

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра водогосподарської інженерії

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

« ____ » грудня 2024 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

освітнього рівня «Магістр»

на тему: **Організація технічної експлуатації системи зрошення у
Синельниківському районі Дніпропетровської області**

Виконав здобувач
спеціальності – 194 «Гідротехнічне будівни-
цтво, водна інженерія та водні технології»

_____ Кобець Д.М. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Ткачук А.В. _____

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кухарук П.В. _____

(прізвище та ініціали)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра водогосподарської інженерії
Освітній рівень «магістр»
Спеціальність – 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології
Освітньо-професійна програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ :

Завідувач кафедри водогосподарської
інженерії

доцент _____ Андрій ТКАЧУК

«18» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студентів
Кобцю Денису Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Організація технічної експлуатації системи зрошення у Синельниківському районі Дніпропетровської області
затверджена наказом по університету від «17» жовтня 2024 р. № 3505
2. Строк закінчення кваліфікаційної роботи: « 16 » грудня 2024 р.
3. Дані до виконання роботи: 1. План М 1:10000 ділянки зрошення у базовому господарстві. 2. Архів погодних умов. 3. Фондові матеріали інженерних вишукувань. 4. Режим зрошення сільськогосподарських культур у проектний рік (P=75%).
4. Склад кваліфікаційної роботи: 1 Загальна характеристика району дослідження. 2 Складання системного плану водозабору і водорозподілу 3 Водномеліоративний баланс системи 4. Сольовий баланс зрошувальних ландшафтів 5. Експлуатаційне обладнання та оснащення зрошувальної системи 6 Заходи з охорони меліоративних ландшафтів 7 Охорона праці. 8 Витрати на експлуатацію зрошувальної системи. Вступ. Висновки.
5. Графічний матеріал. Презентація

6. Консультанти відсутні

7. Дата видачі завдання: « 17 » жовтня 2024 р.

Керівник роботи _____ (Ткачук А.В.)
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ (Кобець Д.М.)
(підпис)

ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

| Назва етапів дипломного роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|--|--------------------------------|----------|
| Оформлення завдання на кваліфікаційну роботу | 17.10.2024 р | |
| 1. Загальна характеристика району дослідження | 20.10.2024 р. | |
| 2. Складання системного плану водозабору і водорозподілу | 03.11.2024 р. | |
| 3. Водномеліоративний баланс системи | 17.11.2024 р. | |
| 4. Сольовий баланс зрошуваних ландшафтів | 21.11.2024 р. | |
| 5. Експлуатаційне обладнання та оснащення зрошувальної системи | 25.11.2024р. | |
| 6. Заходи з охорони меліоративних ландшафтів | 28.11.2024 р. | |
| 7. Охорона праці | 02.12.2024 р | |
| 8. Витрати на експлуатацію зрошувальної системи | 09.12.2024 р | |
| Вступ . Висновки | 13.12.2024 р | |
| Оформлення | 16.12.2024 р. | |
| Перевірка на доброчесність | 18.12.2024 р | |
| Попередній захист | 23.12.2024 р. | |
| Захист кваліфікаційної роботи | 25.12.2024 р | |

Здобувач _____ (Кобець Д.М.)
(підпис)

Керівник _____ (Ткачук А.В.)
(підпис)

