

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Економіко-екологічне обґрунтування можливості комплексного
використання Барабойського водосховища
в Біляївському районі Одеської області

Виконала магістр 2-го року навчання
групи МНЗ-2г (зао)
спеціальність: 103 «Науки про Землю»
освітня програма: «Комплексне
використання водних ресурсів»
Сивоволенко Марія Вікторівна

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач
Тодорова Олена Іванівна

Консультант _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Сербов Микола Георгійович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра гідрології суші

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

д-р геогр.наук, проф.

Шакірманова Ж.Р.

“26” жовтня 2018 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Сивоволенко Марія Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Економіко-екологічне обґрунтування можливості комплексного використання Барабойського водосховища в Біляївському районі Одеської області»

керівник роботи Тодорова Олена Іванівна, канд.геогр. наук, ст.викладач,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “05”10.2018 року №271-С

2. Строк подання студентом роботи 07.12.2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: Місцеположення об'єкту – Біляївський район Одеської області Джерело зрошення – Барабойське водосховище. Культури сівозміни, спосіб поливу і дощувальна техніка: приймається по курсовому проекту Для розрахунків використовуються дані водогосподарського паспорта водосховища.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка фізико-географічна характеристика району дослідження.

2.клімат (температура, опади, випаровування), необхідність в зрошенні, зрошувальна здатність вододжерела, рівні і витрати води джерела зрошення, якість води, гідрологічні і водогосподарські розрахунки, напрямок використання земель, розрахунки режиму зрошення елементів техніки поливу, визначення зрошувальної норми і загальної витрати системи, заходи з охорони навколишнього природного середовища

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Карто – схеми: фізико - географічного положення, план – схема зрошувальної мережі, укомплектований і не укомплектований графіки поливу.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Опис короткої фізико - географічної характеристики досліджуваного району	29.10 - 04.11.2018	95	Відмінно
2	Характеристика Барабойського водосховища	05.11 - 11.11.2018	88	Добре
3	Гідрохімічна оцінка та водогосподарські розрахунки водосховища	12.11 – 19.11.2018	88	Добре
	Рубіжна атестація	12.11 – 18.11.2018	90	Відмінно
4	Розрахунки режиму зрошення с/г культур. Побудова і укомплектування графіка гідромодуля і графіка поливу	20.11 - 26.11.2018	90	Відмінно
5	Заходи щодо охорони навколишнього природного середовища	27.11 - 02.12.2018	88	Добре
	Оформлення роботи	03.12 - 07.12.2018	90	Відмінно
	Перевірка роботи на плагіат, підготовка презентації, доповіді	07.12 - 23.12.2018		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	Відмінно

Студент _____ Сивоволенко М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Тодорова О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студентки гр. МНЗг-2 (зао)
Сивоволенко М.В. на тему «Економіко-екологічне обґрунтування можливості комплексного використання Барабойського водосховища в Біляївському районі Одеської області»

Актуальність теми. Актуальним питанням для України є підвищення ролі меліорованих земель у продовольчому та ресурсному забезпеченні держави, зменшення залежності сільськогосподарського виробництва від несприятливих природно-кліматичних умов, поліпшення екологічного стану та забезпечення екологічно безпечних умов експлуатації меліоративних систем

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є оцінити вплив зрошення на урожайність культур сівозміни залежно від ґрунтово-кліматичних умов їхнього вирощування та вплив зрошення на навколишнє природне середовище.

Задачі досліджень включають обґрунтування умов та обсягів (співвідношення) застосування способів поливу для зрошення різноманітних сільськогосподарських культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов їхнього вирощування, наявності, конструкції і технічного стану існуючої мережі зрошувальних систем, а також оцінку доцільності зрошення в межах досліджуваного періоду.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є Барабойське водосховище. Предмет дослідження - визначення ефективності використання зрошуваних земель та покращення якості води в ньому.

Методи дослідження. При виконанні роботи використовуються технічні, водогосподарські, економічні розрахунки, графічні фізико-статистичні побудови.

Результати, їх новизна полягають у визначенні екологічної надійності, економічної доцільності застосування зрошення в умовах зміни теплових ресурсів та ресурсів зволоження.

Теоретичне та практичне значення. Проведені дослідження щодо доцільності зрошення в сучасних умовах вирощування сільськогосподарських культур, допоможуть надати практичні рекомендації в виборі їх ефективного використання для Одеської області та визначити можливі ризики.

Структура і обсяг роботи:

кількість сторінок –125;

кількість рисунків –11;

кількість таблиць –16;

кількість літературних джерел – 18.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВОДОСПОЖИВАННЯ, ВОДНІ РЕСУРСИ, ВОДОГОСПОДАРСЬКІ РОЗРАХУНКИ, ЗРОШЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ.

SUMMARY

Master's qualification work of student gr. MNZ-2g (zao) Syvovolenko M.V. on the theme “Economic and environmental substantiation of the integrated use of the Baraboi reservoir in the Bilyaivsky District of the Odessa Oblast”.

Actuality of theme. The urgent issues for Ukraine are increasing the role of land amelioration in food and resource provision of the state, reducing the dependence of agricultural production on adverse natural and climatic conditions, improving the ecological status and ensuring environmentally safe conditions for exploitation of amelioration systems.

The purpose and tasks of the study. The purpose of the work is to evaluate the effect of irrigation on crop rotation crop yields, depending on the soil and climate conditions of their cultivation and the impact of irrigation on the environment.

The objectives of the research include the substantiation of the conditions and volumes (ratios) of the application of irrigation methods for irrigation of various crops depending on the soil and climate conditions of their cultivation, the availability, design and technical condition of the existing network of irrigation systems, as well as the assessment of irrigation suitability within the studied period.

Object and subject of research. The object of research is the Baraboi reservoir. The subject of the study is to determine the effectiveness of using irrigated land and improve the quality of water in it.

Research methods. When performing work, technical, water management, economic calculations, graphical physical-statistical constructions are used.

The results, their novelty are the determination of environmental reliability, the economic feasibility of using irrigation in conditions of change of thermal resources and moisture resources.

Theoretical and practical significance. Studies on irrigation expediency in modern conditions of crop cultivation will help to provide practical recommendations in choosing their effective use for the Odesa region and to identify possible risks.

Structure and scope of work:
number of pages - 125;
number of drawings -16;
number of tables -11;
number of literary sources-18.

KEY WORDS: WATER SUPPLY, WATER RESOURCES, WATER SUPPLY COSTS, GROWTH, EFFICIENCY OF USE.

ЗМІСТ

Анотація.....	4
Вступ.....	8
1 Характеристика району дослідження.....	10
1.1 Рельєф, геологія і гідрогеологія	10
1.2 Кліматичні умови.....	13
1.3 Ґрунтово-меліоративні умови	20
2 Характеристика Барабойського водосховища	25
2.1 Коротка характеристика водосховища	25
2.2 Склад і характеристика гідротехнічних споруд.....	27
2.3 Рівневий режим водосховища.....	30
2.4 Характеристика якості води у водосховищі	38
3 Водогосподарські розрахунки	46
3.1 Загальні положення.....	46
3.2 Водогосподарські розрахунки Барабойського водосховища	48
4 Використання водних ресурсів водосховища	53
4.1 Обґрунтування способу зрошування і техніки поливу	53
4.2 Розрахунки режиму зрошення культур сівозміни.....	56
4.3 Визначення поливної і зрошувальної норми провідної	57
культури.....	
4.4 Побудова й укомплектування графіка гідромодуля і графіка	67
поливу сівозмінної ділянки	
4.5 Розрахунок елементів техніки поливу. Дощувальна машина	78
«Bauer Centerliner» 168 CLS	
5. Зрошувальна, водозбірно-скидна і дренажна мережі.....	90
5.1 Визначення розрахункових витрат зрошувальної мережі.....	90
5.2 Обґрунтування необхідності побудови водозбірної мережі	95
5.3 Внутрішньосистемні польові і експлуатаційні дороги,	96
лісосмуги.....	

		7
5.4	Організація експлуатації.....	100
6	Розрахунки економічної доцільності зрошення	107
7	Заходи щодо охорони природного середовища.....	113
8	Загальні положення з техніки безпеки	118
	Висновки.....	122
	Список використаної літератури.....	124

ВСТУП

Актуальність теми: Об'єкт дослідження (Барабойське водосховище) знаходиться в Біляївському районі Одеської області, кліматична особливість якої полягає в тому, що головним лімітуючим фактором, який обмежує величину врожайності, є нестача вологи, яку компенсує зрошення.

Проте останніми роками ефективність зрошення знижується, що пояснюється низкою причин: недостатнім матеріально-технічним забезпеченням поливного землеробства й недоліками в експлуатації зрошувальних систем, погіршенням еколого-меліоративного стану земель, недостатньою зацікавленістю і відповідальністю землекористувачів за стан поливного землеробства. До цих факторів належить і неповне використання наукових розробок, недостатнє інформаційне забезпечення господарств[2].

Тому актуальною є задача проведення відповідних розрахунків для визначення ефективності використання зрошуваних земель.

Об'єктом дослідження було обрано Барабойське водосховище.

Предмет дослідження – визначення ефективності використання зрошуваних земель та покращення якості води у водосховищі.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є виконання відповідних розрахунків з метою покращення комплексного використання водних ресурсів Барабойського водосховища,

Задачі досліджень включають проведення оцінки якості води за гідрохімічними показниками в Барабойському водосховищі та можливість її використання для зрошення та інших видів водокористування

Задачі досліджень включають:

- обґрунтування доцільності зрошення з водосховища, наявність та технічний стан зрошувальної мережі;
- оцінка використання водосховища для риборозведення та інших видів водокористування;

- обґрунтування вибору культур сівозміни на зрошуваних землях, залежно від їх ринкової конкурентоспроможності.
- оцінка якості води та можливості використання її для зрошення та інших видів водокористування;
- обґрунтування заходів щодо збереження та відтворення родючості зрошуваних ґрунтів.

Методи дослідження. При виконанні роботи використовуються технічні, водогосподарські, економічні розрахунки, графічні фізико-статистичні побудови.

Вихідні дані. В роботі використано багаторічні матеріали спостережень за хімічним складом води у пунктах моніторингу лабораторії ДБУВР

Новизна дослідження полягає у виявленні багаторічних закономірностей зміни хімічного складу води та її якості в умовах антропогенного навантаження

Очікувані результати. Проведення порівняльної характеристики оцінки якості води за різними методиками для обґрунтування системи заходів щодо збереження і охорони водних ресурсів та їх комплексного використання у Барабойському водосховищі

Практична значимість роботи. Аналіз отриманих результатів надасть можливість визначити економічну ефективність зрошення з даного водосховища, заходи щодо покращення комплексного використання озера та якості води в ньому.

1. Характеристика району дослідження

1.1 Рельєф, геологія і гідрогеологія

Природні умови Біляївського району характеризуються рівнинним рельєфом, посушливим степовим кліматом. Головне природне багатство Біляївського району — його земельні ресурси, що представлені чорноземними ґрунтами з високою родючістю, які у сполученні з теплим степовим кліматом формують високий агропромисловий потенціал району.

Барабойське водосховище – це не велике руслове водосховище на річці Барабой, розташоване в Біляївському районі Одеської області України (0,75 км на північний захід від с. Мирне, відстань 43,6 км до устя р. Барабой). На березу водосховища розташоване місто Теплодар[1].

Біляївський район розташований в центральній частині Одеської області, прилягає до м. Одеса та є приміським районом.

Барабойське водосховище є наливним Дністровською водою [1].

У геологічному відношенні територія віднесена до північного крила Причорноморського артезіанського басейну.

Рельєф території сформувався протягом тривалого геологічного часу в результаті складної взаємодії екзогенних і ендегенних факторів. У рельєфі, перш за все, позначилися тектонічні, особливо неотектонічні рухи, дією їх обумовлений загальний нахил геологічних нашарувань і поверхні території на південь.

Розглянута територія розташована в межах Причорноморської низовини, яка поступово знижується на південний захід - від 150-160 м до 20-30 м. Поверхня її – полого-хвиляста і плоска лесова рівнина, розчленована долинами, ярами і балками, глибина яких 60-80 м на півночі низовини і 10-20 м на півдні [2].

Карта-схема розташування Барабойського водосховища представлена на рисунку 1.1.

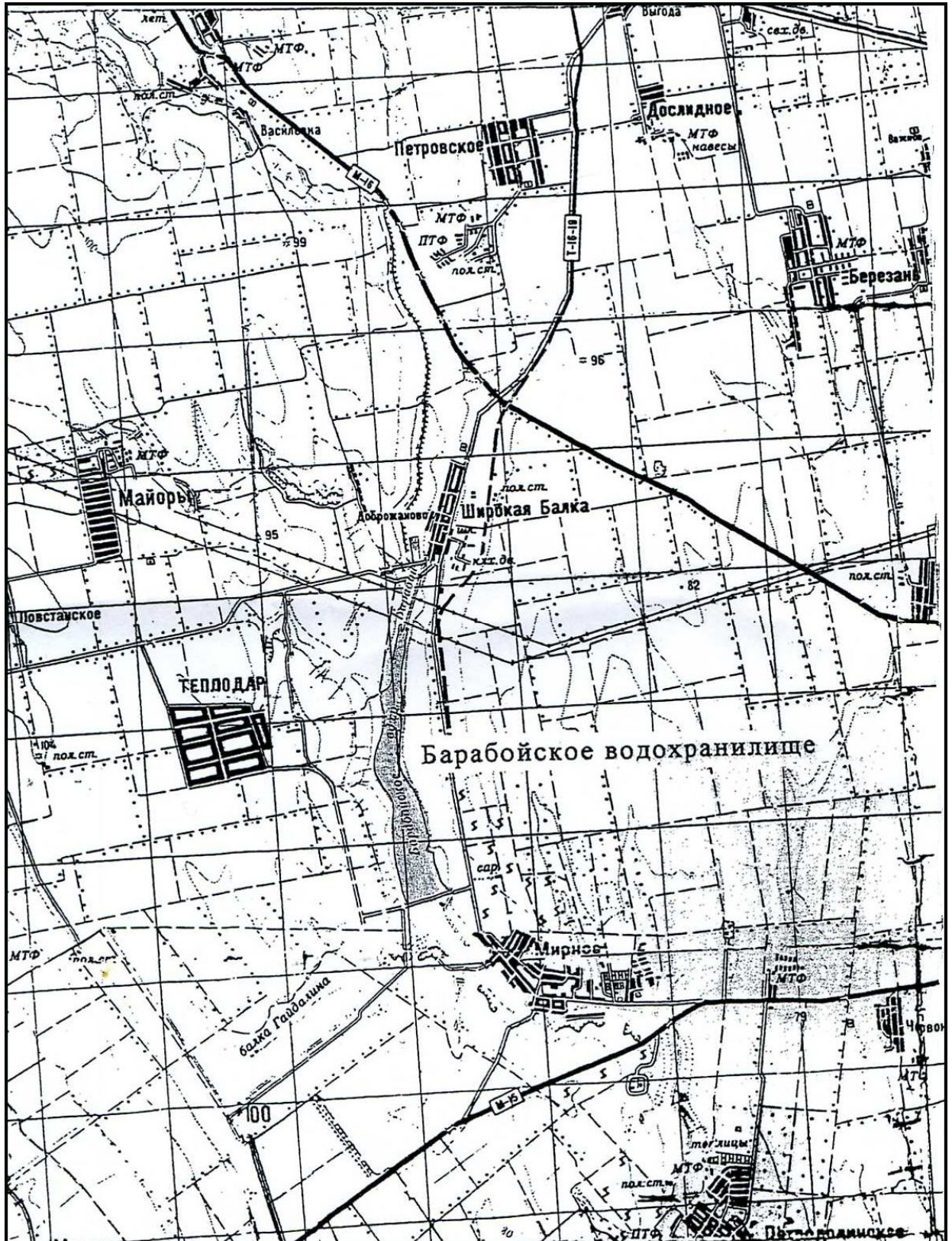


Рисунок 1.1 – Карта-схема розташування Барабойського водосховища
1 :10000

У геологічній будові розглянутої території беруть участь палеозойські, мезозойські і кайнозойські породи. Усі відкладення, крім кайнозойських, залягають на великій глибині. Серед кайнозойських відкладень тільки четвертинні мають значення для висвітлення інженерно-геологічних умов.

У Придунайській блоковій зоні на розмитій поверхні залягають відкладення неогену, представлені відділами міоцену і пліоцену. [2].

Серед останніх у формуванні сучасних ландшафтів важливу роль грають утворення пластів понтичного ярусу, представлені черепашковими вапняками, глинами і пісками потужністю 40-60 м.

Понтичні вапняки перекриті комплексом глинистих порід зеленуватого, сіро-зеленого, червоно-бурого кольору. Вони важкого гранулометричного складу, карбонатні, гіпсоносні, засолені легкорозчинними солями, потужністю 4-10 м. Вік їх датується як неоген - четвертинний. Являючись регіональним водоупором, ці глини грають важливу роль в сучасних ландшафтно-геохімічних і ґрунтових процесах.

За профілем лесової товщі констатується до 8 горизонтів похоронених ґрунтів, товщу, що розчленовують, на відповідну кількість ярусів лесу.

Відповідно до сучасних уявлень дана територія знаходиться в межах Причорноморського артезіанського басейну, найбільш щедрі водоносні горизонти тут поміщені в неогенові породи, зокрема понтичного і сарматського ярусів. Для оцінки ж ґрунтово-меліоративної обстановки найбільший інтерес представляють води, приурочені до четвертинних в першу чергу, лесовидним відкладенням. Глибина залягання і хімізм цих вод знаходиться в тісному зв'язку з природною обстановкою і характером виробничої діяльності людини.

У зв'язку з цим вони відрізняються значною строкатістю поширення і хімічного складу, як в горизонтальному, так і у вертикальному напрямі. За останні 15-20 років водонасиченість лесової товщі, в зоні зрошування, істотно збільшилася, наблизився до поверхні рівня ґрунтових вод [1,2]

1.2 Кліматичні умови

Клімат описуваного району помірно-континентальний з посушливим літом та короткою теплою зимою.

Його відмінними рисами є:

- помірна континентальність,
- нетривала м'яка зима з частими відлигами,
- тривале спекотне сухе літо,
- недостатня кількість опадів,
- нерідко повторюються посухи, суховії і пилові бурі.

Ці особливості клімату області обумовлюються складною взаємодією багатьох фізико-географічних чинників, з яких найбільш важливе значення мають: радіаційний режим, своєрідність циркуляції атмосфери, характер рельєфу і близькість моря [1-3].

Радіаційний режим визначається географічною широтою, характером атмосферної циркуляції та хмарністю. Перевага антициклонної циркуляції в теплий період року обумовлює ясну сонячну погоду.

Зниження температури починається в листопаді і закінчується у березні. Сильні вітри відзначаються в холодну пору року (північні і північно-східні), слабкі – в теплу (північно-західні).

Зима розпочинається приблизно з другої половини грудня і триває до другої половини лютого. Погодні умови зими дуже мінливі, спостерігаються часті тумани (16 - 24 дні за сезон). Кількість опадів невелика, випадають вони у вигляді дощу і снігу. Сніговий покрив буває малопотужним і мінливим. Переважають вітри північної чверті, що часто посилюються до штормових.

Весна (березень, квітень) суха, прохолодна, погодні умови мінливі. Опадів випадає мало, в основному у вигляді мряки, середня кількість днів з осіданнями за сезон 16-20.

Літо спекотливе і сухе, починається в травні і закінчується у вересні.

Влітку випадає велика частина річної суми опадів, в основному у вигляді нечастих і короткочасних злив.

Осінь триває з жовтня до другої половини грудня. Збільшується повторюваність штормових вітрів. Кількість днів з туманами росте за сезон до 8-11. Оподи випадають у вигляді обложних дощів і мряки, кількість днів з осіданнями за сезон складає в середньому близько 16-23. Сніг випадає рідко і швидко тоне, часто випадання снігу затримується до грудня.

Випаровування з водної поверхні за теплий період складає 840 мм. Випаровування з суші від року до року змінюється трохи і в середньому складає 450 мм.

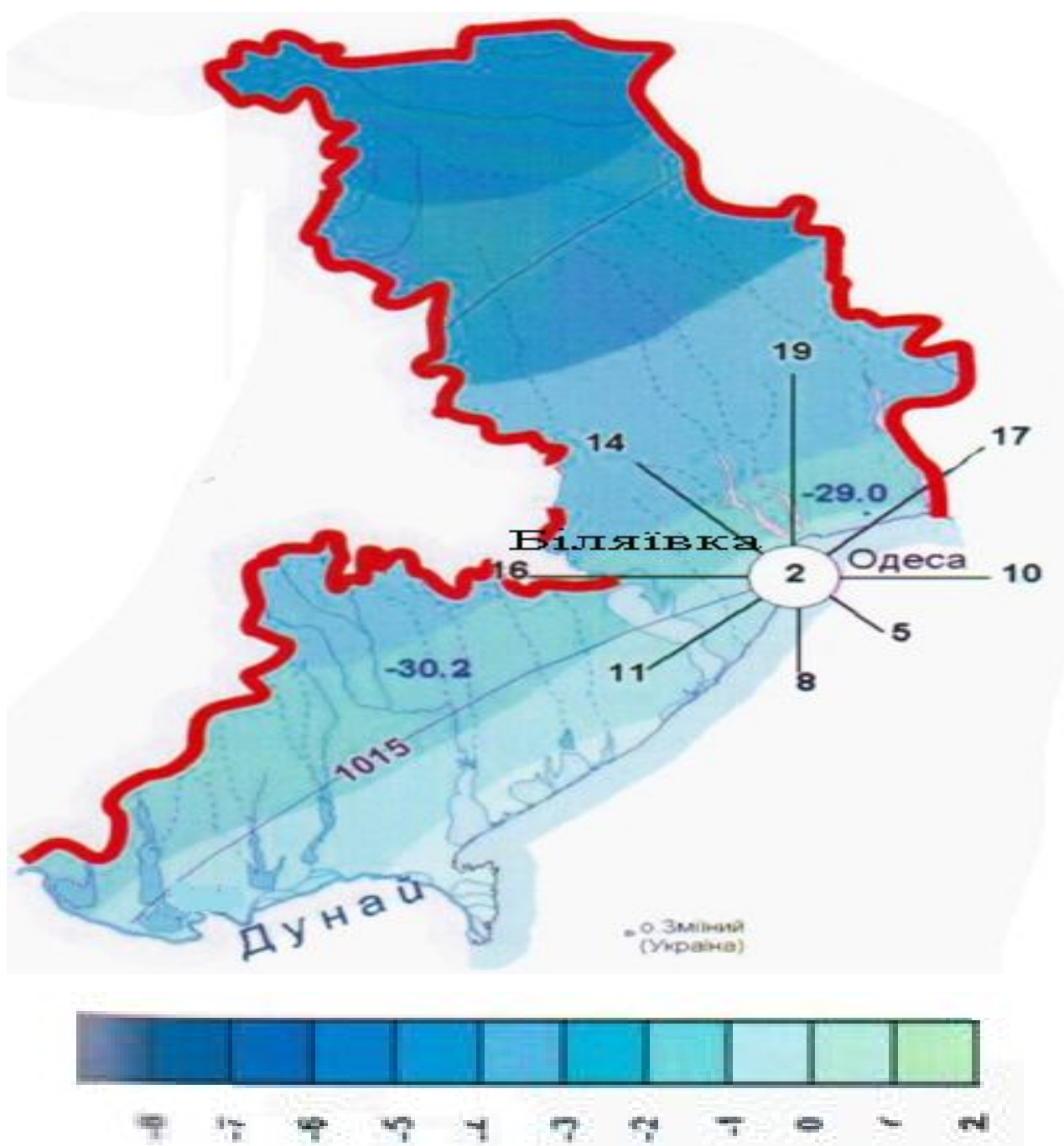
Температура повітря. За ходом температури повітря пори року виражені досить чітко. Атмосферна циркуляція відіграє основну роль у зволоженні. Вона ж значною мірою визначає температурний режим холодного повітря.

Протягом року переважають континентальні (52%) і морські (15%) помірні повітряні маси. Середньорічна температура повітря дорівнює 9.2 °С. Середньомісячна температура самого холодного місяця (січня) складає «мінус» 4.2 °С, при абсолютному мінімумі «мінус» 29 °С. Середньомісячна температура самого теплого місяця (липня) складає +21.5 °С, при абсолютному максимумі +37 °С.

Протягом зими можливі короткочасні підвищення температури до 10–12 °С, які викликають відлиги.

Найбільш низькі температури спостерігаються в січні-лютому і опускаються до - 33°С. Тривалість без морозного періоду коливається в межах від 178 до 217 діб в середньому по території [1-3]. Середньомісячні атмосферний тиск, температура повітря, напрямок вітру найхолоднішого місяця (січень) представлена на рисунку 1.2.

Середньомісячні атмосферний тиск, напрямок вітру, температура повітря найтеплішого місяця (липень) представлена на рисунку 1.3.



41 ● Абсолютний мінімум температури повітря (по метеостанціях, градусів Цельсія)

Рисунок 1.2 – Середньомісячні атмосферний тиск (ізолінії, гПа), температура повітря (тонове розфарбування, градуси Цельсія), вітер (по метеостанції Одеса, повторюваність вітру за напрямками у %) і мінімальної температури повітря (-31.4) у січні

Середня тривалість періоду з негативною середньодобовою температурою складає близько 50 днів, а кількість днів з морозом – 73 - 100.

Періоди морозної погоди взимку не відрізняються великою тривалістю. Заморозки змінюються відлигою. Середня кількість днів без відлиги складає в січні 10 - 12, а в лютому – 8 - 11.

Вологість повітря. Відносна вологість повітря змінюється впродовж року. Найбільша вологість повітря спостерігається в грудні-січні (87%), найменша – в липні (63%). Річний хід абсолютної вологості узгоджується з річним ходом температури повітря, мінімум спостерігається в січні (4,5 - 5,1 мб), максимум – в липні (16,4 - 18,8 мб). Дефіцит вологості повітря становить 4,4 мб.

