники всіх цих елементів на багато нижче: температура повітря – на 6-8 °С, поверхня ґрунту – на 20-25 °С і дефіцит вологості повітря – на 30-35 мб.

Загальна зволоженість території характеризується кількістю атмосферних опадів, при зрошенні дощуванням вона збільшується на величину зрошувальної норми, в даному проекті на 316,6 мм на рік. Без зрошення коефіцієнт посушливості складає 2,61, а при зрошенні – 1,3.

Масштаб впливу – 115,4 га;

Інтенсивність впливу - 316,6 мм/рік;

Динамічність впливу - в теплий період року;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

### 7.2 Вплив на ґрунтовий покрив

Ґрунти масиву зрошення – переважно чорноземи звичайні малогумусні потужні легкосуглинкові на площі 115,4 га. Вони характеризуються потужністю гумусового горизонту 76-85 см і вмістом гумусу 3,5-4,3 %. Ґрунтоутворюючі породи – еолово-делювіальні лесоподібні важкі суглинки.

На ґрунтовий покрив здійснюють вплив наступні види проектної діяльності:

- штучне зрошення ґрунтів дощувальними машинами, іригаційна ерозія, ущільнення поверхні ґрунту та виникнення ґрунтової корки на площі 115,4 га;
- прискорений винос корисних біогенних органічних та мінеральних речовин шляхом більш інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва на зрошувальній ділянці з підвищеною врожайністю с-г культур на площі 115,4 га;
- вірогідність вторинного засолення, осолонцювання ґрунтів на площі 115,4 га через підйом мінералізованих ґрунтових вод в улоговині стоку до поверхні під впливом зрошення.

Для захисту ґрунтового покриву зрошувальної ділянки проектом передбачається:

1. Для захисту від іригаційної ерозії та ерозійного розмиву при дощуванні проектом застосовано використання поливної техніки шлангобарбанного типу з інтенсивністю дощу 0,28 мм/хв, що не перевищує всмоктуючу здатність ґрунту (0,50 мм/хв.), науково-обґрунтовані поливні норми максимум 450 м<sup>3</sup>/га.

Масштаб впливу - на всій площі зрошення 115,4 га;

Інтенсивність впливу - 0,28 мм/хв., 450 м<sup>3</sup>/га;

Динамічність впливу - в теплий період року;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

2. Для компенсації втрати ґрунтом родючості передбачено внесення підвищених норм мінеральних і органічних добрив (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 - Норми внесення добрив на зрошуваній сівозміні

№ п/п	Найменування сільськогосподарської культури	Норми внесення в діючій речовині, кг/га			Перегній, т/га
		N	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O	
1	Картопля рання	180	120	30	40
2	Люцерна 2-го року	0	45	50	-
3	Люцерна 3-го року	0	45	50	-
4	Огірки	120	120	60	10
5	Томати	120	120	60	40
6	Цибуля	60	60	40	10
В середньому на сівозміну:		80	85	48	25

Інтенсивність впливу - N – 80 кг/га, K<sub>2</sub>O – 85 кг/га, P<sub>2</sub>O – 48 кг/га; перегній – 25 т/га.

Динамічність впливу - під зяблеву оранку, під посів, вегетаційна підкормка добривами, розчиненими в поливній воді;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

3. Грунтові води на ділянці зрошення знаходяться на глибині 3-5 м. Під впливом зрошення буде здійснюватись поступовий підйому їх на ділянці зрошення з середньою інтенсивністю 0,63 м/рік.

Підйом ґрунтових вод на ділянці зрошення може призвести до вторинного засолення, осолонцювання, заболочення ґрунтів в днищі улоговини стоку на площі 115,4 га. Для запобігання цього явища проектом передбачено будівництво одиночної свердловини.

Масштаб впливу – 115,4 га;

Динамічність впливу - максимум у весняний період;

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.



### 7.3 Вплив на поверхневі води

Найближчий до масиву зрошення водний об'єкт – Каховське водосховище.