ЗМІСТ

| | стор. |
|---|-------|
| ПАСПОРТ ПРОЄКТА | 6 |
| ВСТУП | 7 |
| 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 10 |
| 1.1 Характеристика району досліджень | 10 |
| 1.2 Природно-кліматичні умови Синельниківського району | 11 |
| 1.3 Геологічні та гідрогеологічні умови | 14 |
| 1.4 Ґрунти | 17 |
| 1.5 Водні ресурси | 18 |
| 1.6 Джерело зрошення | 19 |
| 1.7 Структура служби експлуатації | 25 |
| 1.8 Загальна характеристика зрошувальної системи | 31 |
| 1.9 Характеристика системи зрошення базового господарства | 34 |
| 2 СКЛАДАННЯ СИСТЕМНОГО ПЛАНУ ВОДОЗАБОРУ | |
| I ВОДОРОЗПОДІЛУ | 36 |
| 2.1 Загальні положення..... | 36 |
| 2.2 Визначення водоносності джерела зрошення на проектний рік | 40 |
| 2.3 План забору води в систему | 43 |
| 2.4 Розрахунок витрат бруто, що забирають із джерела зрошення | 46 |
| 2.5 План розподілу води по зрошувальній системі | 54 |
| 2.6 Визначення показників роботи системи за вегетаційний період | 55 |
| 3 ВОДНОМЕЛІОРАТИВНИЙ БАЛАНС СИСТЕМИ | 60 |
| 3.1 Визначення прибуткових статей | 61 |
| 3.2 Визначення видаткових статей | 62 |
| 4 СОЛЬОВИЙ БАЛАНС ЗРОШУВАНИХ ЛАНДШАФТІВ | 67 |
| 5 ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ОСНАЩЕННЯ | |
| ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ | 70 |
| 5.1 Експлуатаційна гідрометрія | 70 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 5.2 | Гідромеліоративні створи | 71 |
| 5.3 | Зв'язок на системі | 72 |
| 5.4 | Лісонасадження на зрошуваних агроландшафтах | 73 |
| 5.5 | Експлуатаційні дороги | 74 |
| 5.6 | Транспортні засоби і меліоративно-будівельні машини | 74 |
| 6 | ЗАХОДИ З ОХОРОНИ МЕЛІОРАТИВНИХ ЛАНДШАФТІВ..... | 77 |
| 7 | ОХОРОНА ПРАЦІ | 81 |
| 7.1 | Обґрунтування параметрів безпечної роботи | 81 |
| 7.2 | Проектування протипожежних заходів | 87 |
| 7.3 | Безпечна організація навантажувально-розвантажувальних робіт ... | 89 |
| 7.4 | Влаштування тимчасових доріг | 94 |
| 8 | ВИТРАТИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ | 98 |
| 8.1 | Загальні положення | 98 |
| 8.2 | Амортизаційні відрахування та затрати на поточний ремонт | 98 |
| 8.3 | Штат управління зрошувальних систем і експлуатаційних ділянок | 100 |
| 8.4 | Визначення затрат на очистку каналів від наносів | 103 |
| 8.5 | Антифільтраційні заходи | 105 |
| 8.6 | Заходи по боротьбі з бур'янами в каналах | 108 |
| 8.7 | Затрати на утримання насосної станції | 110 |
| 8.8 | Затрати на паливно-мастильні матеріали | 110 |
| 8.9 | Затрати на утримання і поточний ремонт зрошувальної системи ... | 111 |
| | ВИСНОВКИ | 113 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 114 |

ПАСПОРТ ПРОЄКТА

| | |
|--|---------------------------------------|
| Площа системи, нетто | 12301 га |
| брутто | 16401,33 га |
| Кількість точок водовиділу (господарств) | 15 |
| Площа зрошення базового господарства | 326 га. |
| Гектарополиви по системі | 100143,72 га. |
| Сумарний стік річки за вегетаційний період | $W_p = 2368,53$ млн.м ³ . |
| Забір води з джерела зрошення | $W_1 = 64816,93$ тис.м ³ . |
| Подано води в точках виділу | $W_2 = 46778,28$ тис.м ³ . |
| Подано води на поля | $W_3 = 45603,02$ тис.м ³ |
| Ліміт водозабору | $L_1 = 5269,2$ м ³ /га |
| Ліміт водоподачі | $L_2 = 3802,8$ м ³ /га |
| Ліміт водоспоживання | $L_3 = 3707,261$ м ³ /га. |
| ККД міжгосподарської мережі (до проведення проти-фільтраційних заходів) | $\eta_{МГМ} = 0,69$. |
| ККД міжгосподарської мережі (після проведення проти-фільтраційних заходів) | $\eta_{пр} = 0,85$. |
| Об'єм наносів на 1га площі | $W' = 7,92$ м ³ /га. |
| Зміна рівня ґрунтових вод | +0,54 м |
| Сольовий баланс системи (процес засолення) | +3,62 т/га |
| Водомірні пости: | |
| опорний | 1 шт. |
| головний | 1 шт. |
| розподільчі / контрольні | 15/7 шт. |
| в точках виділу води господарствам | 15 шт. |
| Гідромеліоративні створи: | |
| кількість | 6 створів |
| загальна довжина | 87,102 км |
| кількість свердловин у створах в межах масиву зрошення | 73 свердловин 58 свердловин |
| Кількість допоміжних свердловин | 123 свердловини |
| Довжина ліній зв'язку | 85,8 км |
| Довжина лісонасаджень | 185,071 км |
| Площа лісонасаджень | 185,1 га |
| Довжина експлуатаційних доріг/стежок | 41/44,8 км |