Абсолютна вологість повітря в середньому за рік складає 10,3 мб. Хід абсолютної вологості добре узгоджується з ходом температури повітря. У січні-лютому в результаті низьких температур випаровування зменшується і абсолютна вологість досягає найнижчих значень (4,9 мб). З прогріванням поверхні суші випаровування збільшується, в липні-серпні настає максимум абсолютної вологості – 16,9 мб. Відносна вологість з жовтня по травень більш висока за 70%, а з червня по вересень менша за 70%. Мінімум відносної вологості (65%) спостерігається в липні і серпні [3].

Опади. Протягом року опади випадають нерівномірно. Середня багаторічна сума опадів за рік за період 1921-1958, 1966-2000 рр. склала 480 мм, найбільша – не перевищує 600 мм.

Максимальна середньомісячна сума опадів спостерігається в червні – 58 мм в той же час в липні можливі тривалі посухи. Основна кількість опадів випадає в теплу пору року (від 63 до 71% річної суми), переважно у вигляді злив.

Для холодного періоду характерні мряки. У листопаді випадає переважно сніг, який швидко тоне. Сніговий покрив утворюється у кінці грудня – початку січня і відрізняються нестійкістю. Бувають роки, коли

сніговий покрив відсутній. Середня тривалість періоду з сніговим покривом близько 25-30 днів, в окремі зими сніг зберігається 2,0-2,5 місяці.

В Одеському регіоні випадає за рік близько 350 мм опадів. Чорне море в районі Одеси узимку може замерзати на нетривалий час. Тривалість вегетаційного періоду від 168 до 200 діб.

Середня дата появи снігового покриву – 20 грудня, найбільш рання – 4 листопада, найбільш пізня – 9 лютого. Висота снігового покриву зазвичай найбільша – 2-6 см.

Приблизно один раз за 10 років спостерігаються зими з щедрими снігопадами.

Вітровий режим. Протягом року в регіоні переважають вітри північних і південних румбів.

У році переважають вітри північного (14,72% випадків), північно-східного (10,92%) і південного(11,49%) напрямів. Вітер зі швидкістю більше 15 м/с зафіксований в 0,40% від загального числа випадків. Повторюваність штилів складає 18,84 випадків.

Вітри зі швидкістю більше 15 м/с спостерігаються рідко, а із швидкістю 22 м/с відзначаються 1 раз за 5 років.

Глибина промерзання ґрунту.

Максимальна глибина промерзання ґрунту за період з 1989 по 2000 рік склала 43 см, абсолютна мінімальна температура ґрунту за цей період склала 25,8° С [3].

Рекомендовані значення розрахункових середньомісячних значень основних метеорологічних елементів наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні метеорологічні елементи

Найменування елемента	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Температура повітря, °С	-1,8	-0,5	4,0	10,4	16,3	20,0	22,3	21,6	17,3	11,5	5,7	0,9	110,6
Сума опадів в мм	38,2	37,8	32,9	34,9	49,9	57,6	48,4	35,1	34,8	30,9	36,9	43,12	448,1
Відносна вологість повітря, %	83,5	821,7	78,4	67,6	68,2	67,2	64,8	65,9	69,4	75,4	80,3	85,5	774,1
Відносна вологість повітря, мб	4,85	5,20	6,35	8,60	12,4	15,5	16,7	16,5	13,2	9,97	7,82	5,98	110,3
Дефіцит вологості повітря, мб	0,91	1,19	2,19	4,51	6,86	9,02	10,8	10,2	7,10	3,70	1,81	1,11	44,95
Випаровування водної поверхні, мм	-	-	17	84	126	134	151	143	101	59	25	-	840
Випаровування з поверхні суші, мм	4	4	14	50	86	90	72	54	36	22	14	4	4450
Швидкість вітру, м/с	4,2	4,5	4,4	4,0	3,7	3,3	3,0	2,9	3,2	3,5	3,6	3,7	33,7

1.3 Ґрунтово-меліоративні умови

Формування сучасного рельєфу і ґрунтів цього району пов'язане з верхнь-пліоценовими і четвертинними відкладеннями.

Формування ґрунтового покриву і рослинності почалося ще з відступом понтійського морського басейну.

На терасах річок, вододілах і на пологих схилах ґрунту всюди залягають потужні товщі лесів, що є основою і найбільш цінною ґрунтоутворюючою породою. На них формуються родючі чорноземні ґрунти. На вододілах потужність лесових відкладень варіюється в межах 8-30 м, на схилах до 8 м.

Ґрунти області різноманітні. Розміщення їх має яскраво виражений зональний характер. Ґрунтовий шар області сформувався на лесових породах, ґрунти представлені в основному чорноземами. В північній лісостеповій частині Одеської області ґрунтовий шар досить різноманітний, але більшу частину цієї території покривають опідзолені чорноземи та їх деградовані різновиди. В багатьох місцях зустрічаються сірі лісові ґрунти[4,5].

Ґрунти Одеської області формувались в умовах помірно-теплого клімату, недостатнього зволоження, рівнинного рельєфу, неоднорідного за походженням, геологічною будовою та абсолютними висотами, на карбонатних ґрунтоутворних породах (середньо - і важко суглинкових лесах і лесовидних суглинках). На схилах балок і горбистих вододілів на поверхню виходять різні відклади : глини, вапняки, кристалічні породи, які також є ґрунтоутворними породами для ґрунтів Одеської області.

У зв'язку з тим, що велика частина даного масиву розташована в степовій зоні з чорноземним типом ґрунтоутворення, домінуюче положення тут займають чорноземи звичайні і південні і їх змиті різновиди. Чорноземні ґрунти відрізняються високою біологічною активністю, що сприяє інтенсивності мінералізації органічної речовини.

Чорноземи південні сформувалися під типчачово-ковильно-степовою рослинністю за умов посушливого клімату. Характерною рисою цих чорноземів є ущільнення перехідних горизонтів з деяким збільшенням у них вмісту мулистих часток, що зростає з півночі на південь. Глибина гумусованості профілю залежить від географічного положення і гранулометричного складу. Зі сходу на захід вона зростає на легко-глинистих та важко-суглинкових різновидах і становить на лівобережжі – 50 – 75 см, а на правобережжі – 65 – 85 см. Чорноземи південні мають нейтральну або слабо лужну реакцію (рН – 6,5 -7,5). Щільність – 1,11-1,13. Вони залягають на рівних слабо-стічних плато та їх положистих схилах на лесах важкого гранулометричного складу[5-7].

Характерною ознакою цих ґрунтів є наявність у перехідному до породи горизонті скупчень карбонатів у вигляді «білозірки». Часто в самій породі на глибині 2 – 4 м можна знайти друзи гіпсу.

У зв'язку з тим, що в південному Степу ґрунтоутворюючі лесовидні породи часто бувають засоленими і містять багато натрію, то чорноземи південні також бувають засоленими і осолонцьованими. У чорноземах солончакуватих (містять малорозчинні солі) профіль майже не змінюється порівняно з незасоленими відмінами. Найбільш зазнає змін структура ґрунту, стаючи не водостійкою і здатною до руйнування.

При осолонцюванні (насиченні вбирного комплексу обмінним натрієм) чорноземів відбуваються морфологічні зміни профілю ґрунту. Вони проявляються в освітленні і розпиленні структури верхнього горизонту, в переміщенні колоїдів вниз за профілем і значному ущільненні нижніх шарів ґрунту. При змочуванні такі ґрунти набрякають, запливають, стають липкими, а при підсиханні вони зцементовуються, розтріскуються і розпадаються під час обробітку на злиті і тверді брили.

Чорноземи звичайні сформувались переважно на карбонатних, добре дренованих, лесових породах, при недостатньому зволоженні, під трав'яною

рослинністю степів, де процеси нагромадження органічних речовин досягають найвищого рівня. Вміст гумусу в орному шарі становить 3-5%.

За механічним складом переважають легко-глинисті та важко суглинкові породи. Гумусовий горизонт разом з перехідним становить у них 100 – 120 см.

Карта ґрунтів представлена на рисунку 1.4

Гіпсовий горизонт в профілі до глибини 2-3 м практично не простежується. Ґрунти не засолені до глибини 5-7 м, а часто і глибше.

У холодний період року карбонати переміщуються з низхідними точками вологи з верхніх горизонтів до низу.

Своєрідність гідротермічного і біохімічного режимів чорноземів, що характеризуються, є причиною високої мобільності карбонатів і сезонної їх міграції за профілем. У весняно-літні місяці з висхідними струмами вологи карбонати підтягуються догори аж до денної поверхні.

Невеликими плямами по усій території даного масиву зустрічаються чорноземи на глинах, на пісках, на елювії карбонатних порід [5].

На підставі аналізу карти ґрунтово-меліоративного районування виділені дев'ять ґрунтово-меліоративних груп.

Перша ґрунтово-меліоративна група включає чорноземи сприятливого геолого-меліоративного стану, придатні для зрошування без додаткових меліорацій.

Друга група – чорноземи задовільного гідрогеолого-меліоративного стану, необхідне регулювання поливного режиму, в перспективі будівництво дренажу.

Третя група – слабо-еродовані ґрунти, що вимагають при зрошуванні виконання агротехнічних протиерозійних заходів.

Четверта група – супіщані ґрунти на пісках, придатні під зрошування за умови корінного культивування і виконанні протиерозійних заходів.

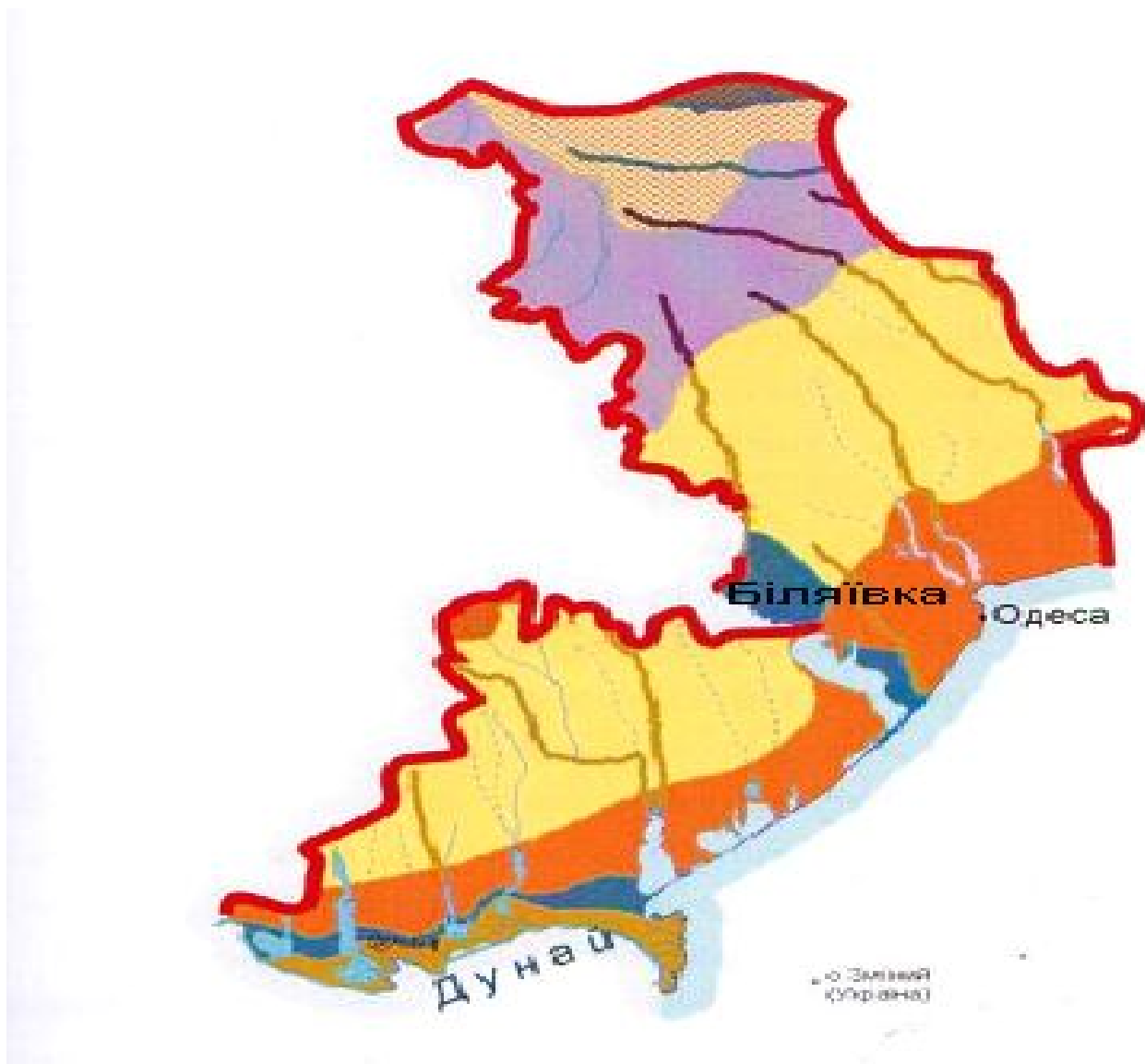


Рисунок 1.4 – Карта-схема ґрунтів Одеської Облaсті

Умовні позначення :

- хвиляста байрачна височина на осадових породах із чорноземами звичайними глибокими;
- лісова сильно розчленована височина на осадових відкладах з опідзоленими типовими мало гумусними чорноземами;
- тераси із чорноземами звичайними та південними;
- лісова хвиляста байрачна низовина на осадових породах із чорноземами звичайними глибокими.

П'ята група – чорноземи на щільних глинах, придатні під зрошування при будівництві дренажної мережі.

Шоста група – середньо-еродовані ґрунти, обмежено придатні під зрошування за умовами рельєфу і розмитості.

Сьома група – незасолені ґрунти заплав річок і балок, регулювання поверхневого стоку і рівня ґрунтових вод, що вимагають в умовах зрошування.

Восьма група – ґрунти заплав річок і балок, що вимагають корінних меліорацій, промивань, дренажу, хімічних меліорацій.

Дев'ята група – сильно-еродовані ґрунти і виходи порід, непридатні для зрошування. Для цієї групи ґрунтів потрібне виконання комплексу організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних і гідротехнічних заходів по охороні ґрунтів від подальшого руйнування [5].

Водний режим ґрунту. Мінімізація обробітку ґрунту є ефективним засобом поліпшення структури чорнозему звичайного шляхом збільшення вмісту агрономічно цінних агрегатів У чорноземах звичайних з основних елементів живлення, фосфор знаходиться в першому мінімумі. Ґрунтозахисна технологія зумовлює не лише диференціацію орного шару ґрунту, але й збільшення вмісту фосфатів. Таким чином, поживний режим чорнозему звичайного змінюється під впливом різних технологій вирощування культур. При застосуванні ґрунтозахисних технологій фосфатний і калійний режими поліпшуються, азотний – дещо погіршується [5-7].

2. Характеристика Барабойського водосховища

2.1 Коротка характеристика водосховища

Річка Барабой бере початок на висоті 130 м над рівнем моря, протікає в південно-східному напрямку та впадає в Чорне море на схід від Дністровського лиману. Площа водозбору річки складає 652 км², довжина – 71 км, середньозважений уклін 2.4 ‰. Долина річки в середній та нижній течії – коритоподібна з різко асиметричними схилами завширшки до 900 м. Ширина русла в нижній течії до 25 м. Русло має пологі береги, які заросли очеретом[1,2].

Заплава двобічна, частково урбанізована, частково розорана, на 70-80% зайнята лугами. Русло меандруюче, сильно замулене.

Найдовшими притоками р.Барабой є балки Ставковська та Вовча.

На р.Барабой розташовані Барабойське та Санжейське водосховища.

Барабойське водосховище розраховано на повний об'єм 24 млн.м³ при площі дзеркала 380 га. В останній час у зв'язку зі зменшенням зрошення Барабойське водосховище заповнюється тільки до об'єму 3 млн.м³. Обидва водосховища наливні Дністровською водою. Відстань від гирла р.Дністер до водозабору 16 км.

Водосховище збудоване у 1976 році за проектом інституту "Укрпівдендніпроводгосп" будівельним управлінням. Водосховище прийняте в експлуатацію 15.09.1981р. Водний об'єкт загальнодержавного значення.

Дане водосховище призначене для зрошення, риборозведення та рекреації. Барабойське водосховище відноситься до сезонного виду регулювання стоку.

Знаходиться водосховище у відособленому користуванні Дністровського міжрайонного управління водного господарства.

Ширина прибережної захисної смуги 100 м.

Основні гідрологічні характеристики приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні гідрологічні характеристики

Площа водозбору до створу гідровузла, км ²	Характер живлення водотоку (снігове, дощове, ґрунтове)	Об'єм стоку 50%/75% тис.м ³		Період спостережень за стоком	Період водопілля
		річний	за водопілля		
340	снігове, дощове	1,71/0,64	1,5/0,64	немає	II- IV

Максимальні розрахункові витрати водотоку

Максимальна розрахункова витрата заданої імовірності перевищення Р% (м³/с):

Для пропуску максимальної витрати 0,5% забезпеченості передбачено водоскид на пропуск витрати 66 м³/с, у рахуванням регулюючої ємності водосховища. Водосховище наливне. Його спрацювання передбачається наприкінці вегетаційного періоду. Загальна ємність водосховища складає при НІР – 23,97 млн.м³, а об'єм стоку весняного водопілля 1,0% забезпеченості складає 11,7 млн.м³, 0,5% забезпеченості – 14,8 млн.м³ (це розрахункові данні); об'єм водосховища при РМО – 2272,720 тис.м³, при НІР – 23970,0 тис.м³, отже об'єм паводку 0,5% забезпеченості повинен бути акумульований в цій ємності.

2.2 Склад і характеристика гідротехнічних споруд

Барабойське водосховище входить до складу 2-ої черги Нижньо-Дністровської зрошувальної системи (НДЗС).

До складу гідротехнічних споруд Барабойського водосховища входять: гребля, огорожувальна дамба, водоскид, водовипуск, водозабірна споруда, водоподавальний тракт. Усі споруди побудовані за проектом інституту «Укрдіпроводгосп». Гідротехнічні споруди відносяться до III класу.

Гребля. Розташована 0,75 км на північний захід від с. Мирне. Гребля – земляна, насипана з місцевих суглинків, проїзна. Максимальна висота до 14,9 м, довжина по гребню 887 м, ширина по гребню 8,0 м, проїзної частини 0,6 м. Відмітка гребня греблі – 46,20 м абс. Закладення верхового укосу 1:3...1:4, низового – 1:2...1,5. Верховий укіс закріплений з/б плитами товщиною 150 мм, які омонолічені у карти за зворотнім фільтром товщиною 200 мм. Низовий укіс закріплений посівом багаторічних трав. Руйнування укосів незначні. Проїзна частина закріплена з/б плитами. В основі греблі улаштований бетонний зуб. В тілі греблі з боку низового укосу є трубчастий дренаж. Відвід дренажних вод здійснюється у колектор.

Огорожувальна дамба. Для захисту від підтоплення населеного пункту Широка Балка при відмітці НПР 43,5 м БС, захисту від затоплення родючих земель, зменшення площі мілководь, відповідно до проекту, було побудовано огорожувальну дамбу. Довжина огорожувальної дамби – 1,1 км, ширина по верху – 10 м, закладання верхового укосу 1:1,5...1:3, низового – 1:2...1:3. Укоси закріплені посівом багаторічних трав і натуральним травостоєм. Новий укіс частково закріплений збірними з/б плитами..

Водоскид. Водоскид розташований в лівому примиканні дамби. Він відкритий, береговий, автоматичної дії збірно-монолітної конструкції, з мостовим переходом. Пропускна здатність водоскиду при ФПР – 66 м³/с. основними елементами водоскиду є: ковшовий вхідний оголовок, швидко тік, водобійний колодязь, рисберма, відвідний канал.

Ківиш – полуциркулярного обрису в плані, внутрішній радіус 5 м., висота ковшу – 2,10 м. виконаний з монолітного залізобетону. Відмітка порогу 43,5 м.

Швидкотік – прямокутного перерізу, перепад по дну 10,5 м., довжина 31,7 м. виконаний зі збірних залізобетону. На дні швидкотоку є 2 вододільні стінки.

Водобійний колодязь – прямокутного перерізу, ширина по дну 6 м, довжина 22,3 м. дно виконане з монолітного бетону, бокові стінки зі збірних залізобетонних плит, глибина колодязя 1,7 м.

Відвідний канал – трапецієдного перерізу, ширина по дну 10 м, закладання укосів 1:2. Відмітка дна 30,90 м. БС. Переходить у спрямлене русло р. Барабой.

Водовипуск. Водовипуск розташований за 300 м від лівого примикання греблі. Баштовий, з однією ниткою сталюого трубопроводу, $D=1400$ мм, укладеного у залізобетонний кожух. Складається із вхідного колодязя, трубопроводу, шахти для розміщення затворів, рибо загороджувальних сіток, колодязя переключення, водобійного колодязя, відвідного каналу. Розрахункова витрата $10,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Трубопровід – сталевий, $D=1400$ мм, довжина 159,70 м. Відмітка низу труби на вході і виході 32,0 м. Шахта – прямокутного перерізу, висотою 13,5 м, квадратна у плані, розміром $1,5 \times 1,5$ м підйом і опускання затворів здійснюється гвинтовими підйомниками вантажопідйомністю 5 т. Маневрування ручне. рибозахисним пристроєм слугує металева сітка з вічком 15×15 мм, яка встановлена в шахті. Колодязь переключення виконаний зі збірних залізобетонних конструкцій, квадратного перерізу $2,1 \times 2,1$ м. в колодязі розміщений дисковий затвор. Водобійний колодязь трапецієдного перерізу, закладання укосів 1:2, ширина по дну 4,50 м, довжина 11,85 м, дно з монолітного залізобетону, укоси закріплені ребристими залізобетонними плитами. Рисберма трапецієдного перерізу,

закладання укосів 1:2, ширина по дну 16,30 м, довжина 18 м. дно і укоси кріпляться ребристими плитами.

Відвідний канал має трапецоїдну форму, ширина по дну 17м, закладання укосів 1:2. Дно і укоси каналу не закріплені.

Водозабірна споруда. Водозабірні споруди. Забір води з Барабойського водосховища здійснюється за допомогою насосної станції 1-НС, яка розташована у хвостовій частині водосховища та НСП-5, яка розташована на лівому березі в 200 м нижче греблі. На НС-1 встановлений насос Д-4000-22, який має відмітку вісі насосу 36,85 м, відмітка всмоктувального патрубку 39,19 м БС. Водозабірна споруда у вигляді зануреного оголовка бичкового типу з монолітного залізобетону. Вхідні вікна похилі, перекриваються зйомники металевими решітками з вічками 10x10 мм. Водозабірний оголовок встановлений в розширеній частині підвідного каналу – аванкамері. Дно і укоси аванкамери закріплені збірними залізобетонними плитами. Допоміжне спорядження дозволяє виконувати відкачку дренажних вод з обвалованої території у села Широка Балка. Витрата 1-НС 6,7 м³/с. іригаційна станція НСП-5 має витрату 0,4 м³/с. відмітка вісі насосу 35,5 м БС, відмітка вісі всмоктувального патрубку – 35,64 м БС. Всмоктувальні трубопроводи 1-НС та НСП-5 обладнані рибозахисними решетами з вічками 10x10 мм.

Водо-подавальний тракт. Наповнення Барабойського водосховища здійснюється з р. Дністер головною насосною станцією (ГНС), яка розташована у с. Маяки, по Барабойському підвідному каналу. Підвідний канал складається з відкритої ділянки дюкеру довжиною 800 м і закінчується двома нитками безнапірного трубопроводу довжиною 420 м. З розподільного басейну РБ по каналу Р-4А вода поступає у РБК довжиною 5300 м, який обладнаний випускною спорудою. На ГНС встановлено 2 агрегати 52В-II і 1 агрегат марки 22НДС. Пропускна здатність підвідного каналу 8,8 м³/с. підвідний канал до ГНС обладнаний електронним рибо загороджувачем ЕРЗУ-1. Відмітка водозабору 1,0 м. В році 90% забезпеченості витрата води у р. Дністер складає 40 м³/с.

На спорудах гідровузла встановлена контрольно-вимірвальна апаратура. Вимірювання рівня води у водосховищі виконується за допомогою датчика рівня ДУЧ-1.

2.3 Рівневий режим водосховища

Для Барабойського водосховища проектом встановлені нормативні рівні води:

- максимальний (форсований) – 44,60 м абс;
- мінімальний (рівень мертвого об'єму) – 33,50 м абс;
- нормальний в створі підпору – 43,50 м абс.

Режим роботи водойми повинен передбачати:

- зміну показників якості води в межах ГДК для води водойм рибогосподарського та культурно-побутового користування;
- безпеку підірних споруд, які створюють водойму, а також безпеку населення та господарств в прибережній зоні;
- найбільш прийнятої порядок забезпечення водою водокористувачів.

Перехід водойми на режим роботи, не передбачений правилами експлуатації чи заборонений в умовах нормальної експлуатації, допускається лише у випадках утворення непередбачених обставин, що загрожують безпеці населення та збереженню основних споруд та потребують прийняття екстрених заходів.

У цьому випадку режим роботи водойми змінюють по розпорядженню організації, що відповідає за його експлуатацію, з одночасним повідомленням про це місцевих органів влади, зацікавлених організацій та підприємств, органів охорони природи та санітарного нагляду – Мирненській сільській ради, Біляївської райдержадміністрації, Петродолинській, Йосипівській, Марьянівській, Новоградковській, Доброолександрівській та Барабойській сільських рад Овідіопольського району, Центральної регіональної інспекції

Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області .

Права інших користувачів та споживачів при цьому можуть бути обмежені первинним користувачем.