На поверхневі води поблизу ділянки зрошення здійснюють вплив наступні види проектної діяльності:

- скид поверхневих снігових і дощових вод з ділянки зрошення, забруднених продуктами ерозії, хімічними добривами, отрутохімікатами і пестицидами.

Річний виніс сорбованого та розчиненого азоту поверхневим стоком визначається за формулою

$$B_N^{nc} = \omega \cdot (K_2 N_y + 0,002 N_0 + 0,66 N_n + N_6) + \gamma (K_1 N_y + 0,002 N_0 + 0,07 N_n), \quad (7.1)$$

де  $B_N^{nc}$  - річний виніс азоту поверхневим стоком, кг/га;  $N_y$  - 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;  $N_6$  - вміст мінерального азоту в орному шарі, 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 врожаю сільськогосподарських культур,  $K_1 = 0,03$ ;  $K_2$  - коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами азотних добрив,  $K_2 = 0,35$ ;  $\omega$  - коефіцієнт, що характеризує долю виносу азоту з поверхні орного шару ґрунту (для чорноземів звичайних і південних  $\omega = 2,8 \cdot 10^{-5}$ );  $\gamma$  - коефіцієнт, що характеризує долю виносу розчиненого азоту поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі ґрунту (для чорноземів звичайних і південних  $\gamma = 6 \cdot 10^{-3}$ ).

Річний виніс сорбованого фосфору поверхневим стоком ( $B_p^{nc}$ ) визначаються за формулою [20]

$$B_p^{nc} = \omega \cdot (n_2 P_y + n_3 P_0 + n_4 P_n + P_6), \quad (7.2)$$

де  $P_y$  - норма внесення мінерального добрива, кг/га;  $P_0$  - норма внесення органічного добрива, кг/га;  $P_n$  - вміст мінерального рухливого фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних  $P_n = 520$  кг/га);  $P_v$  - ваговий вміст фосфору в орному шарі (для чорноземів звичайних  $P_v = 6300$  кг/га);  $n_2$  - коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухливого фосфору після виносу його сільськогосподарськими культурами (для легкосуглинкових ґрунтів  $n_2 = 0,26$ );  $n_3$  - коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість фосфору після виносу його із органічного добрива урожаєм сільськогосподарських культур (для важких ґрунтів  $n_3 = 0,28$ );

Річний виніс сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком ( $B_k^{nc}$ ) визначається за формулою [20]

$$B_k^{nc} = \omega \cdot (0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_g + K_g) + \gamma [(0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_g) \cdot 0,018], \quad (7.3)$$

де  $K_y$  - норма внесення мінерального добрива, кг/га;  $K_0$  - норма внесення органічного добрива, кг/га;  $K_g$  - ваговий вміст калію в поверхневому шарі ґрунту, кг/га, (для чорноземів звичайних  $K_g = 52000$  кг/га).

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

$$C_{NO_3^-}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}; \quad (7.4)$$

$$C_{NH_4^+}^{nc} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}; \quad (7.5)$$

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 м<sup>3</sup>/га;

$\alpha, \beta$  - коефіцієнти, що характеризують вміст нітратів та амонієвого азоту в поверхневому стоці;  $\Phi$  - модульний коефіцієнт для переходу від середньорічних концентрацій до максимальних для розрахункового періоду і розрахункової забезпеченості (в даному випадку  $\Phi = 0,56$ ).

Величини коефіцієнтів  $\alpha$  та  $\beta$ , 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  $\beta=0,24$ .

Об'єм поверхневого стоку знайдемо за картами ізоліній –  $0,56$  л/(с·км<sup>2</sup>),  $C_v=0,91$ , а  $C_s=2 C_v$ . При проектуванні зрошувальних систем підбирають гідрологічні дані для року 75-% забезпеченості. Отже  $K_{75\%}=0,36$ , тоді модуль стоку  $M_{75\%}=0,56 \cdot 0,36=0,2$  л/(с·км<sup>2</sup>). Шар стоку  $h_{75\%}=31,5 \cdot 0,2=6,3$  мм. Отже об'єм поверхневого стоку складе  $W^{ПС}=63$  м<sup>3</sup>/га.