ВСТУП

Зрошувальні системи є невід'ємною складовою сталого розвитку аграрного виробництва, адже вони забезпечують оптимальний водний режим ґрунтів, підвищують продуктивність агроєкосистем та запобігають деградаційним процесам у ґрунтах. У сучасних умовах, коли глобальні зміни клімату, збільшення чисельності населення та інтенсифікація використання природних ресурсів висувають нові виклики, роль зрошення набуває особливої актуальності [1].

У багатьох регіонах України спостерігаються проблеми, пов'язані з недостатньою кількістю вологи для ведення ефективного землеробства, нерівномірним розподілом водних ресурсів, засоленням ґрунтів або деградацією земель через посухи. Це зумовлює необхідність ефективного управління водними ресурсами, раціональної експлуатації існуючих зрошувальних систем, а також їх модернізації у відповідності до сучасних вимог і технологій. Тому дослідження, присвячені експлуатації таких систем, мають важливе теоретичне та практичне значення для аграрної галузі країни [2].

Актуальність даної роботи визначається необхідністю вирішення ряду проблем, що постали перед водогосподарським сектором економіки. Серед них можна виділити:

- Погіршення технічного стану зрошувальних систем, багато з яких були збудовані ще в другій половині ХХ століття і не відповідають сучасним вимогам до їх ефективності та екологічної безпеки.
- Зростання витрат на експлуатацію та обслуговування систем у зв'язку з їх застарілістю.
- Зміни кліматичних умов, які впливають на водний баланс у регіонах, підвищують частоту екстремальних погодних явищ (посухи, паводки) та вимагають адаптації зрошувальних технологій.
- Потреба у впровадженні інноваційних підходів до управління водними ресурсами, таких як автоматизовані системи моніторингу та управління, використання екологічно чистих матеріалів та технологій.

Зрошувальні системи, які є важливими інфраструктурними об'єктами, потребують не лише технічної модернізації, але й зміни підходів до їх експлуатації з урахуванням економічних, кліматичних та соціальних факторів. Використання сучасних технологій, таких як цифрові моделі управління водними ресурсами, автоматизація процесів експлуатації, інноваційні методи поливу. Це може суттєво підвищити ефективність цих систем [2].

Об'єкт дослідження - процеси експлуатації зрошувальної системи, спрямовані на підтримання її функціональності, ефективності та екологічної збалансованості.

Предмет дослідження - зрошувальна система, що забезпечує підтримання оптимального водного режиму ґрунтів у певному регіоні.

Дослідження зосереджено на вивченні технічного стану системи, аналізі її експлуатаційних характеристик, визначенні впливу зовнішніх факторів на ефективність функціонування, а також розробці рекомендацій щодо оптимізації експлуатації з урахуванням сучасних вимог.

Мета роботи – розробка науково обґрунтованих підходів до експлуатації зрошувальної системи, спрямованих на підвищення її ефективності, економічності та екологічної безпеки.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

1. Провести аналіз сучасного стану зрошувальної системи, її технічних і функціональних характеристик.
2. Визначити основні проблеми експлуатації системи та чинники, що впливають на її ефективність.
3. Оцінити вплив змін клімату на функціонування системи та водний баланс території.
4. Розробити рекомендації щодо оптимізації експлуатації зрошувальної системи з урахуванням сучасних технологій.
5. Запропонувати заходи з покращення технічного стану системи та підвищення її екологічної стійкості.

У роботі використовуються наступні методи дослідження:

- Аналіз і синтез літературних та нормативних джерел для вивчення теоретичних аспектів зрошення.
- Економічний аналіз для визначення доцільності впровадження запропонованих заходів.
- Геоінформаційні технології для моніторингу території та аналізу змін водного балансу.