Споруди гідровузла автоматичної дії, режим регулювання – сезонний.

Річний об'єм водозабору на зрошення в середньому за п'ять років складає 8,490 млн.м³. можливий річний об'єм водозабору 29,642 тис.м³.

фактично полив проводиться на площі 8,8 тис. га.

Забезпеченість норми поливу встановлена на рівні року з 75% забезпеченістю. Середня зрошувальна норма складає 2500 м³/га (за рекомендаціями ДМУВГ).

Перелік стаціонарних зрошувальних насосних станцій приведений в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Перелік стаціонарних зрошувальних насосних станцій

№ п/п	Найменування насосної станції	Кількість		Сумарна продуктивність, м ³ /с	Сумарна потужність, тис. кВт
		Насосних станцій	Агрегатів		
1	ГНС	1	5	13,5	25,85
2	1-НС	1	12	6,3	10,86
3	НСП-5	1	8	0,39	0,58

Спеціальні попуски Для забезпечення якості води і сольового режиму передбачені спеціальні попуски з водосховища. Попуск, у даному випадку назначений на лютий – березень, а у випадку наявності льодоставу здійснюється після руйнування льодового покриву. У випадку необхідності (погіршення якості води відносно припустимих критеріїв якості води для

зрошення) попуск може здійснюватись і в період активного літнього водоспоживання при наявності водних ресурсів.

При необхідності попусків, або для цілей інших користувачів, що здійснюють водоспоживання, або водокористування в нижньому б'єфі водосховища, вони використовуються відповідно до заявок (договорів) споживачів, що попадаються ними перед розробкою щорічних диспетчерських графіків наповнення та випорожнення водосховища (листопад-грудень попереднього року).

Екологічне значення попусків полягає в забезпеченні щорічного водообміну як у водосховище, так і в річці нижче створу греблі з обводненням нижче розташованої ділянки. Обсяги води необхідні для здійснення екологічних попусків в основному на 90-95% рахуються з водоподачі з р. Дністер (річки загальнодержавного значення) [1].

Пропускна здатність гідроспоруд

Водопрпускні споруди на Барабойському водосховищі складаються з паводкового водоскиду і донного водоскиду. Пропускна здатність водоскидних споруд (з урахуванням регулюючої ємності водосховища) повинна бути:

Назва споруди	Витрата води, м ³ /с
Паводковий водоскид	66,0
Донний водовипуск	10,5

Основні параметри водосховища. Основною топографічною характеристикою водоймища є криві залежності площ дзеркала (F) і об'ємів (V) від підпірного рівня (наповнення водоймища). Для розрахунків цих характеристик необхідно мати, як правило, топографічні карти.

Визначення об'єму водойми та площі дзеркала виконується на підставі побудови кривих об'ємів та площі дзеркала шляхом планіметрування заданої топографічної основи. Загальний об'єм води в водосховищі призначеному

для зрошування складається з об'єму водоспоживання $W_{\text{спож.}}$, мертвого об'єму $W_{\text{мо}}$, втрат води на випаровування $W_{\text{в}}$ і фільтрацію $W_{\text{ф}}$ за розрахунковий період [1].

Дані для побудови кривих об'ємів та площ представлені в таблиці 2.5, 2.6 та 2.7. На основі цих даних було побудовано криві об'ємів та площ водосховища (в проектних умовах рис. 2.1 та в сучасних – рис. 2.2), на якому видно, що при збільшенні об'єму води в водосховищі площа водосховища теж збільшується, тобто спостерігається пряма залежність.

Таблиця 2.3 – Основні параметри водосховища (в проектних умовах)

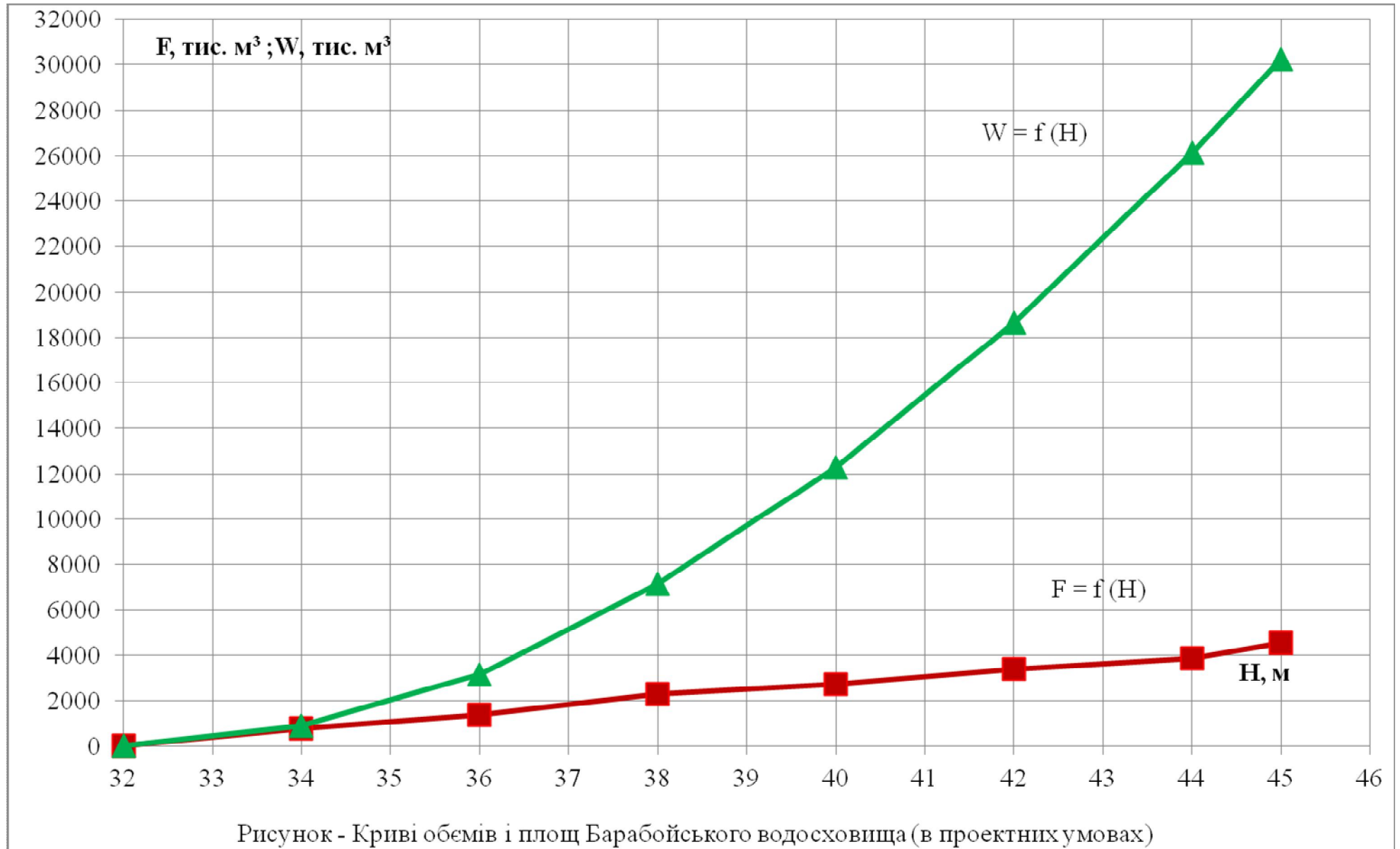
Довжина, км	Ширина км	Глибина, м	Площа дзеркала (при НПР), Га	Площа мілково- ддя (глибина 2 м при НПР), га	Об'єм, млн. м ³		Довжина берегової лінії водосхо- вища, км	Відмітки рівней води, м		
					Пов- ний	Корис- ний		Нормальний підпірний рівень (НПР)	Рівень мертвого об'єму (РМО)	Форсований підпірний рівень (ФПР)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5,2	0,8 /0,36	11,8/6,2	382,5	35,0	23,97	21,37	26,8	43,5	35,5	44,6

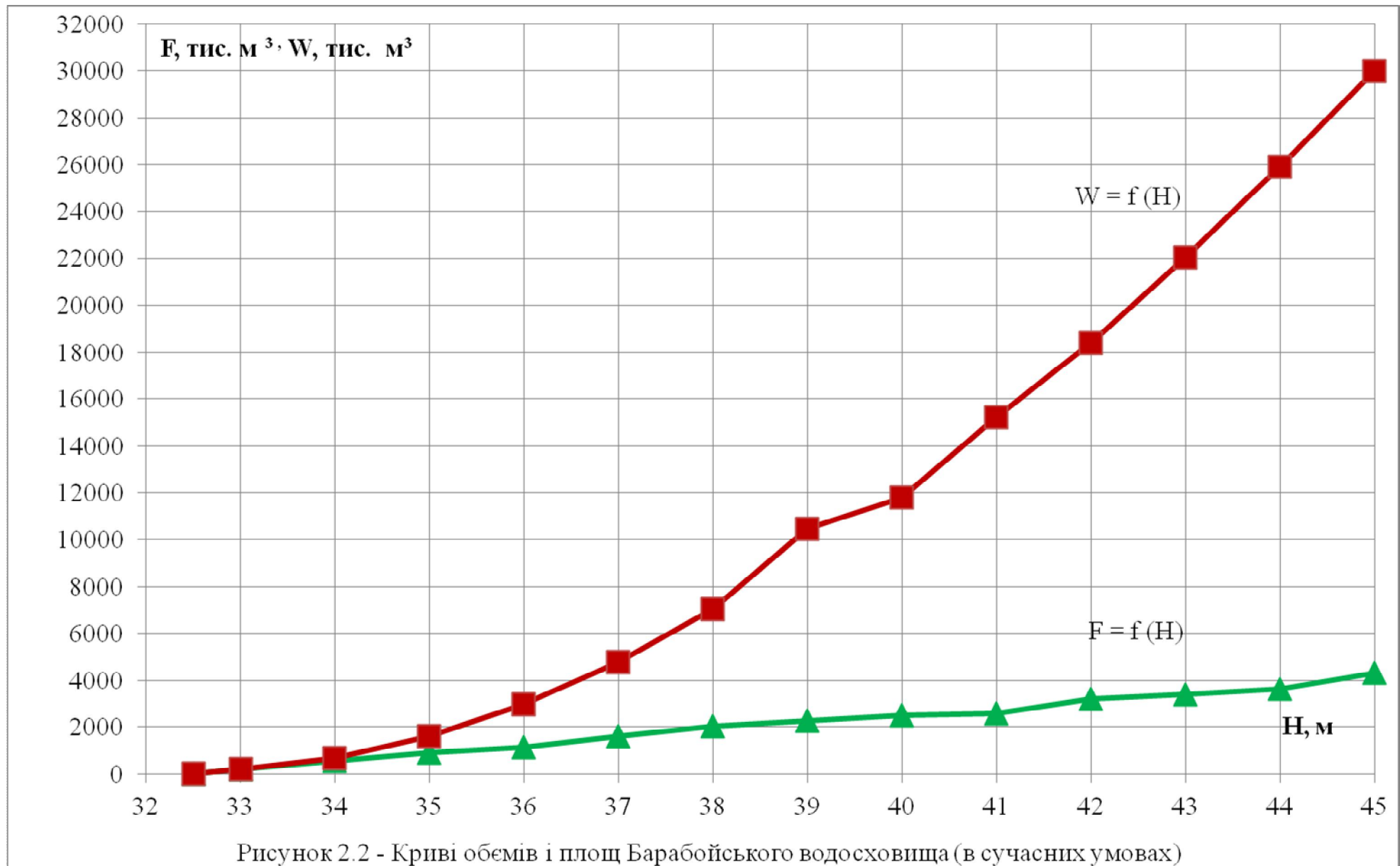
Таблиця 2.4 – Параметри кривих об'ємів та площ водосховища (в проектних умовах)

Н, м	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	44,0	45,0
F, га	0	79,45	136,2	227,0	272,4	340,5	386,2	454,4
W, тис. м ³ в проектних умовах	0	909,09	3181,8	7145,5	12272,7	18636,3	26136,36	30227,2

Таблиця 2.5 – Параметри кривих об'ємів та площ водосховища (в сучасних умовах)

Н, м	32,5	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0
F, га	0	22,2	56,8	90,88	113,6	159,1	204,5	227,2	250,0	295,4	318,0	340,8	363,5	431,7
W, тис. м ³ в проект- них умовах	0	227,3	681,8	1591	2954,5	4772,7	7045,4	10454,5	11818,1	15227,2	18409	22045,3	25909	29999,9





2.4 Характеристика якості води в водосховищі

Оцінка якості поливної води для зрошування за агрономічними критеріями. Для оцінки якості поливної води і проведення відповідних заходів необхідно керуватися розробленим інститутом ґрунтознавства і агрохімії ім. Соколовського ДСТУ 2730-94 "Якість оцінки якості води для зрошування" і РД 211.1.8.048-95 "Екологічних критеріїв оцінки якості іригаційних вод України". Дії цього стандарту поширюються на природні поверхневі і підземні води які призначені для цілей зрошування [8,9].

Система заходів по збереженню ґрунтової родючості і охороні природного довкілля включає:

- регламентацію умови застосування РД;
- нормування якості зрошувальної води за агрономічними критеріями;
- нормування якості зрошувальної води за екологічними критеріями;
- формування якості зрошувальної води за технологічними критеріями;
- регламентацію агротехнічних прийомів при зрошуванні водою різної якості.

Якість зрошувальної воді слід оцінювати за величиною мінералізації, водневому показнику рН, температурі воді, змісту макро- і мікроелементів, співвідношенню іонів, санітарно-гігієнічним показникам.

Зрошувальна вода з рН 6,5-8,0 придатна для сільськогосподарських культур на усіх типах ґрунтів; допустиме використання води з рН 6,0-8,4; використання води з рН < 6.0 і рН > 8,4 повинно бути спеціально обґрунтовано.

Оптимальний діапазон температури води для поливу сільськогосподарських культур складає 15 - 30°C при поливі дощуванням. При підвищенні температури зрошувальної води активність кальцію знижується, а натрію залишається незмінною. При зрошуванні дощуванням в жаркий час доби рН ґрунтового розчину може різко зрости до значення рН більше 9, що може викликати опік корневих волокон; токсичний рівень рН

може триматися 1-3 діб. Температура для вологозарядкових поливів має бути більше 12° С.

По мірі небезпеки загального і хлоридного засолення, натрієвого і магнієвого осолонцювання і содо-формування ґрунтів використовувана вода для зрошування відповідно до класифікації відноситься до 2 класу.

Зрошувальна вода не робить несприятливого впливу на якість сільськогосподарської продукції, поверхневі і підземні води. При недостатній дренажності можливе засолення ґрунтів.

Збільшення міри мінералізації води приводить до зменшення в ній кількості вільної вугільної кислоти, необхідної для підтримки вуглекислотної рівноваги. Це обумовлює велику агресивність води, що містить багато солей, при рівному вмісті вільної вугільної кислоти.

Нормовані показники якості поливної води агрономічним критеріям здійснюються з урахуванням складу і властивостей ґрунтів в умовах, коли рівень ґрунтових вод не перевищує критичних відміток при рекомендованих режимах зрошування.

Під час оцінки якості поливної води :

I клас – «Придатна»

II клас – «Обмежено придатна»

Вода нижчої якості, показники якої виходять за межі значень другого класу, – придатна для зрошування без попереднього поліпшення її складу.

Полівна вода II класу застосовується за умови обов'язкового застосування комплексу заходів застережливих деградацію ґрунтів [8,9].

Оцінку якості поливної води по небезпеці вторинного засолення ґрунтів необхідно виконувати на підставі загальної концентрації токсичних іонів (у еквівалентах хлору) з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів відповідно до таблиці.

Оцінку якості поливної води по небезпеці його токсичного впливу на рослини необхідно визначати за змістом загальної і токсичної лужності, а

також за змістом лужності від нормальних карбонатів і вмістом хлору(таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 – Критерії оцінки якості поливної води по небезпеці її токсичного впливу на рослини

Показники якості води, мг-екв/дм ³				Клас якості води
НСО ₃ ⁻	НСО ₃ ⁻ - Са ²⁺	СО ₃ ²⁻	Сl ⁻	
менше 3,5	менше 2,0	-	менше 3,0	I клас
от 3,5 до 8,5	от 2,0 до 5,0	от 0,1 до 0,6	от 3,0 до 15,0	II клас

Небезпека осолонцювання оцінюється по відношенню суми катіонів натрію і калію до суми основ з урахуванням буферного і гранулометричного складу ґрунтів і з коригуванням на співвідношення в зрошувальній воді магнію і кальцію, при цьому враховується клас води по небезпеці засолення і облугування ґрунтів.

Буферна здатність ґрунту вважається хорошою при вмісті активного кальцію більше 10 мг-екв/дм³ ґрунтового розчину, визначуваною в ґрунтовій пасті способом потенціометра. При вмісті менше мг-екв/дм³ - буферність слабка.

Для оцінки якості поливної води розроблені і пропонуються нові критерії, ґрунтовані на використанні термодинамічного принципу, що полягає в зв'язаному визначенні термодинамічних показників в ґрунтах і зрошувальних водах, виражених через рН і рСа, рNa, об'єднати за допомогою потенціалів енергетичних рівнів іонного обміну і якісно характеризувати те, що облугує і осолонцювання ґрунтів при зрошуванні.

Критерієм забруднення води є погіршення її якості внаслідок зміни органолептичних властивостей і появи шкідливих для людей, тварин, птахів, риб, кормових і промислових організмів, речовин в залежності від виду водокористування.

Річка Барабой є складовою Нижньодністровської зрошувальної системи (НДЗС), в її руслі споруджено два водосховища (Барабойське і Санжейське) та ставки, які наповнюються місцевим стоком та дністровською водою для зрошення, рибництва, рекреації. Екологічний стан басейну р. Барабой визначає соціально-економічний розвиток м. Теплодар та 27 сіл Біляївського та Овідіопольського районів. Високий рівень зарегульованості, розорюваності, урбанізації, меліорації призвів до виникнення екологічних проблем, пов'язаних з якістю води, пересиханням і замуленням русла річки, підтопленням і, відповідно, з постійною необхідністю вкладати значні кошти в розчищення русла. Особливо ці проблеми загострилися останніми роками, коли спостерігаються екстремальні коливання гідрометеорологічних факторів.

Барабойське водосховище (станції 4-6) наповнюється дністровською водою з травня по вересень, решту часу простоює. В різні сезони року гідрохімічні показники схильні до коливань. По акваторії водосховища (точки 6 а-б г) середня мінералізація змінюється від 1330 до 4930 мг/дм³, по окремих точках діапазон коливань мінералізації ще більший. Це пояснюється тим, що мінералізація води водосховища в різні пори року визначається конкретною гідрологічною ситуацією (з травня по вересень мінералізація нижче внаслідок підкачки води з Дністра, в інший час вона зростає через накопичення ґрунтових вод) [12].

Схема розташування станцій гідрохімічних зйомок на р. Барабой протягом 2009-2010 рр. представлена на рис.2.3

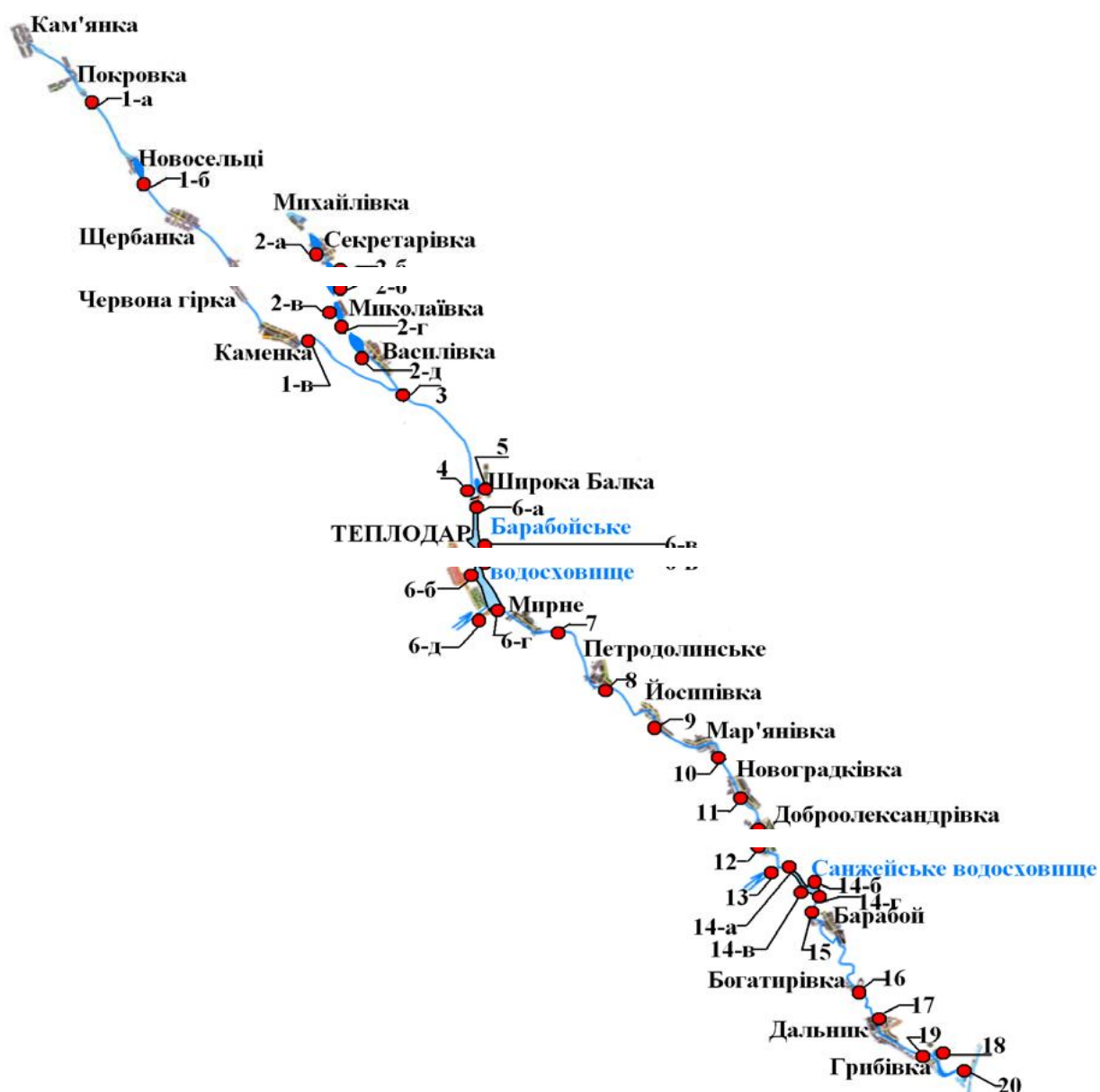


Рис.2.3 – Схема розташування станцій гідрохімічних зйомок на р. Барабой протягом 2010-2015 рр.

За мінералізацією вода солонувата α , β -мезогалінна, у 2010-2015 рр. перевищує норматив ГДК в 1,2-2,8 разів. Така ситуація пояснюється ускладненим водообміном у водосховищі (у 2010 році закачка води була недостатньою для забезпечення проектного водообміну). За показником рН вода має лужну реакцію в середньому в межах 7,98-8,5 (на окремих точках амплітуда коливань рН значно більша).

Прозорість води в середньому становить 22-35 см, в окремі сезони зменшується до 8 см, в зимовий період при льодоставі зростає до 40 см і більше. Колір води за шкалою протягом року змінюється від XIV до XVI, кольоровість - від 14 до 38° (по окремих точках діапазон вищий). Вміст завислих речовин складав 16 - 57 мг/дм³. На режим прозорості, мутності, кольоровості води впливають вітрове та конвекційне перемішування вод. Так, в період льодоставу зростає прозорість води, зменшується мутність, кольоровість, в інші періоди вода досить мутна і мало прозора.

Органолептика води водосховища характеризується наявністю жовтого, коричневого, зеленого забарвлення, з солоним смаком інтенсивністю до 2 балів, запахом від невизначеного до рибного інтенсивністю до 2 балів. Невисокий вміст сполук азоту вказує на добрі самоочисні можливості водної маси у водосховищі.

Кисневий режим водосховища задовільний, (вміст кисню 9-13,5 мг/дм³ або 112 – 126% насичення).

Взимку в окремих точках вміст кисню зменшувався до 80% насичення, але все ж був в межах ГДК. Показник БСК₅ був 3,7-4,7 мг /дм³. Вміст сірководню виявився менше за 0,25 мг/дм³. Навесні нітриту у водосховищі біля лівого берега перевищували ГДК в 10 разів, нітрати по більшості точок ледь перевищують ГДК. Отож, вода Барабойського водосховища не завжди безпечна для зрошення і ведення рибництва.

Придатність складу і якості води водойми, що використовується для побутового водопостачання та культурно-побутових цілей, а також для рибогосподарських цілей, визначається по її відповідності вимогам і нормативам, викладеним у Санітарних правилах і нормах охорони поверхневих вод від забруднення СанПіН №4630-88.

Скиди стічних вод в водосховище не мають місця.

В період експлуатації на підставі спостережень за якістю води і її відповідності санітарним нормам, склад проектних водоохоронних заходів може якісно і кількісно змінюватися, доповнюватися й уточнятися.

Скиди в водосховище виробничих, побутових та інших видів відходів не передбачені [1].

Водосховище вважається забрудненим, якщо показники якості води в ньому змінилися під прямим чи непрямим впливом господарської діяльності та побутового використання і стали частково або цілком непридатними для одного з видів використання.

Контроль якості води у водоймі здійснює Дністровське МУВГ, Біляївська РСЕС.

При виявленні потрапляння шкідливих речовин з навколишніх територій служба експлуатації водосховища організовує контроль за джерелами постачання і за межами водоохоронної зони.

Основними джерелами забруднення водосховища слід вважати р. Барабой, в яку потрапляє стік і змив розташованих вище за течією сіл Покривка, Щербанка, Каменка, Василівка, Широка Балка [1].