Концентрація нітратів в поверхневому стоці для розрахункового гідрологічного періоду дорівнює

$$C_{NO_3}^{nc} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}; \quad (7.6)$$

Концентрація фосфору в поверхневому стоці ( $C_p^{nc}$ ) визначається за формулою

$$C_p^{nc} = \frac{B_p^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.7)$$

де  $B_p^{nc}$  - річний винос сорбованого фосфору поверхневим стоком, кг/га.

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

$$C_k^{nc} = \frac{B_k^{nc} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{nc}}, \quad (7.8)$$

де  $B_k^{nc}$  - річний винос калію поверхневими стоками, кг/га.

Значення виносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту виконуємо в табличній формі (табл. 8.2.).

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 115,4 га;

Інтенсивність впливу - річний виніс речовин: N – 0,418 кг/га, K<sub>2</sub>O – 1,518 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,181 кг/га; концентрація речовин у поверхневому стоці: NO<sub>3</sub> – 14,39 мг/л, NH<sub>4</sub>=1,14 г/л, P – 1,61 г/л, K – 13,5 г/л;

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

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

При призначеній системі внесення мінеральних та органічних добрив, деякі концентрації речовин у поверхневому стоці перевищують гранично допустимі, тому необхідно застосовувати відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин поверхневим стоком.

Крім поверхневого стоку на зрошувальному масиві передбачається і дренажний стік з річним об'ємом 32,5 тис. м<sup>3</sup>.

Річний виніс азоту дренажним стоком визначається за формулою [20]

$$B_N^{Др} = \frac{(K_1 N_y + 0,0002 N_0 + 0,07 N_n) \cdot W^{Др} \cdot \Psi}{W^{Пр} \cdot W^{Др}}, \quad (7.9)$$

де  $B_N^{Др}$  - річний виніс азоту дренажним стоком, кг/га;  $N_y$  - 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;  $K_1$  - коефіцієнт, що характеризує кількість рухливих форм азоту в орному шарі після фіксації ґрунтом і засвоєння мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, виносом врожаю сільськогосподарських культур,  $K_1 = 0,03$ ;  $K_2$  - коефіцієнт, що характеризує кількість азоту в орному шарі фіксованого ґрунтом і засвоєного мікроорганізмами азотних добрив,  $K_2 = 0,35$ ;  $W^{Др}$  - об'єм дренажного стоку, м<sup>3</sup>/га;  $W^{Пр}$  - запаси вологи (3166 м<sup>3</sup>/га);  $\Psi$  - коефіцієнт, що враховує зміни величини виносу в залежності від водності року (0,25).

Таблиця 7.2 - Об'єм виносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично допустимі концентрації в поверхневому стоці

№ поля в сіво-зміні	Площа поля га	Річний виніс речовин, кг/га			Концентрація речовин в поверхневому стоці, мг/л				Гранично-допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	17,2	0,382	0,181	1,514	4,36	0,346	0,533	4,462	40,0	0,5	0,1	50,0
2	17,2	0,379	0,181	1,513	13,05	1,04	1,61	13,45				
3	17,2	0,379	0,181	1,513	13,05	1,04	1,61	13,45				
4	17,2	0,382	0,181	1,514	4,36	0,346	0,533	4,462				
5	17,2	0,378	0,181	1,514	4,31	0,342	0,533	4,462				
6	17,2	0,378	0,181	1,513	13,05	1,04	1,61	13,45				

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

$$C_{NO_3}^{Др} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \alpha \cdot \Phi}{W^{nc}}; \quad (7.10)$$

$$C_{NH_4}^{Др} = \frac{1,28 \cdot 10^3 \cdot B_N^{nc} \cdot \beta \cdot \Phi}{W^{nc}}; \quad (7.11)$$

Річний виніс розчинного фосфору дренажним стоком ( $B_p^{Др}$ ) визначаються за формулою [20]

$$B_p^{Др} = \frac{n_1 \cdot W_{op}^{Др} \cdot W^{Др}}{W_{op}^{Др} + W^{Др}}, \quad (7.12)$$

де  $n_1$  - величина, що характеризує вміст розчинного фосфору (0,0017);

$W_{op}^{Др}$  - запас вологи в орному горизонті ґрунту (608 м<sup>3</sup>/га).