Результати роботи спрямовані на отримання наступних практичних та наукових досягнень:

- Розробка комплексу рекомендацій щодо оптимізації експлуатації зрошувальної системи, які забезпечать підвищення її ефективності.
- Впровадження інноваційних підходів до управління водними ресурсами в межах системи.
- Зниження витрат на експлуатацію системи за рахунок модернізації та впровадження автоматизації.
- Підвищення екологічної стійкості та мінімізація негативного впливу системи на довкілля.

Отже, тема кваліфікаційної роботи має значний практичний інтерес, оскільки його результати можуть бути використані для вдосконалення експлуатації зрошувальних систем.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика району досліджень

Синельниківський район, розташований у південно-східній частині Дніпропетровської області (рис.1.1), має особливі природні умови, що формуються під впливом географічного положення, кліматичних факторів, рельєфу, водних ресурсів та рослинного покриву. Проте в останні десятиліття в районі спостерігаються суттєві зміни, спричинені глобальними кліматичними трансформаціями.

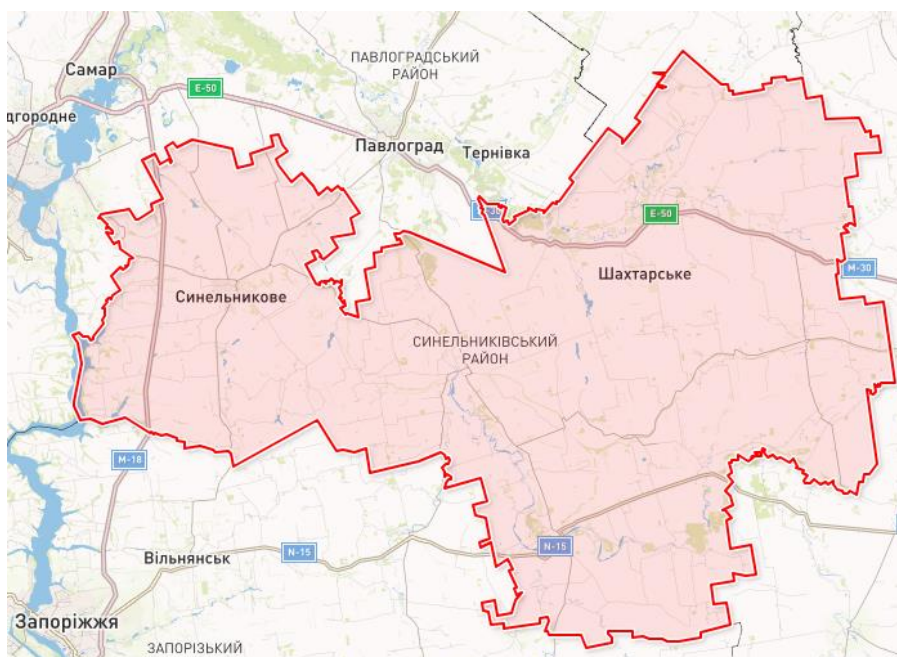


Рисунок 1.1 – Місцезрештування Синельниківського району

Вододіл розділено балками і долинами малих річок. Західна частина вододілу прорізана балками – річками Ворона, пл.Осокорівка, Осокорівка, які впадають в заливи р. Дніпро.

По східній частині вододілу протікають річки – Середня і Нижня Терса, які впадають в р. Мала Терса (Приток р. Вовча). Район розташований уздовж річки

Вовчої та її приток Янчулу і Гайчулу. Найбільш розчленованою є частина району, що знаходиться між р. Дніпро та автотрасою Харків - Сімферополь. Тут балки зустрічаються через кожні 1,5-3 км і мають велику глибину, круті схили, широке дно.

На території району протікають 373 малі річки, балки, струмки, 1 велика річка, та розташовано - 180 водойма, з них: 7 водосховища та 173 ставка.

1.2 Природно-кліматичні умови Синельниківського району

Клімат регіону має помірно-континентальний характер, що виражається у м'яких зимах із частими відлигами та теплих, переважно сухих літах. Середньомісячна температура повітря в січні становить $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в липні — $+21,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, що свідчить про контрастність сезонів, характерну для цього типу клімату. Середньорічна температура дорівнює $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Заморозки починаються восени на початку жовтня, а закінчуються навесні в кінці квітня, що формує тривалий період активної вегетації [3].