Основні показники гідрохімічного складу води джерела зрошення Барабойського водосховища при наповненні та у вегетаційний період наведені у таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Основні гідрохімічні показники якості води
Барабойського водосховища

п/п	Назва	Розмірність	Вміст інгредієнту	
			18.06.2015	31.04.2015
1	Мінералізація	мг/дм ³	572,15	512,51
2	Гідрокарбонати	мг/дм ³	152,5	128,10
3	Сульфати	мг/дм ³	182,4	156,00
4	Хлориди	мг/дм ³	70,9	70,90
5	Кальцій	мг/дм ³	55,00	60,00
6	Магній	мг/дм ³	30,38	39,49
7	Натрій і Калій	мг/дм ³	81,48	46,02
8	Мідь	мг/дм ³	0	-
9	Загальна жорсткість	мг-екв/дм ³	5,25	-
10	Завислі речовини	мг/дм ³	56,00	72,00
11	Азот амонійний	мг/дм ³	0,512	0
12	Азот нітратний (NO ₂)	мг/дм ³	0,061	0
13	Азот нітратний (NO ₃)	мг/дм ³	0,8	0,00
14	Залізо загальне	мг/дм ³	0,095	0,00
15	Біохімічне споживання кисню (БСК-5)	мгО ₂ /дм ³	7,17	6,39
16	Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	0	11,52

3 Водогосподарські розрахунки

3.1 Загальні положення

Під водогосподарськими розрахунками розуміють сукупність розрахунків і проектних розробок, що містять такі основні розділи: виявлення ресурсів і режиму використання водного об'єкта, підготовка вихідних даних для проектування; визначення вимог водокористувачів до водних ресурсів та режиму регулювання стоку; узгодження і взаємне поєднання цих вимог між водокористувачами; розрахунок водогосподарських балансів річок у створах водозабору і проєктованих споруд; розрахунки основних водогосподарських параметрів, що визначають розміри споруд і водосховищ (об'єми водосховищ, що необхідні для регулювання стоку і, відповідно, підпірні рівні споруд; розміри водоскидних отворів тощо); вибір методів водогосподарських розрахунків стосовно прийнятих основних параметрів споруд і водосховищ; складання правил управління роботою водосховищ, що забезпечують реалізацію запланованих заходів; розрахунки регулювання стоку або водної енергії та складання характеристик режиму роботи установки або каскаду установок; проведення ряду спеціальних розрахунків; первинного наповнення водосховищ, процесу їх замулювання, вирішення оптимізаційних завдань управління водними ресурсами тощо. Водогосподарські розрахунки є важливою частиною проектування водогосподарських заходів і тому мають бути виконані з найбільшою ретельністю.

Види регулювання стоку за тривалістю (добове, тижневе, короткотермінове неперіодичне, сезонне, багаторічне, змішане), ступенем використання стоку (повне, неповне), за призначенням або потребами окремих галузей народного господарства (водопостачання, гідроенергетика, зрошення, судноплавство, рибне господарство, боротьба з повінню), за

групуванням водосховищ (каскадне, віяльне, компенсуюче, буферне), за експлуатаційною ознакою.

Водне господарство – це галузь що займається вивченням, обліком, використовуванням, регулюванням водних ресурсів, охороною вод від забруднення і виснаження, транспортування їх до місця призначення . Повсюдна потреба людини у воді реалізується шляхом створення різного роду інженерних споруд :

- комунальне і промислове водопостачання ;
- водосховища для регулювання річкового стоку ;
- греблі для захисту від повеней.

Проклад штучних водних доріг і поліпшення умов судноплавства на річках, забезпечення умов для рибництва. Водне господарство вирішує завдання питного і побутового водопостачання. Подача води йде за рахунок підземних вод . Водопостачання промислових і транспортних підприємств і зрошування здійснюється переважно за рахунок поверхневих вод. Для надійного забезпечення водою галузі господарства здійснюється регулювання стоку. Перерозподіл за часом об'ємів стоку відповідно до вимог водокористування. Це досягається шляхом тимчасового затримання води у водосховищах (регулювання) в періоди надлишку природного припливу над вжитком і витрачання накопичених запасів в періоди коли вжиток перевищує природний приплив. Поряд з великою користю, водосховища приносять певну шкоду, оскільки з ними неминуче зв'язані затоплення значних площ що використалися раніше в сільськогосподарських землях. Водне господарство вирішує багато завдань по боротьбі з шкідливою дією вод. Захист від повеней, селевих потоків і снігових лавин, осушення перезволожених територій, боротьба з водною ерозією, зсувами, заболочування і засолення ґрунтів. Запобігання від руйнування берегів річок, водосховищ і морів. Такі проблеми називаються водними проблемами. Водогосподарські розрахунки пов'язані зі встановленням балансових

відношень припливу і відтоку води в даному створі і відповідного їм режиму спрацювання - наповнення водосховища в різні моменти його експлуатації.

Водогосподарські розрахунки є дуже важливою частиною проектування водогосподарських заходів і тому мають бути виконані з найбільшою ретельністю [8].

3.2 Водогосподарські розрахунки Барабойського водосховища

Водогосподарський баланс водосховища складаються з двох частин – прибуткової та витратної.

Прибуткову частину складають: самопливний приплив води з власної водозбірної площі в об'ємі умов маловодного року 0,640 млн.м³, підкачка з р. Дністер, атмосферні опади на дзеркало водойми.

Витратні частину балансу складають: забір води з водосховища на зрошення, скиди з ціллю поліпшення водообміну, витрати на випаровування з водного дзеркала водосховища і витрати на фільтрацію.

Стік р. Барабой визначений відповідно до «Руководства по определению расчетных гидрологических характеристик» (СНіП 2.01.14-83) і прийнятий для маловодного року забезпеченістю 75%.

Середні багаторічні опади на дзеркала водосховища визначені по даних спостережень на метеостанції Одеса.

Втрати на випаровування з водної поверхні забезпеченістю 50% визначені за даними випаровувачів метеостанції Одеса.

Водогосподарський баланс Барабойського водосховища для прийняття оперативних рішень виконаний на основі аналізу водоспоживання за останні 6 років, які представлені Дністровським МУВГ в трьох варіантах:

- для маловодного року 75% забезпеченості при зрошенні всієї проектної площі 11927,6 га і зрошувальній нормі 3500м³/га;

- для маловодного року 75% забезпеченості при зрошенні усередненої по роках площі 4159 га і зрошувальній нормі 3500 м³/га;

- для маловодного року 75% забезпеченості при рекомендованій ДМУВГ площі 8800 га і зрошувальній нормі 2500 м³/га.

В таблиці 3.1 представлений водогосподарський баланс Барабойського водосховища у відповідності з паспортом водосховища в маловодному році $P = 75\%$ при зрошенні 4159 га і зрошувальній нормі $N = 3500 \text{ м}^3/\text{с}$ (табл.3.2) та - водогосподарський баланс Барабойського водосховища в маловодному році $P=75\%$ при зрошенні 280 га і зрошувальній нормі $N= 1100 \text{ м}^3/\text{с}$ (табл.3.2).

Як видно з таблиці 3.2 прибуткова частина (107 тис м³) в березні буде скинута в нижній б'єф, так як водосховище наповнене до НПР [1].

Сезонне регулювання стоку призначене для перерозподілу стоку із багатоводних сезонів року до маловодних. Це найбільш розповсюджений вид регулювання стоку. Корисний об'єм водосховища сезонного регулювання визначається об'ємом дефіциту стоку (різниця між витратами , які використані та природними в період межені) [9].

Таблиця 3.1 – Водогосподарський баланс Барабойського водосховища у відповідності з паспортом водосховища в маловодному році $P = 75\%$ при зрошенні 4159 га і зрошувальній нормі $N = 3500 \text{ м}^3/\text{с}$

М-ц	h оп	h вип	H поч	W поч	F поч	W пов	W оп	WНС	Wприб	Wвип.	Wзр.	Wв.о	W ф.п.	Wвитр.	
	мм	мм	м	тис.м ³	тис.м ²	тис.м ³									
						Прибуткова частина				Витратна частина				Баланс	
III	28	17	35,5	2603	1360	640	38,49	0	678,49	23,12	-	-	26,03	49,15	629,34
IV	32	86	36,1	3232,34	1520	0	48,18	2203	2251,18	130,72	2087,35	-	32,32	2250,39	0,79
V	53	128	36,1	3233,13	1520	0	79,95	6409	6488,95	194,56	6262,05	-	32,33	6488,94	0,01
VI	70	137	36,1	3233,14	1520	0	106,7	10571	10677,7	208,24	10436,75	-	32,33	10677,32	0,38
VII	57	154	36,1	3233,52	1520	0	86,94	10617	10703,94	234,08	10436,75	-	32,34	10703,17	0,78
VIII	44	146	36,1	3234,3	1520	0	66,27	8538	8604,27	221,92	8349,4	-	32,34	8603,66	0,61
IX	36	103	36,1	3234,91	1520	0	54,26	4310	4364,26	156,56	4174,7	-	32,35	4363,61	0,65
X	34	60	36,1	3235,56	1520	0	52,29	72	124,29	91,2	-	-	32,36	123,56	0,73
XI	39	25	36,1	3236,3	1520	0	59,28	-	59,28	38	-	-	32,36	70,36	-11,08
XII	43	0	36,05	3225,21	1515	0	65,73	-	65,3	-	-	-	32,25	32,35	33,04
I	33	0	36,15	3258,26	1525	0	49,72	-	49,72	-	-	-	32,58	32,58	17,13
III	35	0	36,25	3275,39	1535	0	54,19	-	54,19	-	-	-	32,75	32,75	21,43
			36,3	3296,82											
рік	504	856				640	761,57	42747	44121,57	1298,4	41747		382,35	43427,75	693,82

Таблиця 3.2 – Водогосподарський баланс Барабойського водосховища в маловодному році P=75% при зрошенні 280 га і зрошувальній нормі N= 1100 м³/с

М-ц	h оп	h вип	H поч	W поч	F поч	W пов	W оп	WНС	Wприб	Wвип.	Wзр.	Wв.о	W ф.п.	Wвит.	
	мм	мм	м	тис.м ³	тис.м ²	тис.м ³									
						Прибуткова частина				Витратна частина				Баланс	
III	28	17	43,5	23970	3825	640	107,1	-	107,1	65,0	-	-	719	784,1	23970
IV	32	86	43,5	23970	3825	0	122,4	-	122,4	328,9	-	-	719	1048	23044
V	53	128	43,2	23044	3800	0	201,4	-	201,4	486,4	108,0	-	691	1285	21960
VI	70	137	42,8	21960	3700	0	259,0	-	259,0	506,9	144,0	-	658	1300,9	20919
VII	57	154	42,4	20919	3600	0	205,2	-	205,2	554,4	264,0	-	627	1445	19679
VIII	44	146	42,2	19679	3200	0	140,8	-	140,8	467,2	268,0	-	590	1326	18493
IX	36	103	41,9	18493	3100	0	111,6	-	111,6	319,2	72,0	-	554	945	17559
X	34	60	41,7	17559	3000	0	102,0	-	102,0	180,0	-	-	526	706	16955
XI	39	25	41,5	16955	2900	0	113,0	-	113,0	72,5	-	-	508	580	16408
XII	43	0	41,4	16408	2800	0	120,4	-	120,4	0,0	-	-	492	612	15916
I	33	0				0		-			-	-			
III	35	0				0		-			-	-			
рік	504	856				640	1483,2		1483,2	2928,5	856		6084	10032	194903

де $Н_{оп}$. - опади в році 75 % забезпеченості;

$W_{приб}$. – сумарний об'єм притоку;

$W_{вип}$ –об'єм втрат на випаровування;

$Н_{поч}$ – початковий рівень водосховища;

$W_{поч}$ – початковий об'єм водосховища ;

$W_{зрош}$ – об'єм водозабору на зрошення.

$W_{вит}$. – сумарний об'єм відтоку;

$W_{оп}$. – об'єм притоку опадів на площу дзеркала.

4 Використання водних ресурсів водосховища

4.1 Обґрунтування способу зрошування і техніки поливу

Спосіб зрошування – це прийом, за допомогою якого здійснюють проектний режим зрошування сільськогосподарських культур шляхом розподілу води по полю в необхідних кількостях і в необхідні терміни. Кожному способу зрошення відповідає певна зрошувальна мережа і техніка поливу.

Техніка поливу – це комплекс заходів, споруд, устаткування і машин, за допомогою яких здійснюється той або інший спосіб зрошування.

Водним режимом називається сукупність всіх явищ, вступу вологи в ґрунт, її пересування, утримання і витрату з ґрунтів. У зв'язку з цим необхідно знати водний баланс – кількісне вираження водного режиму ґрунтів. Водний баланс розглядається як підсумок, враховує початкові і кінцеві запаси вологи в ґрунті і всі етапи приходу і витрати її за певний період.

Прибуткова частина водного балансу включає суму опадів за весь період спостереження, кількість вологи, що поступила з ґрунтових вод і кількість вологи води, що поступила в результаті поверхневого припливу. Витратна частина – це кількість вологи що випарувалася з поверхні ґрунту за весь період спостереження, кількість вологи що витрачається на транспірування, кількість вологи на інфільтрацію в ґрунтову товщу і кількість вологи, що втрачається в результаті поверхневого стоку.

Для досліджуваного регіону опади за вегетаційний період складають 504 мм, випаровуваність з водної поверхні при $P=75\%$ 856 мм, випаровуваність з поверхні суші 416 мм. Для даного регіону прибуткова частина значно менше витратною, це негативна величина, а для отримання стійкого урожаю необхідний позитивний водний баланс. Цей недолік вологи

(дефіцит водного балансу) необхідно заповнити подачею на полі зрошувальної води.

Для забезпечення проектної врожайності сільськогосподарських культур був складений режим зрошування, включаючи норми, кількість і терміни поливів певних культур тих, що входять в дану сівозміну.

Зрошувальна дощувальна система є природно-господарський комплекс, насосна станція, мережа трубопроводів з гідрантами, дощувальні машини і установки.

Зрошувальна дощувальна система призначена для транспортування води до зрошуваного поля і розподіл її по площі у вигляді штучного дощу. При цьому зволожується ґрунт, приземний шар повітря і надземна частина рослин.

Дощувальні системи застосовуються, як правило, для зрошування відносно великих по площі ділянок з переважно низькорослими зеленими насадженнями. Важливою відмінністю дощувальних систем є можливість дії з їх допомогою на мікрокліматичні характеристики місцевості, а саме – зміна вологості повітря внаслідок мілко-дисперсного зрошування.

Жоден із способів зрошування не може бути універсальним. Застосування того чи іншого способу обґрунтовується аналізом конкретних природно-господарських умов району. При цьому враховуються: склад культур в сівозміні; водозабезпеченість і меліоративний стан зрошуваних земель; забезпеченість робочою силою і електроенергією; водно-фізичні властивості ґрунтів і рельєф. Тільки при різнобічному підході можна віддати перевагу тому або іншому способу зрошування, який робить визначальний вплив на конструкцію зрошувальної мережі [8,9].

Незалежно від способу і техніки поливу до них ставляться наступні основні вимоги: рівномірно розподіляти по площі і глибині активного шару ґрунту поливну воду; виключати непродуктивні втрати води на фільтрацію, випаровування і скидання; зберігати структуру ґрунту і попереджати її засолення і заболочування; забезпечувати високу продуктивність праці

поливу і максимальний рівень його механізації і автоматизації; забезпечення і отримання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур.

Дощування – це спосіб поливу, при якому вода розподіляється над поверхнею поля у вигляді дощу спеціальними машинами, установками або агрегатами. Особливості дощування : зволожується ґрунт, рослини і приземний шар повітря; глибина зволоження ґрунту, як правило, менше, ніж при поверхневому поливі; можливі часті поливи малими нормами, що створює більш рівномірне зволоження ґрунту .

Дощування – прогресивний спосіб зрошування. Він дозволяє забезпечити точне регулювання водного режиму ґрунту; зволоження не лише ґрунту, але і повітря, що сприятливо позначається на розвитку рослин, не робить руйнування структури і ущільнення ґрунту. Особливо ефективно дощування в районах періодичної посушливості і надмірного зволоження, при зрошуванні ділянок із складним рельєфом, з ґрунтами, що сильно фільтрують, і породами з неглибоким заляганням ґрунтових вод.

Дощування – це зрошування штучного розпорошеною водою. Основні показники дощування : механічний і автоматизований спосіб зрошування.

В той же час, дощуванню властиві недоліки: більш високі будівельні і експлуатаційні витрати.

Як штучний так і природний дощ в основному характеризується інтенсивністю зрошування, розміром крапель і рівномірним розподілом дощу по зрошуваній площі. Ці параметри істотно впливають на вибір режиму зрошування.

Для рівномірного зволоження ґрунту, збереження його структури і аерації інтенсивність штучного дощу для будь-якого моменту часу має бути меншого значення швидкості вбирання води в ґрунт і складає для легких ґрунтів 20-30 мм/годину. Інтенсивність штучного дощу (мм/год.) є кількістю опадів, що створюються цією дощувальною системою в одиницю часу на одиницю площі (на практиці прагнуть до проектування таких систем, які

створюють штучний дощ однакової інтенсивності в кожній точці зрошуваної площі) [4,7]..

При дощуванні з рослин змивається пил, що посилює їх дихання, асиміляцію вуглецю, розвиток і накопичення органічної речовини. Після дощування структура ґрунту менше руйнується і післяполивну обробку можна починати раніше, завдяки чому в ґрунті зберігається більше вологи. Дощування дає можливість разом з поливною водою вносити добрива.

Дощування можна проводити у будь-який час доби і давати будь-які поливні норми, починаючи з найменших. Воно дозволяє підтримувати оптимальну для рослин вологість ґрунту на землях із складним рельєфом і на ділянках з малопотужними ґрунтами, розташованими на сильно водопроникних породах (пісок, галечник), на яких поверхневі поливи вимагають великого об'єму планувальних робіт або пов'язані зі значними втратами води на фільтрацію [4,7].

4.2 Розрахунки режиму зрошення культур сівозміни

Режим зрошування – це оптимальне число поливів, їх правильний розподіл по фазах зростання і розвитку оброблюваної сільськогосподарської культури, поливні і зрошувальні норми, що забезпечують отримання найбільшого урожаю в конкретних природних умовах.

Режим зрошування визначає норми, терміни і число поливів сільськогосподарських культур. Встановлюється розрахунком відповідно до біологічних особливостей рослин, кліматичних, ґрунтових і гідрогеологічними умовами зрошуваної ділянки, способом і технікою поливу, технологією обробітку рослин і так далі [4,7].

Розрахунок режиму зрошування проводять в наступній послідовності: встановлюють терміни і тривалість вегетації культур; визначають сумарне водоспоживання рослин за вегетацію і між фазні періоди; встановлюють

природну вологозабезпеченість культури (початкові запаси вологи в ґрунті, атмосферні опади, ґрунтові води); розраховують водоспоживання або зрошувальну норму; визначають поливні норми для різних фаз розвитку рослин; встановлюють терміни проведення поливів і тривалість міжполивних періодів; визначають розрахункові ординати гідромодуля або величини питомої потреби культури в зрошувальній воді [4,7].

Запроектований режим зрошення повинен:

- 1) Відповідати потребам рослини у воді в кожен фазу її розвитку з урахуванням вимог агротехніки і виду культури;
- 2) Регулювати водний, живильний, сольовий і тепловий режими ґрунту;
- 3) Сприяти підвищенню родючості зрошуваних земель, не допускаючи заболочування, засолення і ерозії ґрунтів.

Сумарне водоспоживання для кожної з рослин різне, але для однієї і тієї ж рослини залежить від цілого ряду чинників: теплової енергії, кліматичних умов, вологості ґрунту, рівня агротехніки. Воно різне в різних фазах розвитку рослини, змінюється навіть протягом доби (найбільше опівдні, тобто, коли дефіцит вологості, температура повітря і освітленість рослин найбільші і фізіологічні процеси протікають найінтенсивніше, а якнайменше – вночі, коли вказані величини опускаються до мінімальних значень).

4.3 Визначення поливної і зрошувальної норми провідної культури

Обчисливши водоспоживання сільськогосподарської культури, можна з рівняння водного балансу поля визначивши зрошувальну норму ($\text{м}^3/\text{га}$):

$$M = E - aP \pm \Delta W - W_{zp} + W_{em} \quad (4.1)$$

де E - водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$;

aP - опади, які вбираються в ґрунт, $\text{м}^3/\text{га}$;

ΔW - кількість води, яка використовується рослинами з кореневого шару ґрунту, м³/га;

$\Delta W = W_i - W_e$, м³/га (W_i і W_e - запаси вологи в ґрунті на початок і кінець вегетаційного періоду);

M - зрошувальна норма, м³/га;

W_{sp} - об'єм ґрунтових вод, що йдуть на підживлення кореневого шару ґрунту, м³/га;

W_{em} - втрати зрошувальної води на поверхневе і глибинне скидання, м³/га.

Зрошувальна норма – кількість води, яку необхідно подати на 1 га за вегетаційний період для відновлення дефіциту вологи в розрахунковому шарі ґрунту і забезпечення проектного врожаю культури в умовах розрахункового року.

Для визначення зрошувальної норми сільськогосподарських культур варто розглядати особливості розрахункового режиму зрошення і його відмінність від експлуатаційних режимів.

Експлуатаційний режим зрошення визначає потребу рослин у воді в кожний конкретний рік чи період з обліком господарських і природних умов цього року. Розрахунковий режим зрошення розробляють для проектування зрошувальної мережі і зв'язаних з нею споруд. Від обраного режиму зрошення залежать об'єми води і строки їхньої подачі на поля, витрати і розміри каналів, обсяги будівельних робіт і т.д.

Потреби рослин у воді у різні роки різні, тому розрахунковий режим зрошення вибрати важко. Його визначають для умов якого є вихідними даними для проектування.

Однак економічно не вигідно вибирати розрахунковий рік з такими даними, щоб була 100%-на забезпеченість поливною водою будь-якого року в період проектного терміну служби зрошувальної системи. Відсоток забезпеченості розрахункового року є важливою характеристикою розрахункового режиму зрошення. Чим вище цей відсоток, тим більше число

років буде забезпечено необхідною кількістю поливної води, але буде потрібна дуже висока пропускна здатність каналів, більш дорогі споруди на них і в остаточному підсумку великі витрати коштів на будівництво і експлуатацію.

Для економічного обґрунтування вибору року розрахункової забезпеченості проводять аналіз залежностей розрахункових ординат графіка водоподачі, врожайності сільськогосподарських культур, капітальних вкладень від метеорологічних умов року. При цьому основними показниками є економічний ефект від впровадження зрошення і терміни окупності будівництва зрошувальної системи.

Отриману зрошувальну норму необхідно подати на поле окремими нормованими поливами.

Поливна норма – об'єм води, подаваний на 1 га поля за один полив для підтримки водно-повітряного режиму в розрахунковому шарі ґрунту.

Вона залежить від виду культури і фази її розвитку, потужності кореневого шару ґрунту і його водно-фізичних властивостей, вмісту солей у ґрунті, кліматичних і гідрологічних умов, способу і техніки поливу. Упродовж вегетації величини поливної норми міняються.

Чим краще розвинута коренева система, тим більшу поливну норму слід подати. У важких за механічним складом ґрунтах поливна норма більша, ніж у більш легких. Поливну норму визначають за формулою:

$$m = W_{\max} - W_{\min} , \quad (4.2)$$

де m – поливна норма, м³/га;

W_{\max} і W_{\min} – запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту після і до поливу, м³/га.

Запаси вологи в ґрунті визначають за рівнянням:

$$W = 100\gamma \text{ НВ}, \quad (4.3)$$

де H – розрахунковий шар ґрунту, м;

γ – об'ємна маса розрахункового шару, т/м³;

P – вологість шару ґрунту, % від сухої маси.

Більш наочно водно-повітряний режим описують розрахунки по визначенню запасів вологи в ґрунті в залежності від її шпаруватості. При цьому запаси вологи визначають за формулою:

$$W = AH\beta_A \quad (4.4)$$

де A – шпаруватість, в % від об'єму ґрунту;

β_A - вологість ґрунту в розрахунковому шарі в процентах від шпаруватості.

При таких розрахунках, завжди відомо співвідношення води і повітря в ґрунті.

Розрахунковий шар ґрунту H (м) визначається глибиною розвитку основної маси коренів рослини, і отже, фазою її розвитку, рівнем агротехніки, іншими умовами і складає для овочевих 0,3-0,7 м, для зернових культур і трав 0,7-1,0 м.

Прийнято вважати, що при поливі вологість у кореневому шарі ґрунту варто доводити до вологості, яка відповідає найменшій вологомісткості (НВ), тобто до тієї кількості вологи, яку може удержати даний шар ґрунту. При подачі більшої кількості надлишки води профільтуються в більш глибокі шари ґрунту. Завищення поливних норм приводять до виносу елементів живлення рослин за кореневий шар ґрунту, підняттю рівня ґрунтових вод, заболочуванню і засоленню ґрунтів, що знижує врожайність сільськогосподарських культур.

Запаси вологи в ґрунті, які відповідають найменшій вологомісткості, визначають по залежностях:

$$W_{\max} = 100 \gamma_{\text{НВ}} \beta_{\text{НВ}} \quad \text{чи} \quad W = A \text{Н} \beta_{\text{АНВ}}, \quad (4.5)$$

де $\beta_{\text{НВ}}$ і $\beta_{\text{АНВ}}$ - вологості ґрунту, які відповідають НВ, % від маси і шпаруватості ґрунтів.