Концентрація фосфору в дренажному стоці ( $C_p^{nc}$ ) визначається за формулою

$$C_p^{nc} = \frac{B_p^{Др} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{Др}}, \quad (7.13)$$

Річний виніс розчиненого калію поверхневим стоком ( $B_k^{nc}$ ) визначається за формулою [ ]

$$B_k^{nc} = \frac{((0,2K_y + 0,0012K_0 + 0,008K_g) \cdot 0,018) \cdot W^{Др} \cdot \Psi}{W^{Пр} + W^{Др}}, \quad (7.14)$$

де  $K_g$  - валовий вміст калію в орному шарі (6300 кг/га).

Концентрація калію в дренажному стоці ( $C_k^{Др}$ ) розраховується за формулою

$$C_k^{Др} = \frac{B_k^{Др} \cdot 10^3 \cdot \Phi}{W^{Др}}, \quad (7.15)$$

де  $B_k^{nc}$  - річний винос калію поверхневими стоками, кг/га.

Значення вносу та концентрацій біогенних речовин у поверхневому стоці з масиву зрошення, а також гранично допустимі концентрації даних речовин у поверхневому стоці для водного об'єкту виконуємо в табличній формі (табл. 7.3.).

Таблиця 7.3 - Об'єм вносу біогенних речовин, їх концентрація та гранично допустимі концентрації в дренажному стоці

№ поля в сівозміні	Площа поля, га	Річний виніс речовин, кг/га			Концентрація речовин в дренажному стоці, мг/л				Гранично допустимі концентрації речовин, мг/л			
		N	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K
1	17,2	0,797	0,080	0,038	6,79	0,54	0,18	0,08	40,0	0,5	0,1	50,0
2	17,2	0,391	0,080	0,018	3,34	0,26	0,18	0,04				
3	17,2	0,391	0,080	0,018	3,34	0,26	0,18	0,04				
4	17,2	0,797	0,080	0,038	6,79	0,54	0,18	0,08				
5	17,2	0,797	0,080	0,038	6,79	0,54	0,18	0,08				
6	17,2	0,797	0,080	0,043	6,79	0,54	0,18	0,09				
В серед.		0,662	0,080	0,032	5,640	0,447	0,180	0,068				

Масштаб впливу – на всій площі зрошення 103,2 га;

Інтенсивність впливу - річний винос речовин: N – 0,662 кг/га, K<sub>2</sub>O – 0,080 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,032 кг/га; концентрація речовин у дренажному стоці: NO<sub>3</sub> – 5,64 мг/л, NH<sub>4</sub>=0,447 г/л, P – 0,18 г/л, K – 0,068 г/л;

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

Тривалість впливу - постійно на весь період експлуатації.

При призначеній системі внесення мінеральних та органічних добрив, деякі концентрації речовин у дренажному стоці дещо перевищують гранично допустимі, тому необхідно застосовувати відповідні заходи для зменшення виносу біогенних речовин дренажним стоком.