У теплий сезон вологість повітря є помірною: у травні-серпні вона тримається в межах 58-62 %. Однак під час посух рівень вологості знижується до 30 % і навіть менше, що створює несприятливі умови для розвитку рослинності. Особливістю регіону є тривалий вегетаційний період, який триває до 200 днів на рік. Безморозний період становить близько 160 днів, що дозволяє вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур. Сума активних температур (вище $+5^{\circ}\text{C}$) за цей період складає $3036\text{ }^{\circ}\text{C}$, що свідчить про високу теплову забезпеченість регіону. Сума температур вище $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ досягає $2880\text{ }^{\circ}\text{C}$, а вище $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $2081\text{ }^{\circ}\text{C}$, що також є важливими показниками для аграрного виробництва [3].

Середньорічна кількість опадів складає близько 440 мм, що є типовим для помірно-континентальних зон. Близько 63 % цієї кількості припадає на період вегетації, тобто з весни до осені, коли рослини найбільше потребують вологи. Проте розподіл опадів залишається нерівномірним. Рельєф території, що має хвилястий і розчленований характер, спричиняє інтенсивний стік дощових і талих

вод. Це зменшує здатність ґрунтів утримувати вологу, що в роки з недостатньою кількістю опадів призводить до нестачі води для рослинності навіть у сприятливі періоди [4].

Сніговий покрив утворюється в середині грудня і зберігається до першої декади березня, його тривалість становить у середньому 75 днів. Хоча кількість снігу може змінюватися залежно від року, його роль у накопиченні вологи для ґрунту є важливою [5].

Вітровий режим регіону також має свої особливості. Найчастіше спостерігаються північні, північно-східні та північно-західні вітри. У період посух, які супроводжуються суховіями, переважають східні та південно-східні вітри. Особливо небезпечними є сильні вітри, швидкість яких перевищує 15 м/с. Вони стають причиною пилових бур у весняний період і посилюють випаровування вологи влітку. У поєднанні з низькою вологістю повітря такі явища призводять до значних посух, що завдають шкоди сільському господарству [6].

Таким чином, клімат регіону характеризується загалом сприятливими умовами для ведення аграрного виробництва, проте нерівномірність опадів, часті посухи та сильні вітри є важливими викликами, які необхідно враховувати для ефективного використання природних ресурсів і адаптації до кліматичних змін.

Клімат Синельниківського району помірно континентальний, з жарким літом і порівняно м'якою зимою. Проте останні десятиліття характеризуються значними змінами кліматичних умов:

Об'єкт дослідження знаходиться у Синельниківському районі, тому всі кліматичні дані приведені відповідно показників метеостанції Синельниково.

Таблиця 1.1 – Середня місячна та річна температура повітря за даними метеостанції (°C) [3, 7]

| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| -5,9 | -4,5 | 0,5 | 9,2 | 15,8 | 19,1 | 20,9 | 20,1 | 15,0 | 8,1 | 2,2 | -2,3 | 8,2 |

Як показано в табл. 1.1 мінімальні середні значення температури повітря спостерігаються у січні місяці і складають $-5,9^{\circ}\text{C}$, а максимальні у липні $+20,9^{\circ}\text{C}$.

Середня річна відносна вологість повітря наведена у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Середня місячна та річна вологість повітря (%) [3, 5]

| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 87 | 75 | 82 | 68 | 60 | 62 | 60 | 60 | 64 | 76 | 80 | 88 | 72 |

Дані табл. 1.2 вказують, що середні значення вологості повітря складають min - 60% у травні, липні та серпні, а max – 88% у грудні.

Середня річна температура порівняно з серединою ХХ століття підвищилася на $1,0\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$. У літні місяці температура нерідко перевищує 35°C , що призводить до частих посух.

Абсолютний максимум опадів за даними метеостанції Синельникове становить 754 мм, а абсолютний мінімум – 317 мм., а загальна середня кількість опадів за даними метеостанції Синельникове складає 496 мм. Середня місячна та річна кількість опадів наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Середня місячна та річна кількість опадів (мм) [3]

| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 41 | 29 | 31 | 35 | 50 | 59 | 61 | 35 | 36 | 29 | 41 | 49 | 191 |

Кількість опадів має нерівномірний характер в останні роки спостерігається тенденція до скорочення опадів у весняно-літній період.