Для кожної рослини існує свій мінімально припустимий поріг вологості β_{\min} , при зниженні до якого рослини перестають нарощувати продуктивну масу і формувати врожай. Мінімальний поріг вологості залежить від самої рослини, її біологічної природи, періоду вегетації, вмісту солей у ґрунті, типу і виду ґрунтів. У практиці зрошення передполивну вологість приймають звичайно для вологолюбних культур – 75-85%, для менш вимогливих до води – 70-75% від вологості, яка відповідає НВ.

Поливна норма визначається і технічними можливостями регулювання подання води на полі, при дощуванні поливні норми зменшують, але поливають частіше.

Максимальна поливна норма відповідає найбільшій кількості легкодоступної для рослин води, яку ґрунт повинен утримувати в межах оптимального діапазону.

Мінімальний запас вологи в ґрунті визначають по залежності:

$$W_{\min} = 100 \gamma_{\text{НВ}} \beta_{\min} \quad \text{чи} \quad W_{\min} = A \text{Н} \beta_{\text{А} \min} \quad (4.6)$$

де β_{\min} і $\beta_{\text{А} \min}$ – перед поливні пороги вологості в шарі Н, в % від вологості, яка відповідає НВ.

На засолених землях передполивний поріг збільшують на 6-10%, особливо для рослин, на розвиток яких солі в ґрунті впливають найбільш негативно (овочі, бавовник, кормові культури й ін.).

Отже, полив варто здійснювати в той момент, коли запас вологи в ґрунті знизиться до мінімально припустимої величини, і доводити цей запас поливом треба до вологості, яка відповідає НВ.

Поливна норма ($\text{м}^3/\text{га}$) розраховується по залежності:

$$m = 100 \gamma H (\beta_{\text{HB}} - \beta_{\text{min}}); \quad m = AH (\beta_{\text{АНВ}} - \beta_{\text{A min}}), \quad (4.7)$$

Поливна норма залежить також від техніки і способу поливу. Так, при поверхневих поливах найменша поливна норма складає $400\text{-}600 \text{ м}^3/\text{га}$, що обумовлено забезпеченням більш рівномірного зволоження зрошуваного поля.

При подачі поливних норм варто враховувати втрати води властиві будь-якому способу зрошення.

При дощуванні відбувається більш рівномірний розподіл води по полю практично при будь-якій поливній нормі. Швидкість вбирання води в ґрунті при дощуванні значно нижче, ніж при поверхневому поливі, і щоб уникнути поверхневого змиву ґрунтів максимальні поливні норми звичайно встановлюють $500\text{-}700 \text{ м}^3/\text{га}$ [12].

Була розрахована поливна норма для основної культури (люцерна) за формулою (4.7):

$$m = 100 \cdot 15 \cdot 0,7 (21 - 15,7) = 550 \text{ м}^3/\text{га},$$

Визначаємо зрошувальну норму: $M = 550 \cdot 2 = 1100 \text{ м}^3/\text{га}$.

Тривалість поливних періодів, впродовж яких має бути закінчений полив площі під кожну культуру, визначаються агротехнічними допустимими термінами поливу, планом подання води на цю зрошувану ділянку і відповідною організацією праці. Для отримання загальної витрати води, необхідної для зрошення усієї площі, зайнятої декількома культурами, треба підсумувати витрати води для кожної культури, що поливаються одночасно. Ці суми дадуть потрібні витрати води на зрошення цієї площі у відповідні моменти часу.

Визначення строків проведення поливу є дуже важливим в зрошувальному землеробстві. Вони визначаються різними методами. Один з

основних, використовуваний при проектуванні і в польових умовах – по фазах зростання і розвитку рослин. Фаза зростання і розвитку рослин – це так би мовити, окремі етапи їх розвитку, які характеризуються зміною зовнішніх ознак: сходи, утворення листя, поява бутонів, цвітіння, формування плодів, дозрівання.

Для визначення потреби рослин у воді застосовують показник – транспіраційний коефіцієнт – кількість вагових частин води, витраченої на одну вагову частину урожаю.

Міра допустимості ґрунтової вологи рослинам і стан водного режиму виражають ґрунтово-гідролітичні константами. Розрізняють наступні ґрунтово-гідрологічні константи:

1. Максимальна адсорбційна вологоємкість – вологість ґрунту, що відповідає найбільшому змісту недоступної рослинам міцно зв'язаної вологи.

2. Максимальна гігроскопічність – вологість ґрунту, що відповідає кількості води, яку ґрунт може сорбувати з повітря, повністю насиченого водяною парою. Волога, що відповідає МГ, повністю недоступна рослинам.

3. Вологість стійкого в'янення рослин, що відповідає змісту в ґрунті води, при якому рослини виявляють ознаки в'янення, що не проходять при переміщенні вологості ґрунту, коли волога з недоступного для рослин стану переходить в доступне (нижня межа доступності ґрунтової вологи).

4. Найменша (польова) вологоємкість ґрунту – відповідає капілярно-підвішеному насиченню ґрунту водою, коли остання максимально доступна рослинам.

5. Повна вологоємкість – відповідає такому вмісту вологи в ґрунті, коли його пори насичені водою.

Здатність ґрунту до стійкого забезпечення рослин водою залежить від агрофізичних чинників родючості.

Вологоємкість ґрунту – називають здатність її утримувати воду. Розрізняють капілярну, найменшу(польову) і повну вологоємкість. Капілярна вологоємкість визначається кількістю води, що міститься в капілярах ґрунту,

підпертих водоносним горизонтом. Найменша вологоємність аналогічна капілярній, але за умови відриву капілярної води від води водоносного горизонту.

Повна вологоємність - стан, коли усі пори (капілярні і некапілярні) повністю заповнені водою.

Водопроникністю ґрунту називають здатність вбирати і пропускати через себе воду. Водопроникність залежить від гранулометричного складу, структури ґрунту і ступеня зволоження.

Водопід'ємна здатність ґрунту – здатність до капілярного підйому води. Обумовлена ця властивість дією меніскових сил змочених водою стінок ґрунтових капілярів.

Для оптимального зволоження ґрунту у вегетаційний період, тобто в період розвитку рослин після зимівлі, призначається спеціальний режим зрошування або режим проведення поливів.

Режим зрошування повинен забезпечувати в ґрунті потрібний для цієї культури водний режим для конкретних кліматичних умов і господарських цілей. При цьому потрібне строге дотримання агротехнічних заходів. Режим поливів кожної культури зрошуваного масиву за цих агро-кліматичних умов повинен відповідати наступним вимогам:

1. Відповідати потребам рослин у воді в кожен фазу їх розвитку, забезпечуючи нормальний розвиток цієї культури і отримання високих урожаїв при певній агротехніці з внесенням добрив в необхідні терміни;

2. Здійснювати найбільш точне необхідне регулювання водного режиму і пов'язаних з ним поживного, сольового і теплового режимів ґрунту;

3. Підвищувати родючість зрошуваних земель, не допускаючи ерозії, заболочування і засолення ґрунтів;

4. Відповідати правильній організації праці, підвищуючи її продуктивність за рахунок застосування автоматизації при вдосконаленні технології поливів і при використанні найбільш прогресивних технічних засобів.

Відповідно до зміни кліматичних, господарських і агротехнічних умов поливний режим кожної культури схильний до значних коливань по роках і окремих періодах року. При проектуванні технології зрошування необхідно встановлювати можливі розміри цих коливань. Тому до встановлення поливного режиму кожної культури треба знати ту загальну кількість поливної води, яка потрібна цій культурі за увесь вегетаційний період при певній агротехніці і цих природних умов для створення нормального розвитку рослин. Ця кількість води може бути встановлена на підставі аналізу сукупності даних кліматичних, ґрунтових і деяких інших умов.

На практиці встановлюють терміни і тривалість вегетації культур, сумарне водоспоживання рослин і природну вологозабезпеченість культури, розраховують зрошувальну норму і визначають тривалість міжполивних періодів.

Проектний режим зрошування розробляють на стадії проектування зрошувальної системи для виконання водогосподарських розрахунків і встановлення витратних характеристик зрошувальної мережі. Експлуатаційний режим розробляється в процесі експлуатації зрошувальної системи щорічно на наступний вегетаційний період для планування сезонного і оперативного водокористування.

Експлуатаційний режим зрошування у кожному конкретному випадку повинен враховувати зміну ґрунтово-меліоративних, погодних і організаційно-господарських умов, які неминуче виникають на зрошувальних системах в процесі їх експлуатації.

Режим зрошення сільськогосподарських культур сівозмінної ділянки наводиться в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Режим зрошення сільськогосподарських культур сівозмінної ділянки

Культура	Кількість поливів	Номер поливу	Поливна норма, м ³ /га	Терміни поливу	
	Зрошувальна норма			Початок	Кінець
Люцерна	7 4200	1	600	17.05	21.05
		2	600	22.06	26.06
		3	600	14.07	18.07
		4	600	22.07	26.07
		5	600	13.08	17.08
		6	600	26.08	30.08
		7	600	13.09	17.09
Люцерна	7 4200	1	600	17.05	21.05
		2	600	22.06	26.06
		3	600	14.07	18.07
		4	600	22.07	26.07
		5	600	13.08	17.08
		6	600	26.08	30.08
		7	600	13.09	17.09
Томати	8 3100	1	300	12.05	16.05
		2	400	28.06	2.07
		3	400	11.07	15.07
		4	400	18.07	22.07
		5	400	26.07	30.07
		6	400	4.08	8.08
		7	400	13.08	17.08
		8	400	22.08	26.08
Кабачки	6 2300	1	300	20.05	25.05
		2	300	1.06	6.06
		3	300	10.06	15.06
		4	400	25.06	30.06
		5	500	15.07	20.07
		6	500	5.08	10.08

Продовження таблиці 4.1

Столові коренеплоди	5 3000	1	600	29.06	3.07	
		2	600	15.07	19.07	
		3	600	26.07	30.07	
		4	600	10.08	14.08	
		5	600	26.08	30.08	
Капуста пізня	10 3800	1	300	12.05	16.05	
		2	400	28.06	2.07	
		3	400	11.07	15.07	
		4	400	18.07	22.07	
		5	400	26.07	30.07	
		6	400	4.08	8.08	
		7	400	13.08	17.08	
		8	400	22.08	26.08	
Картопля весінньої посадки + підсів люцерни	4 1400	1	300	1.05	5.05	
		2	300	19.05	23.05	
		3	400	18.06	22.06	
		4	400	21.07	25.07	
	+					
	4 2400	1	600	11.07	15.07	
		2	600	2.08	6.08	
		3	600	14.08	18.08	
		4	600	4.09	8.09	

4.4 Побудова і укомплектування графіка гідромодуля і графіка поливу сівозмінної ділянки

Гідромодуль – середня витрата води одним гектаром посіву сільськогосподарських культур за певний період, тобто питома витрата води. Знаючи гідромодуль і площу зрошуваної ділянки, можна визначити споживання води на 1 полив і увесь поливний період. Гідромодуль дає можливість зіставити витрату води джерела зрошування з потребами в ній сільськогосподарських рослин і скласти план водокористування.

Визначивши поливні і зрошувальні норми кожної культури, терміни поливів, складають графічний план водокористування зрошуваної ділянки

впродовж усього вегетаційного періоду, або графік гідромодуля. Якщо ординати різко різні і відбивають перерви в поданні води, то графік укомплектовують, тобто змінюють терміни і тривалість поливних періодів (у допустимих для кожної культури межах) і поливні норми, зберігаючи зрошувальні.

Режим зрошування сівозміни визначають підсумовуванням режимів зрошування окремих культур, за допомогою графіку гідромодуля, який і є графічним зображенням режиму зрошування. Він показує динаміку необхідних витрат води для зрошування усієї площі сівозміни у будь-який момент вегетаційного періоду. В умовах експлуатації графік гідромодуля коригують щороку, виходячи з погодних, господарських і інших умов.

Розрахунок і побудову графіку поливу сівозмінних ділянок слід проводити на основі інтегральних кривих дефіцитів водоспоживання сільськогосподарських культур виходячи з норм і термінів поливу кожної культури з урахуванням ґрунтово-меліоративних умов і параметрів поливної, дощувальної техніки.

Укомплектовування графіку поливів полягає в розташуванні поливів для досягнення найменшої кількості одночасно працюючих дощувальних машин.

Для подачі води на зрошування сільськогосподарських культур (на зрошувальну систему або зрошувальну ділянку, сівозміну) необхідно будувати насосну станцію з напірним трубопроводом або підвідним (магістральний, розподільний, господарський) каналом, розраховані на пропуск максимальної витрати води, яка потрібна для проведення поливів.

Витратою, як відомо з гідравліки, називається кількість води, яка проходить через живий переріз потоку (труби або каналу) в одиницю часу (л/с, м³/с).

З приведених нижче режимів зрошування сільськогосподарських культур, які входять в сівозміну, видно, що в окремі періоди треба поливати три, чотири і більш культур, а в решту часу одну, дві. У зв'язку з цим витрата

води, що подається на зрошувану ділянку в напружений період, може бути в 2-4 рази більше, ніж в решту часу вегетаційного періоду.

Тривалість напруженого періоду 15-20 днів. Очевидно, що будувати водо-подавальні споруди на пропуск максимальної витрати недоцільно як економічно, так і за організаційно-господарських умов.

У зв'язку з цим розрахунковий режим зрошування сільськогосподарських культур, сівозміни, які зображають у вигляді графіка гідромодуля або графіка поливу, необхідно погоджувати (укомплектовувати).

На графіку по осі абсцис відкладають час, а по осі ординат – розрахункові витрати (л/с) або ординати гідромодуля (питома витрата води л/с з га). [[4,7].

Для зрошувальної системи, в яку входить декілька сівозмін, коли при проектуванні розрахунки витрат здійснюють по типових сівозмінах, а також для спрощення подальшого визначення витрати окремих елементів зрошувальної мережі будують графіки гідромодуля. Якщо зрошувана ділянка є однією сівозміною, а також в умовах експлуатації будують графіки поливу.

Ордината графіка гідромодуля визначається за формулою:

$$q = \alpha m / 86,4t, \quad (4.8)$$

де q – ордината гідромодуля, (л/(с * га));

m – поливна норма, м³/га;

t – рекомендована тривалість поливу, д.

Ордината графіка поливу, тобто витрати води, яка потрібна для поливу окремої культури сівозміни (л/с) визначається за наступною формулою:

$$Q = \frac{F_k \cdot m_k}{86,4 \cdot t} \quad (4.9)$$

де F_k - площа поля сівозміни (нетто), зайнята культурою, га;

m_k - поливна норма культури, м³/га;

t – рекомендована тривалість поливу в добах.

По приведених формулах з використанням рекомендованих норм і строків поливу визначають витрату води на полив кожної культури.

Якщо строки поливів співпадають, то витрати води підсумовуються.

При підсумовуванні витрат води на окремі культури графік виходить нерівномірний (так званий не укомплектований), у зв'язку з чим, як вказано вище, його необхідно укомплектувати, тобто побудувати укомплектований графік (гідромодуля або поливу).

Задача комплектування полягає в наступному:

- 1) понизити максимальну ординату не укомплектованого графіка;
- 2) зробити роботу на зрошуваній ділянці по-можливості, безперервною і рівномірною.

Укомплектування графіків здійснюють:

- 1) за рахунок зрушень середньої дати поливу (вперед не більш ніж на 3 дні для овочевих культур, 5 днів для зернових і кормових);
- 2) зміни тривалості поливу (в межах 3-10 діб) при дотриманні допустимої зміни тривалості між поливного періоду (не більше 3-4 дні).

Приблизна тривалість поливних періодів: овочеві культури 3-5 днів, При поливній нормі 300-400 м³/га поливний період повинен бути 3 дні, при 500-600 м³/га – 5 днів, 700-1000 м³/га – 10 днів. При вологозарядкових поливах 1200-1500 м³/с можна прийняти 15 і 20 днів. При цьому треба враховувати також наступне:

- починати полив можна раніше наміченого терміну для овочевих культур на 3, а для зернових і кормових – 5 днів;
- інтервали між середніми датами двох сусідніх поливів однієї культури не змінювати з умови 3 дні для овочевих культур;
- не проводити одночасно полив більше двох культур;

- укомплектування, здійснюване, в основному, за рахунок стиснення поливного періоду, не повинен бути надмірним, тобто одержана в укомплектованому графіку витрата (гідромодуль) не повинна перевищувати розрахункову максимальну ординату не укомплектованого графіка.

Укомплектування графіка поливу або гідромодуля сівозміни може понизити максимальні ординати на 20-50% і більш.

Графік поливу при поверхневому способі зрошення

По формулі (4.9) розраховуємо витрату води для кожного поливу кожної культури сівозміни і результати записуємо у відомість не укомплектованого графіка поливу.

Приклад розрахунку: культура – люцерна, площа 45 га, поливна норма першого поливу $600\text{м}^3/\text{га}$, тривалість поливного періоду – 5 днів. Витрата за формулою (4.9) буде рівна:

$$Q = \frac{600 \cdot 45 \cdot 1000}{5 \cdot 16 \cdot 60 \cdot 60} = 83 \text{ л/с}$$

Витрата води другого поливу не розраховується, а приймається такою же, як і для першого, оскільки поливна норма і поливний період такі ж, як і у першого поливу.

На графіку по осі абсцис будується календар зрошувального сезону, на якому відкладається початок і кінець поливу, а по осі ординат – величина витрати в л/с.

Починати графік потрібно з поливу ранньої картоплі. Рання картопля поливається з 1.05 по 5.05, обидві дати включаються. Поливний період складає 5 днів. На графіку по горизонтальній осі знаходимо дати 1.05 і 5.05. з цих крапок проводимо перпендикуляр, на яких відкладається величина витрати поливу – 83л/с. Одержані крапки з'єднуємо прямою лінією, і утворюється прямокутник, що зображає перший полив.

Таким же чином наносимо на графік всі поливи інших культур. Якщо строки співпадають за часом то поливи надбудовують, а витрати підсумовують. Наприклад, з 17.05 по 21.05 поливається 4 поля : 2 поля люцерни з витратою 83л/с, поле огірків з витратою 35 л/с та поле картоплі весінньої посадки з витратою 42 л/с. Витрата поливу 2 полів люцерни складає: $83+83=166$ л/с. Над поливом люцерни надбудовуємо полив кабачків: $166+35=201$ л/с, потім над поливом люцерни надбудовуємо полив картоплі з витратою: $201+42=243$ л/с.

В результаті такої побудови одержимо не укомплектований графік (рис.4.1).

Для комплектування графіку поливу необхідно спочатку визначити максимальну ординату гідромодуля. Перемноживши загальну площу поля та гідромодуль зрошення (0,55), отримаємо висоту укомплектованого графіку поливу(170л/с)..

Після того, як будують укомплектовані всі напружені періоди графіка, треба укомплектувати проміжки між ними. Поливи конкретних культур необхідно укомплектовувати шляхом скорочення поливного періоду і збільшення витрати.

Після укомплектування графіка нові терміни і витрати води вписуються у відомість укомплектованого графіка поливів.(табл. 4.2)

З рисунка видно, що витрата впродовж зрошувального сезону рівномірна з невеликими коливаннями. Одержані інтервали між поливами необхідні для профілактики і ремонту зрошувальної мережі і насосної установки.

На рисунку 4.2 представлений укомплектований графік поливів.

Максимальна ордината укомплектованого графіка є основою проектування зрошуваної системи, а сам укомплектований графік поливу – основою планування всіх робіт на зрошуваній ділянці [14].

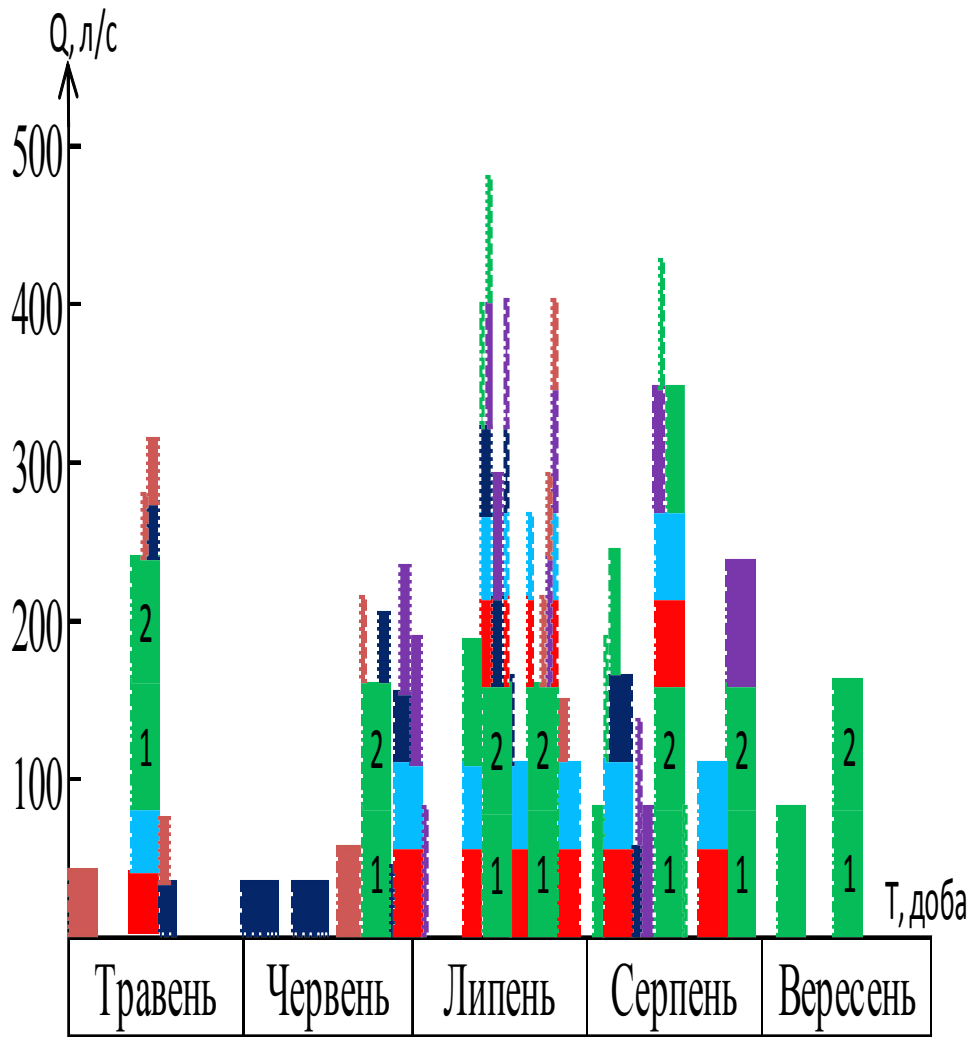


Рисунок 4.1 – Графік поливу не укомплектований

Умовні позначення:

- Люцерна;
- Капуста пізня;
- Столові коренеплоди ;
- Картопля весінньої посадки
- Кабачки;
- Томати.