Для захисту водних ресурсів Каховського водосховища від забруднення продуктами ерозії, хімічними добривами отрутохімікатами і пестицидами, проектом передбачені наступні заходи: [20]

#### 1. Організаційно-господарчі:

- - дотримання правил транспортування, зберігання і внесення добрив і пестицидів;
- заборона використання добрив по сніговому покриву;
- дотримання норм застосування добрив і пестицидів і їх рівномірний розподіл по площі сільгоспугідь;
- виключення авіа обробки посівів у випадках відсутності умов для її безпечного застосування;
- - поєднання хімічних обробок посівів з агротехнічними біологічними методами боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами;
- - застосування пестицидів згідно „Списку хімічних і біологічних засобів боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами, дозволених до використання в сільському господарстві” Державною комісією по хімічним засобам боротьби з шкідниками, хворобами рослин і бур'янами при Міністерстві сільського господарства і заготівель України з відповідними доповненнями на поточний рік;

- 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.

## 2. Агротехнічні заходи:

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

При застосуванні пестицидів необхідно:

- визначати необхідність хімічних обробок, встановити мінімальні дози витрат пестицидів;
- застосовувати гранульовані форми ґрунтових пестицидів;
- застосовувати пестициди короткочасної дії.

## 3. Гідромеліоративні заходи:

- 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;
- проведення розорювання земель паралельно берегової смуги водойми із залишенням лугової смуги;
- регулювання інтенсивності дощування при зрошенні, недопускання поверхневого стоку зрошувальної води.

## 4. Гідротехнічні заходи:



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

#### 5. Лісомеліоративні заходи:

- влаштування водоохоронних лісосмуг по межах берегових захисних смуг і водоохоронних зон.

#### 7.4 Вплив на підземні води

Найближчий до поверхні ґрунту горизонт ґрунтових вод, приурочений до відкладень палеогену і неогену.

Потужність водної товщі 3-15 м, глибина залягання рівнів приблизно 3,1 – 5,5м, інколи менше 3х метрів. Залягаючи першим від поверхні, цей горизонт є безнапірним з дебітом від 0,2 до 1,1 л/с. Мінералізація досягає 2,1г/л при жорсткості 11-23 мг-екв. Склад води переважно хлоридно-натрієвий.

На ділянці зрошення, по мірі збільшення ґрунтового потоку в балку, підйом рівнів ґрунтових вод буде поступово затухати до його стабілізації. Для спостереження (моніторингу) за рівневим режимом і хімічним складом ґрунтових вод на ділянці зрошення проектом передбачено устрій однієї спостережливої свердловин [20].

При зрошенні порушується водно-сольовий баланс ґрунтових вод: разом із поливною водою в ґрунт надходять розчинні або зважені солі, які можуть вплинути на хімічний склад ґрунтових вод.

Для недопущення негативного впливу рекомендується:

- обмежене застосування азотних добрив восени;

- внесення добрив у вегетаційний період невеликими нормами;
- застосування гербіцидів і отрутохімікатів короткострокової дії, які швидко розчиняються на нешкідливі речовини;
- відмова від внесення добрив по сніговому покриву.

Заходи, які виключають хімічний захист рослин:

- освоєння та суворе дотримання сівозміни;
- посів в оптимальні строки насінням першого класу, які стійкі до хвороб і шкідників;
- ізолювання насінневого матеріалу від товарної та фуражної продукції;
- термічне протравлювання насіння;
- внесення добрив в оптимальні строки;
- застосування інтенсивного обробітку ґрунту;
- обкошування бур'янів до цвітіння на краю лісосмуг, обочин та доріг.

При виконанні вказаних заходів забруднення підземних вод отрутохімікатами і мінеральними добривами практично виключається.

## ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі виконано «Проект ділянки зрошення в фермерському господарстві «Іванівка» Василівського району Запорізької області на площі 103,2 га.

Беручи до уваги сільськогосподарські культури і рельєф ділянки зрошення обраний полив дощуванням, а поливні машини - шлангобарабанні дощувальні установки RAINSTAR E11 фірми BAUER.

На ділянці зрошення передбачається вирощування таких сільськогосподарських культур як, картопля рання плюс літній посів люцерни, люцерна 2-го та 3-го років, огірки, томати та цибуля.