У районі частішають посухи, зливи та сильні вітри, що значно впливають на сільське господарство та водні ресурси.

Кліматичні зміни спричинили періоди тривалого бездощового сезону, що посилює дефіцит вологи в ґрунті. Водночас зими стають менш холодними, що

впливає на сільськогосподарські цикли. Зростання температури підвищує випаровування, що додатково погіршує водний баланс.

Зміни клімату мають комплексний вплив на природні умови Синельниківського району. Зростання температури та скорочення опадів призводять до виснаження водних ресурсів і загрози опустелювання. Загострюються прояви посухи та дефіциту води.

Часті екстремальні погодні явища, такі як зливи та вітрова ерозія, спричиняють втрату верхнього шару ґрунту, що призводить до деградації ґрунтів.

Нестабільність кліматичних умов ускладнює планування аграрного виробництва, знижує врожайність і вимагає впровадження нових технологій.

Для зменшення негативних наслідків змін клімату в районі необхідно: відновлювати зрошувальні системи; застосовувати ґрунтозахисні технології; відновлювати степові ділянки, створенням лісосмуг для боротьби з ерозією.

1.3 Геологічні та гідрогеологічні умови

Район дослідження в регіональному плані приурочений до південно-східного схилу Українського щита. Ділянка дослідження розташована в центральній частині Придніпровського блоку, в межах досліджуваної території має два структурних яруси. Вони розділені крупними структурними неузгодженнями, що відображають різкі зміни тектонічного режиму, характеру магматизму, осадконакопичення та метаморфізму [8].

Нижній структурний поверх представлений ультраметаморфічними утвореннями архею, до складу яких входять плагіограніти й ендербіти. З ними просторово і формаційно пов'язані гранітоїдні формації славгородського та токівського комплексів. Токівський та славгородський комплекси об'єднують мікроклінові граніти, що розповсюджені, як у вигляді крупних масивів, так і жильних тіл.

По породах нижнього структурного поверху розвинені площадні та лінійні кори вивітрювання, потужність яких коливається від перших метрів на півночі до

десять метрів на півдні. На нижньому структурному поверсі зі структурним неузгодженням залягає верхній [8].

Верхній структурний поверх складений кайнозойською ератемою, до якої входять палеогенова, неогенова і четвертинна системи.

Палеогенова система представлена середнім і верхнім відділами, які складають континентальні фації. Відклади палеогену поширені в західній частині досліджуваної ділянки, межею їх розвитку є зона Дерезуватського глибинного розлому.

Породи бучацької серії ($P_2b\check{c}$) середнього еоцену залягають незгідно на кристалічних породах фундаменту. Вони характеризуються значною строкатістю складу з частим перешаровуванням вуглистих, каоліністих та змішаних глин, кварцових вуглистих пісків з пластами та лінзами бурого вугілля. Потужність серії 25-30 м, а в депресіях, які спостерігаються у районі досліджень – до 40 м [10].

На породах бучацької серії субгоризонтально залягають мандриківські верстви (P_2mn), які представлені пісками глауконіт – кварцовими з великою кількістю черепашок, моховаток, коралів, морських їжаків, нумулів, форамініфер, зубів акул та інших викопних залишків фауни і флори.

Неогенова система складається з утворень міоцену і пліоцену. Міоцен представлений новопетрівською світою (N_1np) полтавської серії нижнього-середнього міоцену. Потужність товщі не перевищує 18-20 м.

На породах новопетрівської світи згідно залягає товща пісків та глин (N_1pg) сарматського регіоюрусу верхнього міоцену. Товща поширена на всій площі досліджуваного району. Розріз складають піски кварцові сірі, жовтувато- і зеленувато-сірі, дрібно- та середньозернисті. Потужність товщі від 5 до 22 м.

Розріз міоцену завершує товща строкатих глин (N_1sg), яка розвинена на вододілах балок. Глини є сірі, зеленувато- і темно-сірого кольору, тонкодисперсні, в'язкі, пластичні, потужність товщі від 3-6 до 10-15 м.

Пліоценовий відділ містить товщу червоно-бурих глин ($N_2\check{c}g$), які виходять на поверхню на досліджуваній території в відслоненнях по бортам балок. Глини коричнево- і рожево-сірі, грубодисперсні, неоднорідні з карбонатними стяжіннями. Потужність 2-4 м до 6 м.