Таблиця 4.2 – Відомість не укомплектованого і укомплектованого графіка поливу

Культура	Площа, га	Кількість поливів	Номер поливу	Поливна норма, м ³ /га	Терміни поливу			Витрата води, л/с	Терміни поливу		
		Зрошувальна норма			Початок	Кінець	Тривалість поливу		Початок	Кінець	Тривалість поливу
Люцерна	45	7/4200	1	600	17.05	21.05	5	83	7.05	8.05	2
			2	600	22.06	26.06	5	83	12.06	13.06	2
			3	600	14.07	18.07	5	83	11.07	12.07	2
			4	600	22.07	26.07	5	83	20.07	21.07	2
			5	600	13.08	17.08	5	83	12.08	13.08	2
			6	600	23.08	30.08	5	83	26.08	27.08	2
			7	600	13.09	17.09	5	83	5.09	6.09	2
Люцерна	45	7/4200	1	600	17.05	21.05	5	83	9.05	10.05	2
			2	600	22.06	26.06	5	83	14.06	15.06	2
			3	600	14.07	18.07	5	83	13.07	14.07	2
			4	600	22.07	26.07	5	83	22.07	23.07	2
			5	600	13.08	17.08	5	83	14.08	15.08	2
			6	600	23.08	30.08	5	83	28.08	29.08	2
			7	600	13.09	17.09	5	83	7.09	8.09	2

Продовження таблиці 4.2

Томати	45	8 3100	1	300	12.05	16.05	5	42	3.05	4.05	2
			2	400	28.06	2.07	5	56	18.06	19.06	2
			3	400	11.07	15.07	5	56	29.06	30.06	2
			4	400	18.07	22.07	5	56	18.07	19.07	2
			5	400	26.07	30.07	5	56	29.07	30.07	2
			6	400	4.08	8.08	5	56	2.08	3.08	2
			7	400	13.08	17.08	5	56	10.08	11.08	2
			8	400	22.08	26.08	5	56	30.08	31.08	2
Кабачки	45	6 2300	1	300	20.05	25.05	6	35	11.05	12.05	2
			2	300	1.06	6.06	6	35	1.06	2.06	2
			3	300	10.06	15.06	6	35	6.06	7.06	2
			4	400	25.06	30.06	6	46	24.06	25.06	2
			5	500	15.07	20.07	6	57	5.07	6.07	2
			6	500	5.08	10.08	6	57	6.08	7.08	2
Столові коренеп- лоди	45	5 3000	1	600	29.06	3.07	5	83	20.06	21.06	2
			2	600	15.07	19.07	5	83	9.07	10.07	2
			3	600	26.07	30.07	5	83	27.07	28.07	2
			4	600	10.08	14.08	5	83	16.08	17.08	2
			5	600	26.08	30.08	5	83	3.09	4.09	2

Продовження таблиці 4.2

Капуста пізня	45	8 3100	1	300	12.05	16.05	5	56	5.05	6.05	2	
			2	400	28.06	2.07	5	56	22.06	23.06	2	
			3	400	11.07	15.07	5	56	15.07	16.07	2	
			4	400	18.07	22.07	5	56	7.07	8.07	2	
			5	400	26.07	30.7	5	56	31.07	1.08	2	
			6	400	4.08	8.08	5	56	8.08	9.08	2	
			7	400	13.08	17.08	5	56	18.08	19.08	2	
			8	400	22.08	26.08	5	56	24.08	24.08	2	
Картопля весінньої посадки + підсів люцерни	45	4 1400	1	300	1.05	5.05	5	42	29.04	30.04	2	
			2	300	19.05	23.05	5	42	19.05	20.05	2	
			3	400	18.06	22.06	5	56	8.06	9.06	2	
			4	400	21.07	25.07	5	56	24.07	25.07	2	
		4 2400										
			1	600	11.07	15.07	5	83	1.07	2.07	2	
			2	600	2.08	6.08	5	83	4.08	5.08	2	
			3	600	14.08	18.08	5	83	20.08	21.08	2	
4	600	4.09	8.09	5	83	1.09	2.09	2				

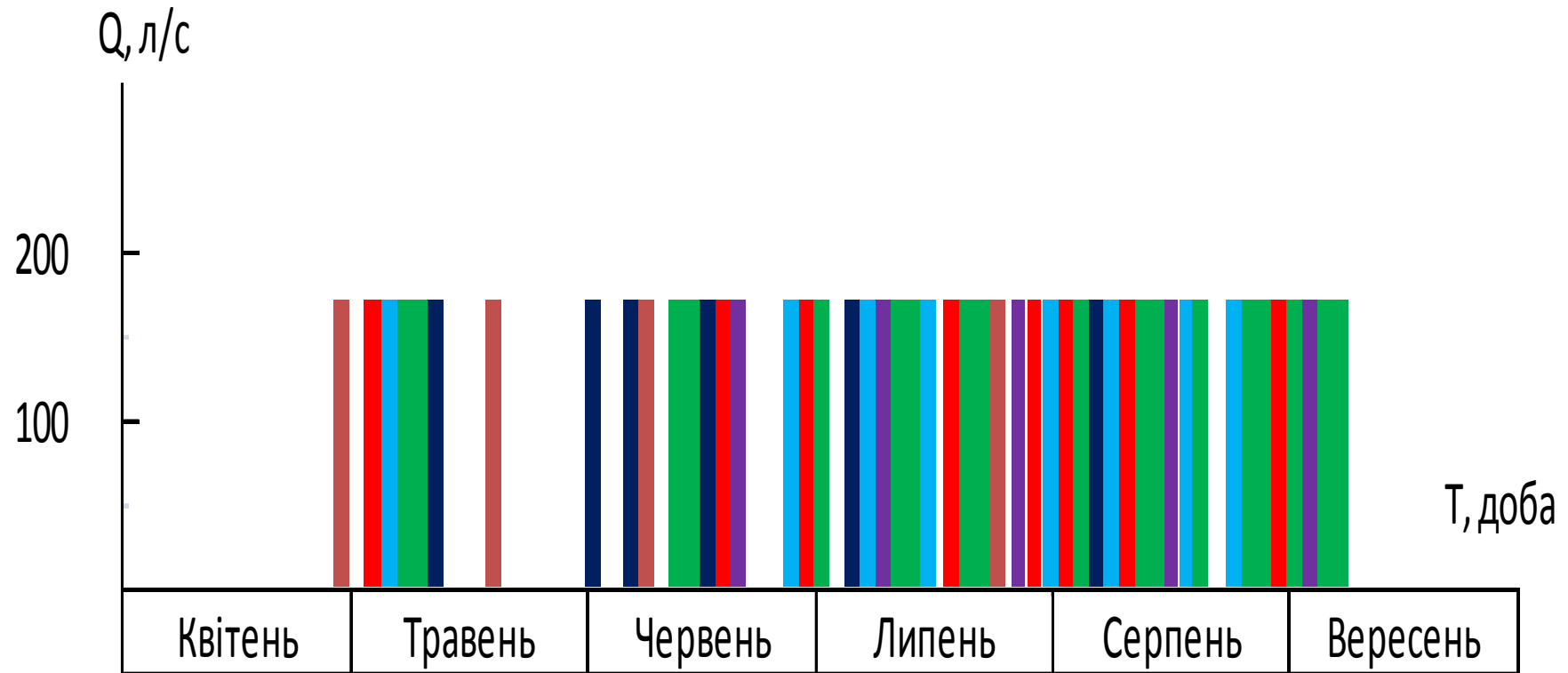


Рисунок 4.2 – Укомплектований графік поливів

Умовні позначення:

- | | | |
|--|--|---|
| - Люцерна; | - Кабачки; | - Капуста пізня; |
| - Томати; | - Столові коренеплоди ; | - Картопля весінньої посадки. |

4.5 Розрахунок елементів техніки поливу. Дощувальна машина «Bauer Centerliner» 168 CLS

Південь України і особливо Одеська область за погодними умовами належить до найбільш посушливих регіонів України. Постійні ґрунтові та повітряні посухи зводять нанівець зусилля землеробів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Значний науковий і виробничий досвід свідчить, що найбільш надійним і дієвим за ходом боротьби з посухою є зрошення.

Розробка і виробництво дощувальних машин в Україні практично припинилися і за останні 10-12 років їх парк в господарствах Півдня України скоротився більше ніж у 2 рази. Однак потреба в зрошенні в зоні Південного степу існує і стоїть дуже гостро. Тому все більше господарств закуповує закордонну дощувальну техніку.

Зрошення передбачається дощувальною машиною «Bauer Centerliner 168 CLS». виробництва фірми «Bauer» (Австрія), котра зараз досить активно використовується українськими сільськогосподарськими виробниками.

Витрата 60 л/с. Полив цілодобовий ($t=86400$ секунд) з коефіцієнтом використання робочого часу $K_{вр}=0,80$

У 2005-2006 рр. на мережах дощувальної машини Дніпро були змонтовані дві модифікації дощувальних машин «Bauer Centerliner» 168 CLS, Австрія. Ширина захвату машини 342 та 505,2 м. Ці широкозахватні електрифіковані машини здійснюють полив фронтально, у русі, із забором води від гідрантів по гнучкому поліетиленовому шлангу. Процес поливу повністю автоматизований.

Останнім часом найбільш економічно розвинуті аграрні підприємства України стали закуповувати і ввозити зрошувальні машини зарубіжного виробництва. В основному машини шлангово-барабанного типу виробництва фірм Австралії («Bauer») та Італії («Irrimes»).

Тому на даному етапі розвитку зрошувального землеробства перед підприємствами постає питання вибору типу дощувальної машини, зважаючи

на її технічну характеристику, вартість, величину зрошувальної площі та країну-виробника.

Аналізуючи тенденцію розвитку дощувальних машин провідними зарубіжними фірмами («Bauer», «Valmont Irrigation», «RKD Irrigation») можна зробити наступні висновки.

Машини виробляються з розрахунком на конкретного споживача. При цьому провідні фірми виготовляють як високопродуктивні широкозахватні машини, так і малопродуктивні шлангово-барабанні.

Широкозахватні електрифіковані машини випускають різних типів – фронтальні і кругові, стаціонарні та пересувні, із забором води із закритої та відкритої мереж, для малих за площею полів (до 30 га) і для великих (до 500 га).

Залежно від бажань замовника вони оснащені різноманітними блоками керування – від стандартних до повністю комп'ютеризованих.

В останні роки такі фірми, як «Bauer», «Valmont Irrigation», розробили системи групової роботи машин з керування з базових станцій, які дозволяють контролювати від 1 до 100 дощувальних установок, виносні панелі керування, керування по мобільному телефону. Сучасні дощувальні машини мають можливість зрошувати поля складних конфігурацій – це так звані кутові системи, системи іподромного типу.

Аналізуючи розвиток виробництва зрошувальної техніки в Україні та світі, можна зробити наступні висновки:

- випуск вітчизняної зрошувальної техніки практично припинився, не розробляються і нові машини. Однак потреба в зрошенні існує і вона надзвичайно гостра;

- світовий ринок пропонує найрізноманітнішу дощувальну техніку, але зважаючи на економічний стан українських сільськогосподарських виробників придбання такої техніки обмежене.

Дощувальний агрегат Centerliner 168 CLS. Технологічний процес складається з наступних основних операцій: підготовки до пуску, пуску і роботи на заданому режимі, зупинка, переїзд у разі потреби на іншу позицію.

Підготовка машини до пуску полягає в підключенні гнучкого шланга до гідранта, відкриванні його і заповненні водою водопровідного трубопроводу машини. Після цього здійснюється пуск машини і за допомогою таймера часу задається швидкість її руху.

Відстань між гідрантами 200 м, а довжина гнучкого водопровідного шлангу – 110-120 м. Тому при проходженні машиною з поливом 100 м після гідранта вона зупиняється і відбувається перемикання шланга на наступний гідрант і за допомогою трактора транспортується до наступного по ходу руху машини гідранта.

Зупинка машини здійснюється після виконання заданої програми автоматично або в ручну.

Дощувальний агрегат працює на дизельному паливі.

В схемі поливу "Centerliner" перемикання відбувається на кожний четвертий гідрант мережі "Дніпра" – через 216 м (54 м x 4). При довжині водозабірної шланга "Centerliner" 110 м машина, проходячи з поливом 108 м після гідранту (половина відстані між гідрантами), зупиняється і відбувається приєднання шланга на наступний гідрант. Для цього шланг від'єднується від гідранта і за допомогою трактора кінець шланга транспортується до наступного по ходу руху машини гідранта. Конструкцією машини передбачена можливість поливу в круговому режимі [4,7].

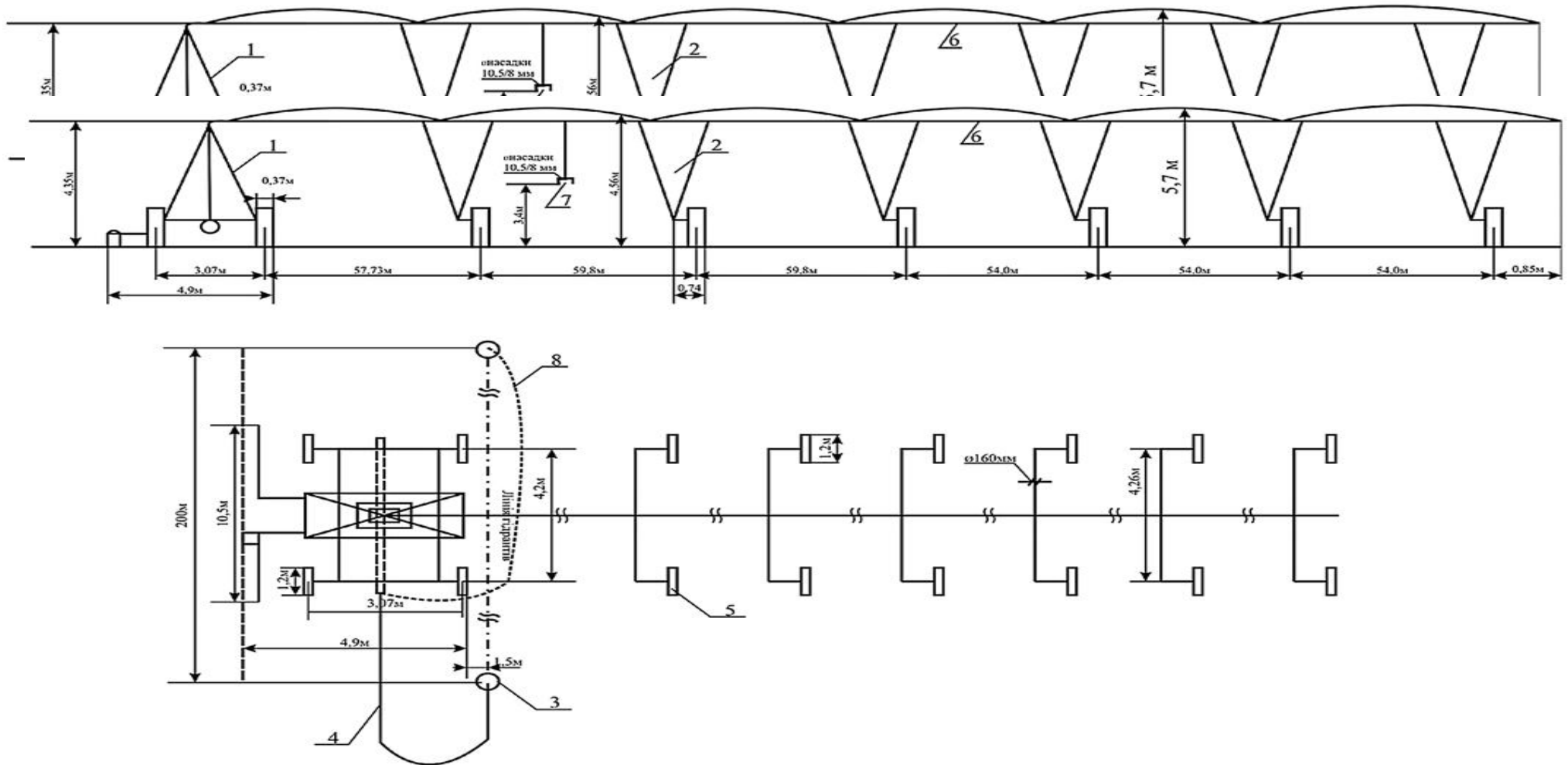


Рис. 4.3 – Загальна схема дощувальної машини "Centerliner 168 CLS"

де 1 – центральний візок; 2 – опорний візок; 3 – гідрант; 4 – гнучкий шланг; 5 – пневматичне колесо; 6 – водопровідний трубопровід; 7 – дощувальна насадка; 8 – схема підключення шланга на наступний гідрант.

Використання комбінації лінійного та кругового режимів дозволяє здійснювати полив на полях різної конфігурації, а також здійснювати переїзд на сусіднє поле, розвертаючи машину на 180° , без поливу.

Проведені досліді під час випробувань показали, що машина має задовільні показники якості роботи. Загальні витрати води при тиску на вході в машину 0,35 МПа склали 60 л/с, а робоча ширина захвату – 340 м. Коефіцієнт ефективного поливу склав 0,72, рівномірності зрошення – 81,1 %, що відповідає агрономічним вимогам. Середня інтенсивність дощу (1,1 мм/хв.) та середній діаметр крапель (1,2 мм) говорить про добру структуру дощу, що створює машина.

Стартостопний режим та економічний дизельний двигун забезпечують мале споживання енергії від генератора на привід опорних візків, що зумовлює малі питомі витрати палива та енергії. Машина має в цілому задовільні продуктивність і експлуатаційно-технологічні показники. Показники надійності за результатами підконтрольного наробітку високі. Комбінація лінійного та кругового режимів дає можливість застосовувати двопозиційну схему поливу, що дозволяє збільшити сезонне навантаження на машину.

Основні показники технічної характеристики машини, якості роботи, експлуатаційні та енергетичні показники наведено в таблиці 4.3.

Таким чином, дощувальна машина "Centerliner 168 CLS", маючи добрі показники якості роботи, надійності, технологічні та енергетичні показники, знайде використання в зрошувальному землеробстві Півдня України. При цьому вона може застосовуватися на зрошувальних мережах, призначених для дощувальних машин ДФ-120 "Дніпро", яка вже вітчизняною промисловістю не виробляється, але мережі під ці машини є в наявності в господарствах українських сільськогосподарських виробників [13-15].

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика дощувальної машини "Centerliner 168 CLS"

№ п/п	Показник	Значення
1	Тиск на машині, М па	0.35
2	Загальні витрати води, л/с (м ³ /рік)	64.0 (230.4)
3	Ширина захвату, м	340
4	Середня робоча швидкість, м/рік (м/хв.)	11-105 (0.18 - 1.75)
5	Поливна норма за один прохід, м ³ /га	60-600
6	Габаритні розміри, м: Д×Ш×В	344.9 × 10.5 × 5.7
7	Відстань між гідрантами, м	216
8	Зрошувана площа при довжині гону 2000 м, га	68
9	Довжина водо-подавального гнучкого шланга, м	110
10	Тип двигуна	Дизельний, трициліндровий, водяного охолодження
11	Номінальна потужність двигуна, кВт	16
12	Тип генератора	Синхронний, трифазний
13	Номінальна потужність генератор, кВ·А (кВт)	17.0 (13.6)
14	Продуктивність за годину основного часу, га (m = 600 м ³ /га)	0.38
15	Питомі витрати пального, кг/га	2.32
16	Коефіцієнт використання потужності генератора	0.55
17	Коефіцієнт змінного часу	0.79 - 0.85

Визначення інтенсивності штучного дощу

Інтенсивність штучного дощу представляє собою кількість опадів, створюваних цією дощувальною системою в одиницю часу на одиницю

площі (на практиці прагнуть до проектування таких систем, які створюють штучний дощ однакової інтенсивності в кожній точці зрошуваної площі). Розраховується інтенсивність штучного дощу за формулою:

$$\rho_{сер} = \frac{60 \cdot Q}{l \cdot b}, \text{ мм/хв}, \quad (4.11)$$

де: Q – витрата дощувальної машини, л/с;

l і b – довжина і ширина смуги зволоження з однієї позиції, м;

$$\rho_{сер} = \frac{60 \cdot 60}{210 \cdot 108} = 0,16 \text{ мм/хв}$$

Сезонна продуктивність дощувальної машини

Передбачається цілодобовий полив.

$$t = \frac{m}{10\rho_{сер}}, \text{ хв} \quad (4.12)$$

$$t = \frac{600}{10 \cdot 0,16} = 375 \text{ хв}$$

Продуктивність дощувальної машини за сезон розраховується за формулою:

$$W_{сез} = 86,4 \cdot Q \cdot T \cdot c \cdot \beta_{сез} / M_{ср}^{nm} \cdot K_v \quad (4.15)$$

де T - тривалість поливного періоду, діб;

c – частка годин роботи на поливі за добу ($c = 24t$);

t – кількість годин роботи за добу;

$\beta_{сез}$ –сезонний коефіцієнт використання часу на поливі(0.8);

$M_{ср}^{nm}$ –середньозважена зрошувальна норма, м³/га;

K_{ϵ} - коефіцієнт випаровування поливної води (1.2 -1.3).

$$W_{сез} = 86,4 \cdot 64 \cdot 90 \cdot 1 \cdot 0,84 / 3237,5 \cdot 1,2 = 108 \text{ га}$$

Визначення кількості одночасно працюючих дощувальних машин

Кількість одночасно працюючих дощувальних машин на сівозмінній ділянці повинна встановлюватися на підставі графіку поливу сільськогосподарських культур або багаторічних насаджень для розрахункового року з урахуванням прийнятого сезонного навантаження на використану дощувальну техніку і її технічної характеристики.

Кількість дощувальних машин для поливу сівозміни визначається за формулою:

$$N = \frac{F_{сез}^{nm}}{\omega_{сез}}, \text{шт} \quad (4.16)$$

де $F_{сез}^{nm}$ - площа нетто сівозміни, га [12]. 280

$$N = \frac{280}{108} = 2,6 = 3 \text{ маш.}$$

Графік поливу при зрошуванні дощування (роботи дощувальних машин)

Зрошування передбачається дощувальною машиною «Baier Centerliner» 168 CLS. Витрата 60 л/с. Полив цілодобовий (t=86400 секунд) з

коефіцієнтом використання робочого часу $K_{mn} = 1,15$. Структура сівозміни, режим зрошення представлені в табл.4.1

Поля сівозміни рівновеликі, площа поля нетто 45 га.

Для побудови графіка поливу сівозміни в таблицю укомплектування (табл.4.4) вписуються строки і норми поливів всіх полів, зайнятих відповідними культурами. Після чого визначається тривалість кожного поливу за формулою:

$$n = F_n \cdot m_k \cdot K_{mn} / Q \cdot t \cdot K_{ep} \quad (4.9)$$

де m_k - поливна норма культури, м³/га;

F_k - площа поля (нетто);

Q – витрата дощувальної машини, л/с

t - коефіцієнт, що характеризує тривалість роботи машини за добу;

K_{ep} - коефіцієнт техніки поливу;

K_{mn} - коефіцієнт використання робочого часу машини за добу [12].

При поливній нормі $m_k = 600$ м³/га тривалість поливів складає :

$$n = \frac{45 \cdot 600 \cdot 1,15}{60 \cdot 86,4 \cdot 0,80} \approx 7 \text{ діб}$$

Аналогічно визначається тривалість поливу кожного поля сівозміни (культури). За таблицею укомплектування (табл.4.4) будується графік поливу (рис.4.4).

Таблиця 4.4 – Таблиця укомплектування графіку поливів

№ поля	Культура	F, га	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Люцерна	45																		
1	Люцерна	45																		
3	Томати	45																		
4	Огірки	45																		
5	Столові корнеплоди	45																		
6	Капуста півня	45																		
7	Картопля весінньої посадки з підсівом люцерни	45																		

Умовні позначення:

600 – рекомендовані строки поливу,

7 - укомплектовані строки і тривалість поливу

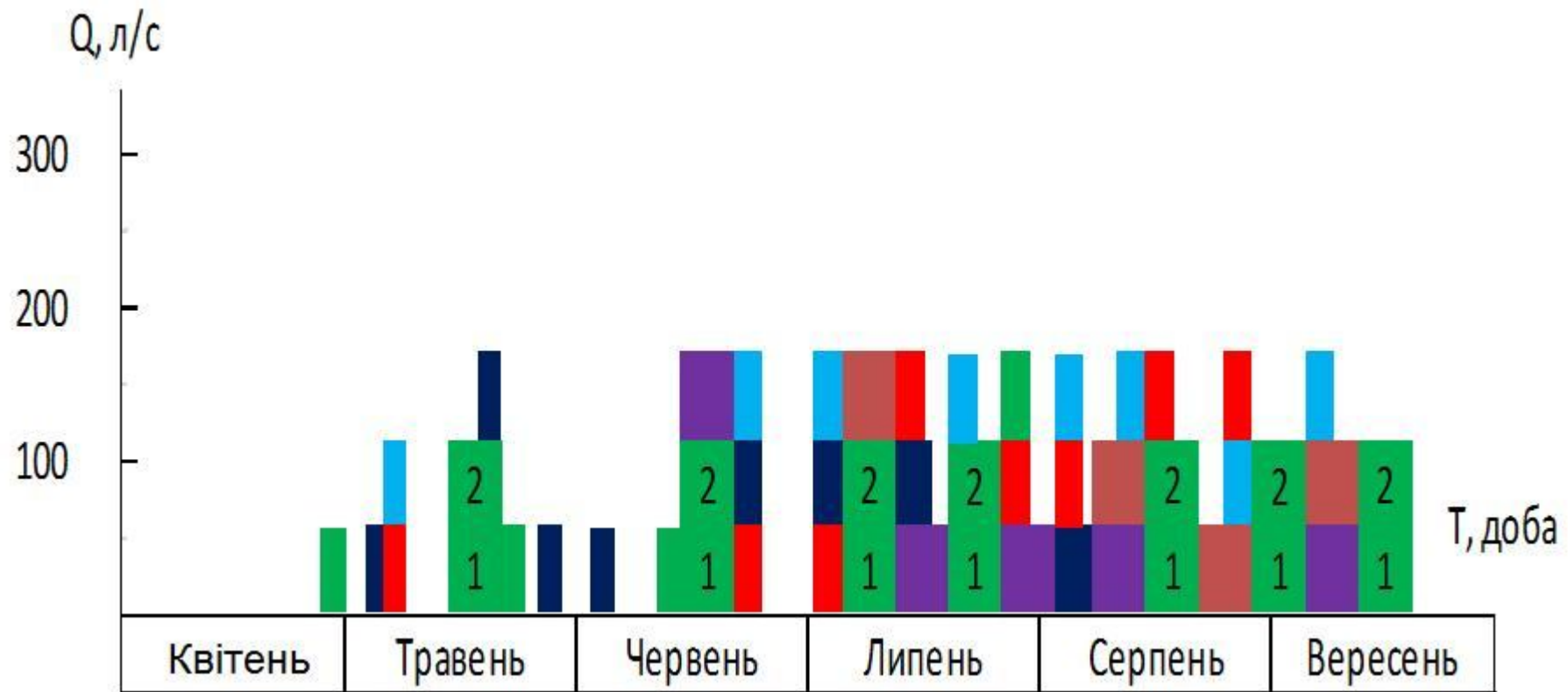



Рис. 4.4 – Укомплектований графік поливів сівозміни дощувальною машиною

«Bauer Centerliner» 168 CLS

Умовні позначення:  – тривалість і культура поливу

Дотримуючись викладених нижче правил укомплектування, треба так розташувати поливи, щоб кількість одночасно працюючих машин була якнайменшою.

У даному випадку одночасно працюють три дощувальні машини.

Для наочності нові терміни поливів необхідно винести в таблицю укомплектування (пунктирна лінія) і порівняти з рекомендованими.

Можна сказати, що одержані строки поливу в укомплектованому графіку роботи дощувальних машин змістилися у певних межах по відношенню до рекомендованих [12].

Оскільки одночасно працюють три дощувальні машини, витрата води, необхідна для зрошування даної сівозмінної ділянки, складе $3 \cdot 60 = 180$ л/с.

5 Зрошувальна, водозбірно-скидна і дренажна мережі

В даній роботі для зрошування земель, як було сказано вище, використовується дощувальна машина «Bauer Centerliner 168 CLS». Поливна ділянка представлена у вигляді прямокутника, одна сторона поля має бути кратній довжині секції дощувального крила (210 м), а інша - відстані між гідрантами на зрошувальному трубопроводі (216 м).

Площа однієї поливної ділянки – 45 га. Площа всіх полів складає 315 га. Зрошувальна мережа представлена закритим трубопроводом, розташованим по середині кожного поля з гідрантами для підключення машини через 216 м.

Забір води для поливу нашої ділянки здійснюється з Барабойського водосховища, розташованого в Біляївському районі Одеської області. Мінералізація води в водосховищі трохи перевищує допустиму норму і тому відноситься до категорії «обмежено придатної». Відстань від насосної станції до поливної ділянки – 300 м.