Виходячи з кліматичних умов, водоспоживання культур і способу поливу був виконаний розрахунок режиму зрошення кожної культури шестипільної сівозміни. Проте спочатку за ретроспективним рядом років вибрали рік – модель 75%-вої забезпеченості (1975, 1986, 1968, 1951, 1948 роки). Розрахували поливну норму сільськогосподарських культур за формулою О.М. Костякова, яка склала 250-450 м<sup>3</sup>/га. Склали неукомплектований графік поливу сільськогосподарських культур, при цьому гідромодуль складав 0,75 л/(с·га), витрата  $Q_{\max}=80$  л/с, після укомплектування графіка під витрату дощувальних машин, гідромодуль склав 0,6 л/(с·га), а максимальна витрата  $Q_{\max}=64$  л/с.

В проекті була запроектована зрошувальна мережа у вигляді закритих трубопроводів під дощувальну установку марки E11 RAINSTAR.

В залежності від витрати води і вільного напору був виконаний гідравлічний розрахунок зрошувальної мережі на масиві, підібраний матеріал і діаметр труб зрошувальної системи. Вода подається на поля по сталевим трубопроводам діаметром –200 мм.

На основі гідравлічних розрахунків виконали побудову поздовжнього профілю зрошувального трубопроводу.

По максимальній витраті підібрали насосну установку. В даному проєкті це пересувна насосна установка ПСМ ДНУ-215/140.

В роботі проведена оцінка впливу на довкілля. Для захисту водних ресурсів Каховського водосховища від забруднення продуктами ерозії, хімічними добривами отрутохімікатами і пестицидами, проєктом передбачені наступні заходи: організаційно-господарські, агротехнічні, гідромеліоративні, гідротехнічні та лісомеліоративні.

Отримані техніко-економічні показники проєкту будівництва ділянки зрошення в ФГ «Іванівка» Василівського району Запорізької області підтверджують ефективність розглянутих в даному проєкті меліоративних заходів по поліпшенню використання зрошуваних земель.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас почв Украинской ССР / Крупский Н.К., Полупан Н.И. – К.: Урожай, – 1979. – 159 с.
2. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Маринич О.М. та ін. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. Бажана
3. Доценко В.І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навчальний посібник/ В.І.Доценко, В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с. ISBN 978-966-289-009-9
4. Інструкція з іригаційної оцінки якості природних вод України, КДІ 0497055-01-92. Держводгосп України, Українська академія аграрних наук, Український науково-дослідний інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н.Соколовського: Введ.18.03.92. – Харків. – 1992. – 25 с.
5. Каталог насосов, применяемых в мелиорации / Росоргтехводстрой. М., 1989. – 227 с.
6. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з розрахунку режиму зрошення сільськогосподарських культур / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпропетровськ, 2000. – 92 с.
7. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. – К.: Аграрна наука, 2009. – 624 с. ISBN 978-966-540-289-3
8. Рекомендації для агроформувань щодо застосування поверхневого поливу в межах діючих зрошувальних систем (світовий та вітчизняний досвід) – Київ, 2002. – 43с.
9. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво „Світ”, 2000. - 114с.
10. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. Монографія. – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.
11. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2011. – 480 с. ISBN 978-966-699-615-5/

- 12.Справочник агрогидрологических свойств почв Украинской ССР/ А.А.Мороз – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1965. – 550 с.
- 13.Справочник по гидравлике / Большаков В.А. – К.: Вища школа, 1984. – 343с.
14. Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 607с.
- 15.Справочник по климату СССР, вып. 10, ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 696с.
- 16.Енциклопедія сучасної України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-11146>
- 17.Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994. – 328 с.
- 18.ЗАКОН УКРАЇНИ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>
- 19.Дії у надзвичайних ситуаціях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/uk/abetka-bezpeki/diyi-naselennya-v-umovax-nadzvicainix-situacii-vojenного-xarakteru>.
20. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з дисципліни «Основи раціонального природокористування та природооблаштування» за ОПП «Водна інженерія та водні технології» зі спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти/В.І.Доценко, Т.І. Ткачук. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 42 с.

# Додатки