На породах неогену залягають відклади четвертинної системи. Особливостями будови четвертинного покриву зумовлено виділення в межах північної лесової області позальодовикової зони, до якої належить і ділянка досліджень. Потужність четвертинних відкладів для цього району не перевищує 25-35 м, але на вододілах вона може сягати 40-50 м).

Район досліджень в гідрогеологічному відношенні розташований в межах Українського басейну тріщинних вод. Водоносні горизонти в осадових товщах мають обмежене поширення, характеризуються незначною водозбагаченістю, строкатим хімічним складом. Основним водоносним горизонтом є тріщинуваті породи фундаменту [10].

У межах досліджуваної території розповсюджений водоносний горизонт у сучасних алювіальних і алювіально-делювіальних відкладах. Він спостерігається у вигляді невеликих джерел в отвержках балок. Водовміщуючими породами є глинисті піски, супіски і суглинки, що залягають на неогенових та палеогенових відкладах або кристалічних породах фундаменту. Горизонт безнапірний, перший від поверхні. Потужність не перевищує 5 м; глибина залягання рівня ґрунтових вод від 0,2-0,4 м до 5-6 м. Тип води гідрокарбонатно-сульфатний, хлоридно-сульфатний, сухий залишок від 0,3 до 6,4 г/дм³. Живлення горизонту інфільтраційне, режим визначається кліматичними факторами, вони не захищені від поверхневого забруднення. Ще один горизонт, який виходить у вигляді джерел в схилах отвержків, приурочений до товщі пісків та глин сарматського регіоюрусу. Він залягає на відкладах палеогену і при відсутності четвертинних відкладів є першим від поверхні. Глибина залягання в районі досліджень від 5 до 25 м. Води горизонту не напірні чи слабо напірні, водозбагаченність низька, хімічний склад строкатий, мінералізація до 3-5 г/дм³. Живлення проходить за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, на схилах водоносний горизонт піддається забрудненню, а тому обмежено використовується для господарсько-питних цілей.

Наступний водоносний горизонт у бучацьких відкладах має суцільне поширення на досліджуваній території. Водовміщуючими породами є піски потужністю

15-32 м. Горизонт напірний з величиною напору від 9 до 76 м. Якість води строката з мінералізацією від 0,5-1 г/дм³ до 9,5 г/дм³ [9].

Геологічні та гідрологічні особливості району, як і клімат, визначають напрямки і засоби проектування, а також технічні особливості гідротехнічних споруд: всі вони збудовані у долинах ярів та балок з місцевих будівельних матеріалів (супіски, суглинки, глини); живлення водосховищ виконується за рахунок підземних інфільтраційних вод (джерел), які розташовані чи мають вихід в місцях пониження рельєфу та відвертках балок, оскільки випаровуваність з водної поверхні (витратна частина), перевищує прибуткову частину у вигляді опадів.

1.4 Ґрунти

Синельниківський район характеризується переважанням чорноземів, які є надзвичайно родючими. Проте через зміни клімату та нераціональне використання земель відбувається їх деградація: зменшення вмісту гумусу в ґрунтах; активізація процесів ерозії через нерівномірний розподіл опадів і сильні вітри; зростання засоленості деяких ділянок через дефіцит природного дренажу.

У ґрунтовому покриві [4] переважають чорноземи, в північній частині поширені глибокі та опідзолені, в південній частині – звичайні середньо-гумусні й мало гумусні чорноземи. У долинах багатьох річок поширені чорноземно-лучні і лучно-болотні ґрунти; є ділянки слабо закріплених пісків. Еродованість земель становить: у південно-східній частині - 53%, у західній - 43%.

В структурі сільгоспугідь рілля складає 83,0%, багаторічні насадження – 1,1%; сіножаті – 1,2%; пасовища – 11,1%. Розораність земель складає 74,0 відсотка суші.

Ґрунти району є основним природним ресурсом, проте вони потребують раціонального використання. Впровадження ґрунтозахисних технологій, таких як сидерати, мульчування та мінімальний обробіток, може сприяти відновленню родючості.