5.1 Визначення розрахункових витрат зрошувальної мережі

Гідрологічний режим джерела зрошування і пропускна спроможність мережі і споруджень зрошувальної мережі повинні забезпечувати своєчасне подання води на зрошувані землі в кількості, що гарантує отримання 90% середньорічної продукції рослинництва за не менше чим 20-річний період спостережень, отримуваний при повному задоволенні потребі рослин у воді і забезпеченні оптимальних агротехнічних умов.

Автоматизація зрошувальних систем повинна забезпечувати найбільший техніко-економічний ефект в процесі експлуатації меліоративних систем, максимальна відповідність між водоподанням і водоспоживанням.

Увесь процес від водозабору до поливу необхідно розглядати як єдиний і безперервний.

Розрахункова витрата розподільного трубопроводу, л/с, при поверхневому поливі визначається по формулі [12,16,17]:

$$Q_{civ} = g_{poz} \cdot F_{civ} \quad (5.1)$$

де: g_{poz} – розрахункова ордината укомплектованого графіка гідромодуля, л/с на 1 га;

F_{civ} – площа сівозмінної ділянки нетто, га.

Графік гідромодулю для ЗЗМ складається таким же образом, як і для відкритої мережі. При його укомплектовуванні поважно добитися зниження максимальних ординат, оскільки це дозволить зменшити діаметри трубопроводів.

Розрахункова витрата польового трубопроводу, л/с, визначається по формулі:

$$Q_{nm} = m \cdot W_{nm} / 86,4 \cdot t \quad (5.2)$$

де: m – поливна норма, м³/га;

W_{nm} – площа поля (ділянки), що поливається з польового трубопроводу, га;

t – тривалість поливу сільськогосподарської культури (за укомплектованим графіком гідромодуля), діб.

Під час поливу дощувальними машинами попередньо складається графік їх роботи на сівозмінній ділянці.

По укомплектованому графіку роботи поливних або дощувальних машин встановлюємо їх кількість, розставляння і схему переміщення на полях, а також максимальна витрата на сівозмінну ділянку.

Розрахункову витрату польового трубопроводу приймаємо рівним сумарній витраті поливних або дощувальних машин, що одночасно працюють на даному полі:

$$Q_{nm} = n \cdot Q_{dm} \quad (5.3)$$

де Q_{dm} – витрата дощувальної машини, л/с;

n – кількість дощувальних машин, що працюють одночасно.

Якщо на польовому трубопроводі одночасно працює декілька дощувальних машин, діаметр трубопроводу для зменшення його вартості робимо змінним по довжині.

Максимальна розрахункова витрата розподільного трубопроводу, що подає воду на сівозмінну ділянку, дорівнює сумі витрат польових трубопроводів, одночасно одержуючи з нього воду [12,16,17].

Розраховуємо витрату води нетто.

Витратою нетто системи називають витрату води, що подається на поля, а витратою брутто - витрата в голові магістрального каналу з урахуванням витрат води за його довжиною.

$$Q_{нетто} = \sum Q_i \quad (5.4)$$

де: Q_i – всі машини, що працюють одночасно.

$$Q_{нетто} = 180 \text{ л/с}$$

А витрата брутто

$$Q_{брутто} = Q_{нетто} / 0,92 = 180 / 0,92 = 195 \text{ л/с}$$

При поливі дощуванням максимальну витрату зрошувача брутто слід визначати по графіку поливу, що враховує максимальне число і витрату одночасно працюючих дощувальних машин з урахуванням коефіцієнта корисної дії зрошувача.

Автоматизація зрошувальних систем передбачає оперативну експлуатацію системи без безпосередньої участі людини[12,16,17].

Інженерні зрошувальні системи по кількості гідроспоруд більш насичені і експлуатаційна ефективність 1 м³ води значно вище в порівнянні з обводнювальними або осушними. Саме тому на таких системах перш за все бажана автоматизація управління.

Як вже зазначалося, зрошувальні системи за конструкцією поділяються на відкриті, комбіновані і закриті. На відкритих системах автоматизують насамперед інженерні та рисові системи.

Автоматизація лише одного з видів робіт – обліку і розподілу води на системах – дозволяє не лише своєчасно і потрібними нормами відпускати водокористувачам зрошувальну воду, але і забезпечувати найбільш ефективне планове водокористування, велику гнучкість і маневреність всього експлуатаційного штату, підвищувати врожайність поливних культур. Щоб управляти яким-небудь об'єктом або виробничим процесом, в першу чергу встановлюють і обґрунтовують мету управління, зумовлену технологічними, організаційними та економічними факторами, сучасним рівнем науки і технічними передумовами.

Основне завдання оперативної служби експлуатації зрошувальної системи полягає в забезпеченні водозабору і подачі води споживачам на основі планів водокористування. Затверджений план водорозподілу втілює черговий диспетчер системи. Особливо виділяють об'єкти внутрішньогосподарського та міжгосподарського призначення. Оперативну службу експлуатації здійснює управління зрошувальної системи, яке обслуговує лише міжгосподарську мережу. Всі частини системи, розташовані нижче за точки водовиділу в господарства, є внутрішньогосподарськими і їх обслуговують водокористувачі.

При комплексній автоматизації всі об'єкти повинні працювати без постійного обслуговуючого персоналу, а технологічний режим встановлює і

здійснює диспетчер, який має в своєму розпорядженні засоби управління і контролю, що дозволяють йому стежити за виконанням команд, переданих автоматичними пристроями. Таким чином, комплексна автоматизація обов'язково пов'язана з організацією центрального контролю і управління місцевими автоматичними пристроями.

При розробці схеми комплексної автоматизації на зрошувальній системі перш за все необхідно передбачити:

- спосіб водорозподілу залежно від водного джерела і його забезпеченості водою, зрошуваних культур, меліоративного стану земель, поливної і зрошувальної норми;

- конструктивне виконання автоматизованої системи, тобто весь робочий процес споруд, затворів, автоматів, засувок повинен управлятися з диспетчерського пункту;

- систему вимірів, яка повинна забезпечувати передачу вимірюваних величин на диспетчерський пункт. Це вимірювальна апаратура, водоміри-стокоміри або протаровані гідротехнічні споруди;

- забезпечення об'єктів управління енергією, оскільки на об'єктах ручна праця замінюється механізованим управлінням засобами автоматики з диспетчерського пункту;

- диспетчерський зв'язок з основними пунктами системи;

- лінійні споруди (лінія електропередачі, зв'язку, телемеханіки і ін.), що є складовою частиною комплексної автоматизації. Ці об'єкти повинні знаходитися завжди в робочому стані, оскільки від надійності роботи ліній залежить диспетчерське управління системи в цілому;

- телемеханізацію.

Оперативна служба експлуатації міжгосподарської мережі з використанням засобів автоматизації вносить якісні зміни до оперативної служби експлуатації зрошувальної мережі: ліквідовуються в значній кількості недоліки, властиві не автоматизованим системам; недотримання поливних норм; порушення плану своєчасного водорозподілу води по

системі; невиконання планового водокористування по окремих господарствах; значні скидання води.

При комплексній автоматизації скорочується штат експлуатаційного персоналу, скасовуються посади регулювальників і спостерігачів гідрометричних постів.

Одночасно виникає необхідність в підборі кваліфікованих кадрів для обслуговування апаратури і пристроїв автоматизації. Для цього у складі диспетчерської служби організують централізовану аварійну бригаду, що підкоряється черговому диспетчерові, яка по його вказівці ліквідує аварії і несправності на системі.

Економічна ефективність комплексної автоматизації повинна визначатися наступними показниками[12,16,17]:

- поліпшенням водорозподілу по водовиділу господарств;
- поліпшенням меліоративного стану зрошуваних земель за рахунок використання зрошувальної води;
- зменшенням скидних витрат, що не плануються по системі;
- зменшенням штату лінійного персоналу.

5.2 Обґрунтування необхідності побудови водозбірної мережі

При випаданні злив, проведенні поливів із скиданням, спорожненні зрошувальних каналів, технологічних і аварійних установках поливних і дощувальних машин, а також при аварії каналів і споруд на них на зрошувальній системі утворюються надлишкові поверхневі води, які скупчуються в знижених елементах рельєфу. При тривалому стоянні на поверхні вони приводять до заболочування ґрунту, збільшенню рівня ґрунтових вод на системі, а також є розсадниками малярійного комара.

Для організованого відведення надлишкових поверхневих вод будують водозбірно-скидну мережу каналів.

Поверхневі води, що утворюються в межах поливної ділянки або полів сівозміни, відводяться за межі цієї ділянки по каналу, який нарізують вздовж низової сторони поля. Для цієї мети використовують кювет польової дороги. Внутрішньогосподарські скидання відводять воду в господарських, а останні – в головне скидання.

Скидні канали старших порядків трасують по природних пониженнях місцевості, по кордонах землекористування уздовж розподільних каналів. Відстань між внутрішньогосподарськими скидними каналами визначаємо розмірами полів сівозмін, поливних ділянок і складає 800...1200 м і більше.

На всіх постійних каналах з витратою $Q \geq 250$ л/с в кінцевій їх частині владнуємо скидну споруду (регульований водовипуск), через яку вода відводиться в скидний канал. Кожен зрошувальний канал переходить в скидний в місці, де від нього відходить останній молодший зрошувальний канал[12, 17].

Розрахункові витрати. Скидні канали в земляному руслі розраховуються на пропуск максимальної витрати, яка приймається рівною нормальній витраті зрошувального каналу на його кінцевій ділянці. Розрахункову витрату водозбірного каналу приймаємо до 30% суми нормальних витрат зрошувальних каналів, що одночасно діють, скидають воду в даний водозбірний канал.

Розрахункова витрата аварійного скидання з МК і його гілок приймаємо рівним половині нормальної витрати води в каналі в місці скидання.

5.3 Внутрішньосистемні польові і експлуатаційні дороги, лісосмуги

Внутрішньосистемні польові і експлуатаційні дороги, лісосмуги діляться на[12, 17]:

- 1) Міжгосподарські дороги, які служать для зв'язку господарств між собою і райцентром, залізничними станціями, пристанями, аеродромами і ін.

2) Внутрішньогосподарські дороги, що сполучають центр господарства з фермами, бригадами, станами або зв'язують вказані об'єкти між собою.

3) Польові дороги, що забезпечують під'їзд до кожного поля сівозміни і до найближчих міжгосподарських доріг.

4) Експлуатаційні дороги призначені для обслуговування, ремонту каналів і споруд на меліоративній мережі.

Дороги проектують уздовж постійних каналів, розподільних і польових трубопроводів, а також уздовж поливних ділянок по верхній або нижній їх стороні. У першому випадку дорога розташовується у верхній частині поля без кювету з низового боку. Водовипуски в тимчасові зрошувачі проектують з переїздами.

Ширина земляного полотна господарських доріг приймається 6,5 м, польових і експлуатаційних, - 5,0 м; кювети - трапецеїдального і трикутного перетину. Глибина кюветів на супіщаних ґрунтах - 0,3...0,4 м, на глинистих і пилових – 0,5..0,6 м.

На меліоративних системах слід передбачати захисні лісові насадження.

Захисні лісові насадження є штучними насадженнями у вигляді масивів, смуг для захисту сільськогосподарських угідь від несприятливих природних і антропогенних чинників, що виконують захисні функції. Створення захисних лісових насаджень є основою агролісомеліорації. Сукупність захисних лісових насаджень різного призначення на території складає систему захисних лісових насаджень.

При вирощуванні захисних лісових насаджень у вигляді смуг велике значення має конструкція насадження, від якої залежать режим вітру, відкладення снігу, вологість ґрунту та ін.

Лісосмуги - це штучні захисні насадження у формі вузьких стрічок, серед орних масивів. Створюються для подолання шкідливого впливу суховіїв на урожай, поліпшення водного режиму ґрунту шляхом затримання снігу і зменшення випаровування, для відвертання ерозії ґрунтів.

Полезахисні лісові смуги, які закладаються в господарствах по межах полів сівозмін (на великих полях і усередині них). Вони зменшують швидкість і турбулентність вітрів на прилеглих полях, покращують мікроклімат, розподіл снігу, вологість ґрунту, захищають ґрунт від вітрової і водної ерозії, що підвищує урожаї сільськогосподарських культур. На орних схилах крутизною понад 2^о полезахисних смуги, зменшуючи стік талих і зливових вод і змивши ґрунти, відіграють важливу водорегулюючу роль. Захисні лісові насадження на зрошуваних землях скорочують непродуктивні втрати вологи на випаровування з полів, перешкоджають підйому ґрунтових вод і вторинному засоленню ґрунту, захищають сільськогосподарські культури від суховіїв, заповишених бур[12, 17].

Залежно від природних умов захисні лісові смуги (лісосмуги) належить проектувати наступного призначення : полезахисні, водозахисні, ґрунтозахисні.

Площа, що передбачається під створення полезахисних лісосмуг, повинна складати не більше 4% площі зрошування.

Полезахисні лісові смуги належить розташовувати в двох взаємно перпендикулярних напрямках:

- подовжньому (основні) – упоперек переважаючих в цій місцевості вітрів (суховійних, таких, що викликають заповишені бурі, завірющних);
- поперечному (допоміжні) – перпендикулярно подовжнім.

При проектуванні організації території зрошуваних земель слід передбачати, щоб поля сівозмін і окремі поливні ділянки довгою стороною розташовувалися упоперек напрямку переважаючих вітрів або з відхиленням від нього не більше ніж на 30^о .

На схильних до водної ерозії схилах крутизною більше 1,5^о подовжніх ґрунтозахисних і водозахисних лісових смуг необхідно розташовувати упоперек схилів, по горизонталях в ув'язці із загальною організацією території, агротехнічними і гідротехнічними протиерозійними заходами.

Відстань між полезахисними лісосмугами необхідно приймати залежно від :

- типу ґрунтів (чорноземні, каштанові, , напівпустинні, пустинні) і міри схильності їх ерозії;

- способів і техніки поливу. При цьому відстань між подовжніми лісовими смугами не повинна перевищувати 800 м, поперечними - 2000 м, а на піщаних ґрунтах - 1000 м.

- подовжні полезахисні лісосмуги належить передбачати трьох -, а поперечні дворядними.

Захисні лісові смуги по межах зрошуваних земель з ділянками інтенсивної ерозії ґрунту слід передбачати багаторядними (4-5 рядів).

Лісосмуги уздовж доріг необхідно розміщувати на відстані 2,5 - 3 від бровки кювету. Розміщення лісосмуг уздовж лінії електропередач і зв'язку повинно виконуватися у відповідності з діючими нормативами по їх будівництву і експлуатації.

Способи і техніку поливу захисних лісових насаджень слід передбачати такими ж, як і для зрошуваних сільськогосподарських угідь. Допускається створення додаткової зрошувальної мережі і застосування поливної техніки тільки для поливу лісосмуг.

При використанні дощувальної техніки для поливу сільськогосподарських культур необхідно використати її і для поливу лісосмуг.

Ліквідація існуючих лісових, чагарникових смуг і насаджень допускається тільки при техніко-економічному обґрунтуванні з урахуванням їх екологічного значення.

Лісосмуги проектують для зниження швидкості вітру, випаровування з поверхні полів води, послаблення дії суховіїв, зниження міри заростання каналів. Їх створюють з високо зростаючих порід , дерев з високим підліском конструкції, що продувається. Розташовують уздовж постійних

зрошувальних, водозбірно-скидних і дренажних каналів, постійних доріг, по кордонах водоймищ, полів сівозміни.

Відстань між основними лісосмугами приймають з врахуванням дальності дії смуг (рівне 20...30 – кратній висоті дерев) і вимог механізації поливу і обробки ґрунту. Як правило, ця відстань складає 500—900 м.

Лісові смуги уздовж каналів полягають, як правило, з двох, рідше — чотирьох рядів дерев [12, 17]

5.4 Організація експлуатації

Експлуатація зрошувальних систем і окремо розташованих гідротехнічних споруд є комплексом технічних, організаційних і господарських заходів, що забезпечують утримання в справному стані зрошувальної мережі, споруд і устаткування, періодичний їх огляд, проведення плавно-попереджувальних ремонтів, виявлення і ліквідацію аварій, водо-розподіл, регулювання водного режиму ґрунтів, керівництво і контроль за підготовкою водокористувачами зрошувальної мережі і споруд до роботи у вегетаційний період і інше[1].

Візуальні спостереження є складовою частиною натурних спостережень і проводяться з метою виявлення дефектів, що проявилися в період експлуатації споруд.

До візуальних спостережень відносяться спостереження за загальним станом земляних і бетонних поверхонь, за осіданнями і тріщинами, слідами фільтрації і вилуговування, станом льодяного покриву, рухом шуги, льоду.

Візуальні спостереження ведуться орендарем шляхом регулярних обходів і оглядів, порядок і терміни яких визначаються місцевими виробничими інструкціями. Усі порушення, виявлені під час обходів, фіксуються на місці, а також на планах і розрізах споруд; при наступних обходах відзначаються зміни, що сталися, у характері й масштабах деформації.

Спостереження за рівнями води в водоймі здійснюються за допомогою водомірної рейки. Результати оглядів заносяться в журнал візуальних спостережень (форма 3-1), в якому вказуються: дата виявлення деформацій, місце положення (номер пікету і відстань у метрах від пікету, осі споруди), характер деформацій і їх розміри: довжина, ширина і глибина (для тріщин), площа (для обвалів і зсувів) і т.д. Одночасно робляться записи про необхідні заходи, терміни їх використання і фактичне виконання.

До складу обов'язкових інструментальних спостережень за земляними і бетонними спорудами входять спостереження:

- за осіданням споруд і їх елементів,
- за фільтрацією води через земляну дамбу та шви між залізобетонним кріпленням;
- за утворенням і зміною розмірів тріщин;
- фільтраційним режимом в основі споруд.

Інструментальні спостереження повинні проводитися не рідше двох разів у рік, а при помітних порушеннях і деформаціях у міру їх необхідності, до повної їх стабілізації.

Земляні і бетонні споруди в ході експлуатації піддаються загальним і місцевим деформаціям.

До загальних деформацій відносяться зсув усієї споруди в цілому і деформації окремих її елементів – горизонтальний і вертикальний зсуви, поворот і нахил.

До місцевих деформацій відносяться утворення і розвиток тріщин, швів і стирання бетону твердими донними наносами, відкладення бетону, осідання і вимив зворотного засипання, замулення, розмиви дна споруд і т.д.

Усі виявлені ушкодження і дефекти в процесі експлуатації повинні бути вчасно усунуті. Спостереження за осіданням – вертикальними переміщеннями здійснюються згідно з робочою програмою. Дані спостережень дозволяють дати оцінку стану споруд у процесі експлуатації шляхом порівняння фактичних осідань з розрахунковими і

намітити заходи щодо встановлення причин, що їх викликали.

Осідання дамб та гребель вимірюються шляхом нівелювання на спорудах поверхневих марок. У безпосередній близькості від споруд повинні бути розмічені фундаментальні репера. Результати нівелювання заносяться в журнали (Форма 3-3, 3-4, 3-5).

Дотримання правил експлуатації згідно ст.78 ВКУ є обов'язком водокористувача[1,18].

Контроль за дотриманням водокористувачем правил експлуатації здійснюється Одеським облводресурсів .

Умови загального водокористування згідно ст.47 ВКУ встановлюється розпорядником об'єкту – Біляївською райдержадміністрацією.

Користувач зобов'язаний безперешкодно допускати на об'єкт – Барабойське водосховище державних інспекторів спеціально уповноважених державних органів – Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області і Одеського облводресурсів.

Всі споруди, пристрої й інші елементи водосховища, розташовані в його границях і в межах водоохоронної зони, повинні підтримуватися в технічно спрямованому стані.

Спостереження за «цвітінням» води, замуленням, заростанням, підтопленням прибережних територій, переробкою берегів, розвитком мілководь і технічним станом споруд водойми ведеться штатними працівниками служби експлуатації в порядку виконання службових обов'язків.

Для підтримки належної якості води в водоймі необхідно створення достатньої проточності з кратністю водообміну не менше 1. При зниженні рівнів води в ставку в літній період на мілководних ділянках необхідно проведення санітарної обробки. Категорично забороняється водопій та випас худоби в межах випорожненої чаші.

Для захисту водойми від замулення необхідно підтримувати в робочому стані лісосмуги. При обстеженні прибережних смуг працівниками

служби експлуатації повинні виконуватися візуальні спостереження за проявом підтоплення на прибережних територіях. На ділянках, де виявлене підтоплення, вимірюється поширення підтоплення, глибина залягання ґрунтових вод. Спостереження за неукріпленими ділянками берегів і водойми проводяться для встановлення місць абразії й інтенсивності переробки берегів.

Рекогносцирувальне обстеження берегів проводиться три рази за рік: навесні – після паводка, у середині літа і восени – перед льодоставом.

Барабойське водосховище експлуатується Дністровським МУВГ.

Повна юридична відповідальність за експлуатацію гідротехнічних споруд, що входять у комплекс водойми, використання його водних ресурсів покладається на користувача – Дністровське МУВГ.

Контроль за експлуатацією водосховища здійснюється структурними підрозділами Одеського облводресурсів.

Начальник Дністровського МУВГ назначає начальника ремонтно-експлуатаційної служби, до обов'язків якого входить експлуатація і спостереження за станом гідротехнічних споруд, прибережних захисних смуг, ложа водосховища.

Працівники експлуатаційної служби і своєї діяльності керуються:

- посадовими інструкціями;
- діючими нормативними документами;
- Законом України про охорону навколишнього середовища;
- Водним Кодексом України.

Основні задачі і правила

Основними задачами експлуатаційного персоналу являються;

- Систематичні спостереження;
- Забезпечення задовільного технічного стану споруд;
- Виконання профілактичних оглядів, поточного та капітального ремонту;
- Проведення польових робіт, камеральна обробка даних, систематизація та узагальнення матеріалів спостережень;

➤ Дотримання правил безпеки.

Відповідно до перерахованих документів нижче приводиться короткий перелік робіт та заходів служби експлуатації водойми, відповідно до якого орендар зобов'язаний:

- Проводити наповнення і спрацювання чаші водойми з урахуванням припливу води природного стоку балок, попусків води в нижній б'єф та видачі води водокористувачам згідно з затвердженим графіком;
- Здійснювати облік припливу і спрацювання об'єму води в водосховищі, вести звітну технічну документацію по експлуатації водойми;
- Проводити експлуатаційні дослідження споруд;
- Здійснювати й удосконалювати в процесі експлуатації заходи щодо збереження і продовження терміну служби регулюючого об'єму водосховища;
- Здійснювати відомчий контроль за дотриманням усіма водокористувачами правил експлуатації водойми, встановлених режимів її роботи, за санітарним станом акваторії водосховища і прибережної захисної смуги, а також за дотриманням встановленого режиму землекористування в межах вказаної зони;
- Здійснювати технічний контроль, за всіма спорудами, що входять до складу гідровузла, а також за станом берегів, берегоукріплювальними і берегозахисними роботами, підтопленням прибережної зони, зсувними й іншими процесами, що виникають внаслідок шкідливої дії вод;
- Тримати в задовільному технічному стані всі споруди водосховища, експлуатаційні дороги, цивільні, громадські, виробничі і підсобно-допоміжні будинки і споруди;
- Розробляти, здійснювати і контролювати заходи щодо приведення в належний технічний стан споруд, благоустрою водойми з уточненням складу робіт, термінів їх виконання і виконавців;
- Видавати підприємствам, організаціям та установам, діяльність яких зв'язана з використанням водних ресурсів водосховища та його берегів,

приписи на виконання заходів, які забезпечують підтримання покращення технічного стану та благоустрою водосховища та його берегів та контролювати їх виконання;

- Отримувати від всіх організацій, використовуючи водні ресурси водойми, звіти про забір води, скидання стічних вод та інші відомості, необхідні для контролю експлуатації водосховища;
- Здійснювати охорону споруд водосховища;
- Регулярно вести встановлену технічну документацію.

Відповідальність за порушення правил експлуатації

Згідно ст.110 Водного Кодексу України[1,18], громадяни і посадові особи, винні в порушенні водного законодавства, несуть дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову чи кримінальну відповідальність.

За порушення, скоєні в межах ділянки відводу водосховища, порушники несуть відповідальність згідно діючому законодавству.

Відповідальність за порушення водного законодавства несуть особи, винні в:

- самовільному захисті водних об'єктів або самовільному водокористуванні (водозабір);
- забрудненні і засміченні вод;
- введенні в експлуатацію об'єктів без очисних споруд та пристроїв належної потужності;
- без господарському використанні води (добутої з водних об'єктів);
- порушенні водоохоронного режиму на водозборах, що викликає їх забруднення, водну ерозію ґрунтів і інші шкідливі явища;
- самовільному будівництві гідротехнічних споруд;
- ушкодженні водогосподарчих споруд і пристроїв;
- самовільному будівництві підприємств, споруд і інших об'єктів, що впливають на стан вод;

- не проведенні гідротехнічних, технологічних, лісомеліоративних, та інших заходів, які забезпечують охорону вод від засмічення, забруднення і виснаження, а також поліпшення їх;
- порушенні правил експлуатації та встановлених режимів роботи водогосподарчих споруд і пристроїв [1,18]

6 Розрахунки економічної доцільності зрошення

Найвизначальніший досвід водокористувачів показує, що при дотриманні технічних та агротехнічних умов вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях можна отримати значно вищі врожаї

Основним критерієм ефективності сільськогосподарського виробництва будуть енерговитрати на одиницю продукції, залежно від яких визначатиметься економічна доцільність вирощування тих або інших культур на зрошенні.

Вартість електроенергії та паливно-мастильних матеріалів становить одну з основних складових кошторису витрат на експлуатацію зрошувальних систем.

У числі можливих шляхів зменшення витрат електроенергії для зрошення перше місце належить оптимізації поливних і зрошувальних норм для кожної культури з урахуванням погодних умов поточного року.

Іншим важливим засобом заощадження є зменшення питомих витрат електроенергії на подачу кубометра поливної води. Цей показник залежить від напірності поливальної техніки, витрат води при її транспортуванні у зрошувальній мережі і витрат води в процесі поливу, а також від ступеня завантаженості насосних агрегатів, тобто від рівня відповідності паспортної та фактичної подачі цих агрегатів[14,15].

Для зменшення витрат води на випаровування в процесі дощування потрібно переходити на нічні поливи, особливо в сухі вітряні та спекотні дні.

У нових умовах господарювання й ринкових відносин багато водокористувачів, які в минулі роки одержували воду безкоштовно, змушені будуть взагалі відмовитися від зрошення, або робити ретельні розрахунки рентабельності вирощування тих або інших культур на зрошенні.

Затрати на подачу води (зрошувані землі) повинні підраховуватись для точок (місць) господарських водовиділів. Господарська ланка меліоративних систем може представляти різні форми власності (у тому

числі і фермерські господарства). Вона належить до структура агрокомплексу і економічним показником для неї є вироблена сільськогосподарська продукція.

Господарство в економічному просторі діє як підприємство, то для виробництва своєї (сільськогосподарської) продукції споживає воду з водогосподарських систем (об'єктів) за встановленою державою платою за ресурси.

Водогосподарський комплекс України забезпечує меліоративні системи (водокористувачів) водою та водогосподарськими послугами. Витрати на управління водогосподарським комплексом несе держава (бюджетні асигнування).

Із введенням плати за воду, в т. ч і для с/г підприємств за зрошення, стало питання на скільки вартість води вплине на собівартість продукції і взагалі про необхідність в умовах платного користування вирощування сільськогосподарських культур на зрошенні.

Економічна доцільність здійснення зрошення визначалася на прикладі агрофірми ТОВ «Факел» в Біляївському районі по найменш економічному сценарію, тобто при оплаті водокористувачами всіх витрат електроенергії за перекачування води по всьому тракту водоподачі з урахуванням ККД каналів та трубопроводів (оплата електроенергії до точки водовиділу та з точки водовиділу, оплата вартості послуг з подачі води в точці водовиділу – НСП - 10) (Табл.6.1).

Розрахунки вартості подачі води проводилися відповідно до схеми тракту водоподачі в точку водовиділу агрофірми ТОВ Факел

Для подачі води по тракту до точки водовиділу необхідно врахувати воду, яка перекачена від ГНС, НС-Ш.Б. і нарешті НСП- 10. Знаючи питомі норми e/e , визначаємо витрати e/e та враховуючи вартість 1 кВт.г , визначаємо витрачені кошти на e/e . За вартістю 1 м³ послуг за подану воду визначаємо її вартість для всього тракту з точкою водовиділу.

Таблиця 6.1 – Розрахунки вартості подачі води на зрошувальну ділянку агрофірми ТОВ Факел

Тракт водоподачі	ККД каналів	Витрати на м/г мережі, тис.м ³	Перекачка, тис. м ³	Питома норма, кВт.г/1000м ³	Витрати ел.ен., тис.кВт.г	Вартість 1кВт.г, грн	Використано коштів на витрачену ел.ен., грн	Вартість послуг з подачі 1м ³ води	Подано в точку водовиділу в тис м ³	Вартість послуг за подану воду в точку в/в, тис. грн.	Вартість перекаченої води з урахуванням е/е всього тракту з точкою в/в, тис. грн	Вартість 1м ³ води, грн.
												Середній тариф
ГНС	0,98	24,8	1237,6	368	455,43	0,51	232,27					
БПК	0,75	303,2	1212,8									
НС ШБ	0,98	18,2	909,6	394	358,39	0,61	218,62					
МК 2	0,7	267,43	891,4	355	287,9	0,98	281,60					
НСП 10			624,0					0,18	624	112,32	844,81	1,35

Примітка: вартість послуг за перекачку води до точки водовиділу не сплачується

Таким чином для забезпечення необхідної кількості води в точку водовиділу в обсязі 624 тис. м³ для проведення поливу всієї зрошувальної площі від НСП-10 - 438 га, необхідно оплатити водокористувачам за витрачену електроенергію за першим підйомом води ГНС 1 -232,3 тис. грн., за другий підйом води НС-ШБ- 218,6 тис. грн. і в точку водо виділу НСП 10 – 281,6 тис. грн.

Окремо за послуги з подачі води з точки водо виділу НСП 10 сплачено 112,3 тис. грн., всього затрати на подачу води по всьому тракту з урахуванням вартості е/е та вартості послуг в точку водо виділу складає 844,8 тис. грн. При цьому вартість 1м³ води складає 1,35 грн.

Щодо витрат на всі технологічні операції по вирощуванню с/г культур та організації проведення поливу безпосередньо на полі, то вони в магістерській роботі не розглядалися.

Однак як приклад, щодо економічної доцільності вирощування с/г культур на поливі можна привести розрахунки витрат на поливну води при вирощуванні овочів, а саме: томатів на площі 45 га в ТОВ «Факел» (Табл.6.2).

За даними багаторічних звітів без зрошення отримують максимальну урожайність томатів 60 ц/га, (в посушливі роки), при поливі в середньому урожайність томатів складає 700 ц/га і більше, при мінімальній вартості 1ц – 180грн. з усієї площі отримується 6300тис. грн, витрати на перекачку води та з урахуванням вартості послуг в точці водо виділу знаходиться в (табл. 6.1.) Для поливу 1га томатів згідно з режиму зрошення наведеного вище (табл. 3.1) необхідна зрошувальна норма 3100м³/га, для 45 га, це складе 155 тис.м³. При найгіршому варіанті оплати всіх перекачок води і витраченої для цього е/е по всьому тракту до точки водовиділу та з урахуванням всіх послуг з подачі води і з вартістю 1м³ – 1,35 грн. вартість всіх затрат на подачу води складає 209тис.грн. якщо вирахувати ці витрати з вартості отриманої валової продукції, то залишиться, 6090млн. грн.. тобто доля витрат на подачу води з урахуванням всього тракту і включаючи витрати на е/е та послуги з подачі

Таблиця 6.2 Частка води у вартості послуг

№ п/п	Найменування культур у сівозміні	Без зрошення, ц/га	При зрошенні, ц/га	Вартість 1ц с/г продукції, грн.	Збільшення врожайності за рахунок зрошення, ц/га	Отримана вартість с/г продукції за рахунок зрошення , тис. грн..	обсяг води для поливу продукції в тис. м3	вартість 1 м3 води за подачу води з урахуванням електроенергії	вартість усіх затрат нас полив, тис. грн	залишок коштів від реалізації продукції За мінусом варт. Всіх витрат за е/е та послуги,	доля води у вартості с\г продукції у %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Томати	60	700	180	640	6300	155	1,35	209,25	6090,75	3,30%

води, які надаються державними водогосподарськими організаціями становить 3%.

Можливо зробити такий висновок, щодо економічної доцільності - 3,3%, витрат коштів від виходу валової продукції та її вартості дозволили отримати з 50 га томатів, біля 6 млн. грн.. Стосовно чистого прибутку в даній роботі розрахунки не проводилися, але можна провести порівняльний аналіз якщо взяти урожайність овочів без зрошення 60ц/га, при такій же вартості продукції можливо отримати, лише 540 тис. грн. тобто недоотриманими стануть 5550 тис,грн.

7. Заходи щодо охорони природного середовища

При визначенні природоохоронних заходів слід в першу чергу керуватися Законом України про охорону природного довкілля, Водним Кодексом України, Земельним Кодексом України, Законом України про меліорацію земель[18]. Природоохоронні вимоги містять комплекс організаційно господарських, агролісомеліоративних, агротехнічних і інших робіт, які забезпечують збереження водних ресурсів водоймища в якісному і кількісному відношенні, підтримують санітарну обстановку у водоймищах, плавнях, прибережних захисних смугах і у водоохоронній зоні на рівні норм, що діють.

Меліоративні системи відносяться до споруд, які в результаті тривалої експлуатації викликають певні зміни в гідрологічній обстановці, рослинності, характері ґрунтів і мікрокліматі приземного шару повітря на меліоративних масивах і прилеглих до них територіях.

Експлуатація зрошувальних систем і окремо розташованих гідротехнічних споруд є комплексом технічних, організаційних і господарських заходів, що забезпечують зміст в справному стані зрошувальної мережі, споруд і устаткування, періодичний їх огляд, проведення плавно-попереджувальних ремонтів, виявлення і ліквідацію аварій, водорозподіл, регулювання водного режиму ґрунтів, керівництво і контроль за підготовкою водокористувачами зрошувальної мережі і споруд до роботи у вегетаційний період і інше.

Поряд з високою ефективністю сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій, що приводять до підвищення врожайності сільськогосподарських культур, є випадки і малої їх результативності, а інколи вони викликають і негативні наслідки.

При неправильному зрошуванні можуть спостерігатися затоплення і заболочування земель, підйом мінералізованих ґрунтових вод вище за допустимий рівень, вторинне засолення, осолонцювання, водна ерозія

ґрунтів, зсуви берегів водосховищ, забруднення водотоків з дренажної мережі та інше.

Щоб уникнути серйозних порушень в природі, важливо комплексно вирішувати проблеми меліорацій, зв'язавши в єдиній системі споруди, що несуть технологічне і природоохоронне навантаження.

При розробці і реалізації проектів меліоративних систем необхідно враховувати можливі впливи на довкілля і передбачати заходи, що базуються на глибоких наукових дослідженнях. Проект меліоративної системи має бути синтезом трьох частин, що взаємопов'язані: меліоративно-господарською, що включає питання конструктивних рішень, будівництва, управління і експлуатації; природоохоронною, такою, що обґрунтовує заходи щодо охорони довкілля, а також зв'язок технічної і природної систем регіону; економічною, що освітлює питання ефективного використання меліорованих територій. Будучи комплексною моделлю реальної системи, проект повинен розглядати її працездатність і оцінювати всі можливі наслідки будівництва як в сьогоденні, так і в майбутньому.

При розробці природоохоронних заходів враховуються наступні об'єкти природи: земля (ґрунт), надра, води (поверхневі і підземні), ліси і зелені насадження (флора), тваринний світ (фауна), повітряне середовище, ландшафт, рідкі і визначні природні об'єкти і комплекси.

В цілях виключення негативної дії зрошуваних територій на довкілля необхідно застосовувати спеціальні заходи. При реалізації проектів зрошувальних систем доводиться виконувати великі об'єми будівельно-монтажних робіт. Головними чинниками, які в процесі будівництва можуть вплинути на природоохоронну надійність всієї системи, є якість виготовлення матеріалів і виробів, а також строге дотримання технології виробництва будівельних і монтажних робіт.

Головними умовами в досягненні позитивних результатів в охороні довкілля при меліоративному будівництві є висока якість проектних і

будівельних робіт, а також високий рівень землеробства і експлуатації зрошувальних систем.

Підвищення природоохоронної надійності зрошувальних систем забезпечується за рахунок збереження, в першу чергу, родючого шару ґрунту, рекультивації резервів, охорони джерел зрошування від забруднення, раціонального використання водних ресурсів, пристрою лісозахисних смуг. Необхідно строго дотримуватися планового водокористування, оперативно коректувати режим зрошування сільськогосподарських культур. На засолених і солонцюватих ґрунтах не можна застосовувати поливи дощуванням. Для пониження рівня ґрунтових вод, припинення процесів вторинного засолення і осолонцювання необхідне будівництво і правильна експлуатація дренажних систем. Для зменшення втрат води з каналів на фільтрацію і випаровування необхідний перехід на закриту зрошувальну мережу, що підвищить і коефіцієнт земельного використання зрошуваної території.

Основною мірою по оберіганню від забруднення водних ресурсів і захисту рослинного і тваринного світу є, окрім очищення, правильне розміщення аграрно-промислових комплексів і населених пунктів. Не слід проектувати їх розміщення по берегах річок, озер, водосховищ і каналів, оскільки вони є основними забрудниками вод і довкілля.

Для раціональнішого використання водних ресурсів необхідно повторно використовувати дренажні води для цілей зрошування. Раціональність цього прийому слід визначати у кожному конкретному випадку

Природоохоронні вимоги

Природоохоронні вимоги включають до себе комплекс організаційно-господарських, агролісомеліоративних, агротехнічних, лукомеліоративних і інших робіт, які забезпечують збереження водних ресурсів водосховища в кількісному та якісному відношенні, підтримують задовільний санітарний

стан водойми, прибережних захисних смуг та водоохоронної зони на рівні діючих норм.

Водоохоронна зона

Проект водоохоронної зони не розроблений. Контроль за веденням господарської діяльності в водоохоронній зоні здійснюється Центральним відділом екологічного контролю Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області

Границі водоохоронних зон встановлюються з урахуванням:

1)Рельєфу місцевості, затоплення, підтоплення, інтенсивності берегоруйнування, конструкції інженерного захисту берегів;

2)Цільового призначення земель, які входять до складу водоохоронної зони.

Водоохоронна зона має внутрішню і зовнішню межі.

Внутрішньою межею водоохоронної зони водосховища згідно постанови Кабінету Міністрів України від 08.05.1996 р. № 486 є лінія, що збігається з мінімальним рівнем води у водному об'єкті. У даному випадку за цей рівень приймається рівень мертвого об'єму водосховища – 35,5 м.абс.

Зовнішньою границею водоохоронної зони є лінія, прив'язана до існуючого контуру сільськогосподарських угідь, доріг, лісосмуг, меж заплав, надзаплавних терас, брівок, балок і ярів визначається найбільш віддаленою від водного об'єкту лінією з включенням:

- зони затоплення при максимальному рівні води, у даному випадку лінією при максимальному паводковому рівні води, що повторюється 1 раз за 10 років ФПР – 44,6 м.абс.;
- розрахункової зони прогнозованої 50-річної переробки берегів;
- зони ерозійної активності (гирла балок, ярів, струмків);
- зони лісових насаджень, які найбільшою мірою сприяють охороні вод із зовнішньою межею не менш як 1000 м від урізу меженного рівня води;

- зони всіх земель відводу на існуючих меліоративних системах, але не менш як 200 м від брівок каналів і дамб.

Водоохоронна зона встановлюється за спеціальним проектом й узгоджується з органами охорони навколишнього середовища, земельних ресурсів, власниками землі і затверджується Овідіопольською райдержадміністрацією.

На території водоохоронної зони обмежується: будівництво нових і розширення діючих промислових, сільськогосподарських і інших підприємств, які негативно впливають на санітарно-технічний стан водосховища і прилягаючих до нього земель: тваринницьких комплексів, ферм і птахофабрик, накопичувачів стічних вод, складів ПММ, добрив і отрутохімікатів, механічних майстерень, пунктів технічного обслуговування і миття машин та транспорту, створення злітно-посадочних майданчиків для заправки літаків сільгоспавіації паливно-мастильними матеріалами і отрутохімікатами, складування сміття, влаштування кладовищ, скотомогильників тощо.

Підприємства й об'єкти, побудовані в межах водоохоронної зони до її встановлення, продовжують функціонувати при строгому дотриманні вимог, що забезпечують належний екологічний та санітарний стан водойми та нормативних територій – природоохоронної зони та прибережної захисної смуги, при цьому забороняється[18]:

- Розкорчування лісосмуг і чагарників (крім нестатків лісовідновлення), переведення земель лісонасаджень в інші категорії землекористування;
- Застосування авіаобробок угідь отрутохімікатами та добривами;
- Використання пестицидів;
- Заборона застосування отрутохімікатів на затоплюваних землях;
- Внесення добрив по сніговому покриву;
- Скиди стічних вод, неочищених згідно з правилами охорони поверхневих вод, від забруднення.

8 Загальні положення з техніки безпеки

1. Організаційні і технічні заходи для створення безпечних умов праці, інструктаж і навчання робітників безпечним методам роботи, контроль за виконанням експлуатаційними працівниками правил і інструкцій з техніки безпеки складає орендар[1].

2. При експлуатації повинні дотримуватися правила техніки безпеки (ПТБ), передбачені нормативними документами.

3. На підставі діючих нормативних документів по техніці безпеки розробляються інструкції з техніки безпеки споруд і гідровузла з урахуванням місцевих умов.

4. Кожен працівник зобов'язаний знати і виконувати діючі правила техніки безпеки на своєму робочому місці і негайно повідомляти вищестоящому керівнику про всі несправності і порушення, що представляють небезпеку для людей чи для цілісності споруд і устаткування.

5. Робітники, що вперше приходять на роботу, можуть бути допущені до роботи тільки після проходження ними[1]:

- ввідного (загального) інструктажу з техніки безпеки і виробничої санітарії;
- інструктажу з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці, який повинний проводитися також при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов роботи.

Повторний інструктаж для всіх робітників повинний проводитись не рідше одного разу в 3 місяці. Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі.

6. У випадку виникнення умов, що загрожують життю або здоров'ю працюючих, виконання робіт припиняється і робиться відповідний запис у журналі.

7. Відповідальність за нещасні випадки і професійні отруєння, що сталися на виробництві, несуть адміністративно-технічні працівники, що не

забезпечили дотримання ПТБ і виробничої санітарії і не прийняли необхідних мір для запобігання їх порушень.

8. Кожен нещасний випадок і кожне порушення ПТБ повинні ретельно розслідуватись, виявлятися причини і винуватці їх виникнення. Повинні бути прийняті заходи для запобігання подібних випадків.

9. При проведенні сторонніми організаціями будівельно-монтажних чи ремонтних робіт на діючих спорудах повинні складатися погоджені заходи щодо техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки, а також по взаємодії будівельно-монтажного, ремонтного і експлуатаційного персоналу.

10. Територія греблі повинна бути упоряджена, озеленена, забезпечена зовнішнім освітленням. До всіх вузлів і гідроспоруд необхідно забезпечити безперечний доступ, як у нормальних умовах експлуатації, так і у випадках замету споруд снігом і ін..

11. Робітники повинні дотримуватися встановлених правил роботи з машинами, обладнанням, користуватися засобами індивідуального захисту, суворо дотримуватися інструкцій та правил техніки безпеки та внутрішнього розпорядку. Забороняється виконувати роботи на несправному обладнанні, знятих або несправних огорожах, кожухах при відсутності захисних засобів та в інших умовах, загрожуючи їх життю та здоров'ю. інструменти, які використовуються в роботі, повинні бути справними.

12. Насипи пісків, гравію, щебеню й інших сипучих матеріалів повинні мати укоси з крутизною, що відповідає куту природного укосу для даного виду матеріалів чи повинні бути огорожені міцними підпірними стінками. забороняється брати з насипу сипучі матеріали шляхом підкопу. Пилоподібні матеріали слід зберігати в бункерах і інших закритих ємкостях, приймаючи міри проти розпилення при завантаженні, і розвантаження.

13. під час льодоходів і паводків по всій греблі необхідно встановлювати цілодобове чергування. Особлива увага повинна бути приділена водовипускам і водоскидам.

14.Окрім робочого освітлення повинне бути передбачене аварійне освітлення переносними акумуляторними ліхтарями.

15.Службове приміщення для експлуатаційного персоналу повинно бути обладнано засобами зв'язку (телефон, радіо).

16.Усі працівники експлуатації зобов'язані вміти плавати, користатися весловими човнами, знати правила порядку потопаючих і вміти надавати першу допомогу потерпілим при нещасних випадках. Особи в нетверезому стані до роботи не допускаються.

17.При роботі восени і провесною при температурі повітря менше 10° С, а на виході дренажних вод – цілий рік, перебування людей у воді дозволяється не більше 10 хвилин з наступним перевдяганням і обігрівом не менше 1 години.

18.Загальні заходи щодо попередження нещасних випадків при проведенні гідрометричних робіт полягають у наступному:

- гідрометричні створи повинні бути обладнані відповідно до вимог безпеки провадження робіт, забезпечені необхідним інвентарем для запобігання нещасних випадків, для порятунку на воді, а також аптечками і необхідним набором перев'язочного матеріалу і медикаментів;
- при крутих і стрімчастих берегах підходи до місць спостережень необхідно обладнати сходами і поручнями або іншими пристосуваннями, що забезпечують безперечний спуск до водоймища чи каналу, особливо в зимовий час при снігопадах, заметілях і ожеледі;
- при проведенні спостережень і робіт, зв'язаних з використанням плавучих засобів, усіх видів гідрометричних переправ, спостережень і робіт з льоду, робіт поблизу крутих і стрімчастих берегів на усіх виконуючих роботи повинні бути надіти надувні рятувальні жилети;
- до роботи спостерігачів і тимчасових робітників на гідро постах варто залучати осіб переважно з числа місцевого населення, що вміють добре керувати човном.

19.У випадку аварій всі учасники робіт повинні виконувати наступне:

- не плисти від дерев'яного, гумового чи надувного човна, що перекинувся, до берега, а тримався за човен і разом з ним підпливати до берега;
- звільнитися від усіх зайвих предметів і одягу, який можна скинути з себе;
- якщо з берега організується діюча допомога, то не квапитися доплисти до берега, а берегти сили, намагатись підтримуватись на плаву;
- у човен, що підійшов на допомогу, влізати з носа чи з корми, а не з борта, щоб не перекинутися;
- при провалюванні під лід, якщо в руках немає дошки, рейки, жердини та і т.д. широко розкинути руки, щоб не піти під лід. вилазити на лід, потрібно, упираючись на протилежний край ополонки. Вибравшись на лід, не встаючи на ноги повзти до берега [1].

Висновки

Радикальним заходом для поліпшення умов ведення сільськогосподарського виробництва при недостатньому зволоженні земель є зрошення. Барабойське водосховище знаходиться на території, що відноситься до несприятливих умов для стабільного сільськогосподарського виробництва, іншими словами, в зоні ризикованого землеробства, в умовах вираженого нестабільного водного режиму.

Штучне зволоження ґрунтів є найбільш складним і найбільш ефективним елементом комплексної меліорації екологічного середовища, покращення ґрунтового і приземного клімату і повного задоволення потреб рослин у водному живленні.

Магістерська робота ґрунтується на водогосподарському обґрунтуванні Барабойського водосховища на основі заданої сівозміни і розрахунків режиму зрошення. На основі водогосподарського розрахунку, можна зробити висновки, що Барабойське водосховище є водосховищем сезонного регулювання.

В умовах ринкових взаємовідносин, плати за воду, необхідно впроваджувати:

- нові технології поливу, які надають можливість більш раціонально та економно використовувати воду;

- налагоджувати більш плідну та завчасну планову роботу з водогосподарськими організаціями, щодо визначення найбільш економічно доцільного розміщення с/г культур за трактами водо подачі, а також вирощувати вологолюбиві культури для їх поливу з точок водо виділу, які за розрахунками будуть найбільш вигідними за низькою ціною вартості води

Можливо зробити такий висновок, щодо економічної доцільності - 3,3%, витрат коштів від виходу валової продукції та її вартості дозволили отримати з 50 га томатів, біля 6 млн. грн.. Стосовно чистого прибутку в даній роботі розрахунки не проводилися, але можна провести порівняльний аналіз

якщо взяти урожайність овочів без зрошення 60ц/га, при такій же вартості продукції можливо отримати, лише 540 тис. грн. тобто недоотриманими стануть 5550 тис,грн. Проведені економічні розрахунки говорять про доцільність проведення зрошення на запроектованій сівозмінній ділянці.

Загалом ефективність зрошувальних меліорацій залежить від взаємодії цілого комплексу різнопланових чинників, першу групу яких становлять умови, що визначають рівень сільськогосподарського використання поливних земель, а другу – безпосередньо якість поливу, відповідність зрошувальної системи і поливної техніки поставленим до них агротехнічним вимогам. Тому висока ефективність зрошувальних меліорацій може бути забезпечена шляхом оптимізації технічних і технологічних рішень, інтенсифікації поливного землеробства з урахуванням вимог ринкової економіки та охорони природи.

Список використаної літератури

1. Водогосподарський паспорт і правила експлуатації Барабойського водосховища- Одеса, 2005. 80 с.
2. Гоголев И.Н., Баер Р.А., Кулибабин А.Г. Орошение на Одессине. – Одесса, 1992. 434с.
3. Справочник по климату СССР. Украинская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – вып. 10. – ч. IV. 696 с.
4. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации.- Л.: Гидрометиздат, 1988. 303 с.
5. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М: Изд-во МГУ, 1987. – 304 с.
6. Довідник з меліорації - Маслов Б. С., Мінаєв І. В., Губер К. В., Москва – 1989 рік, 342 с.
7. Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes / Edited by J. Bartram and R. Ballance. – London: UNEP/WHO, 1996. 385 p
8. Требования к качеству воды для орошения. А. Н. Костякова – Москва 1990. 73с.
9. Оцінка та прогнозування якості природних вод - Сніжко С. І., Київ – 2001 рік, 325 с.
10. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Водогосподарські розрахунки» для студентів IV курсу гідрометеорологічного інституту спеціальності «Гідрологія та гідрохімія», спеціалізації «Економіко-правові основи використання водних ресурсів» / Укладачі Кулібабін О.Г., Кічук Н.С. – Одеса: ОДЕКУ, 2010. 30 с., укр. мова.
11. Арсеньев Г.С., Иваненко А.Г. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты. С-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. С.89-105.

12. Кулибабин А.Г. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации с основами эксплуатации водохозяйственных объектов: Конспект лекций Одесса, 2011. 139с.

13. Кравчук В.І., Сташук В.А. Машини і обладнання для зрошування. – К.: Ніка-Центр., 2011. 112 с.

14. Коваленко П.І. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. – Київ. – Аграрна наука, 2001. 212 с.

15 В.В. Вітвіцький, М. Ф. Кисляченко Норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур. – Київ, 2009. 220с.

16. Палишкин Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение. – М: Агропромиздат, 1990. 351 с.

17. Багров М.Н., Кружилин И. П. «Оросительные системы и их эксплуатация. –М.: Колос, 1982. 240 с

18. Водний кодекс України, редакція від 01.02.2017.