1.5 Водні ресурси

Район має обмежені водні ресурси. Основними річками є р. Самара, р. Вовча, р. Середня Терса, р. Верхня Терса, р. Нижня Терса та інші (рис.1.2).



Рисунок 1.2 Водні ресурси району проектування

Річки належать до басейну Дніпра, але більшість із них мають малий стік, що знижується внаслідок кліматичних змін. Нестача води особливо відчутна в літній період, коли рівень води в річках суттєво падає.

Іншими водними ресурсами є численні ставки та водосховища, які забезпечують потреби сільського господарства та побутового водопостачання. Однак часті посухи і висока температура призводять до їх обміління.

Для збереження водних ресурсів необхідно будувати сучасні системи зрошення, проводити роботи з очищення водойм і розробляти стратегії раціонального водокористування.

1.6 Джерело зрошення

Джерелом зрошення масиву є Дніпровське водосховище.

Водосховищем в основному регулюється тижневий та добовий стік р.Дніпро. Режим рівня обумовлений відношенням притоку та скиду води агрегатами Дніпрогесу. Щорічно водосховище наповнюється до нормального підпірного горизонту, період весняного наповнення коливається від 14 до 63 днів. У річному ході рівнів, незалежно від водності окремих років, виділяють три характерних періоди: весняне наповнення, літньо-осіннє стояння та зимове спрацювання. Весняне наповнення починається, як правило, з третьої декади березня і закінчується в третій декаді квітня. Льодові явища з'являються наприкінці листопаду, зникають у кінці березня. Максимальна висота хвиль досягає 0,75-1,0 м.

Для забезпечення комплексної оцінки якості води для зрошення слід врахувати агрономічні, технічні та екологічні критерії [11].

Таблиця 1.4 - Результати хімічного аналізу зрошувальної води

| Показник | рН | Аніони | | | | Катіони | | | С у м а | | |
|-------------------|-----|-------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|-------|
| | | CO_3^{-2} | HCO_3^{-1} | Cl^{-1} | SO_4^{-2} | Ca^{+2} | Mg^{+2} | Na^{+1} | аніонів | катіонів | іонів |
| Еквівалентна маса | 8,4 | 30 | 61 | 35,5 | 48 | 20 | 12 | 23 | - | - | - |
| Мг/л | | 18 | 293 | 213 | 706 | 116 | 146 | 191 | - | - | 1683 |
| Мг-екв/л | | 0,6 | 4,8 | 6,0 | 14,7 | 5,8 | 12,0 | 8,3 | 26,1 | 26,1 | 52,2 |
| %-екв | | 2,3 | 18,4 | 23,0 | 56,3 | 22,2 | 46,0 | 31,8 | 100 | 100 | - |

За даними табл. 2.4. можна зробити висновок, що вода відноситься до сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатно-магнієво-натрієво-кальцієвого типу.

Оцінку якості зрошувальної води слід проводити на основі наступних хімічних показників.

1. Для оцінки зрошувальної води за небезпекою вторинного засолення необхідно знати загальну мінералізацію води (в даному випадку вона складає 1,683

г/л), а також вміст токсичних іонів, виражених в еквівалентах хлору з врахуванням гранулометричного складу ґрунту.

Для обчислення кількості токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлору сполучають іони в гіпотетичні молекули токсичних і нетоксичних солей в послідовності (табл.1.5).

Таблиця 1.5 - Послідовність зв'язування іонів в токсичні та нетоксичні солі

| Катіони | А н і о н и | | | |
|-----------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| | CO_3^{-2} | HCO_3^{-1} | SO_4^{-2} | Cl^{-1} |
| Ca^{+2} | - | 2 | 5 | 8 |
| Mg^{+2} | - | 3 | 6 | 9 |
| Na^{+1} | 1 | 4 | 7 | 10 |

Отримане для даного випадку співвідношення гіпотетичних молекул вказане в табл.1.6.

Таблиця 1.6 – Співвідношення гіпотетичних молекул токсичних та нетоксичних солей

| Катіони | А н і о н и | | | |
|-----------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| | CO_3^{-2} | HCO_3^{-1} | SO_4^{-2} | Cl^{-1} |
| Ca^{+2} | - | 1,2 | 4,7 | - |
| Mg^{+2} | - | 1,6 | - | - |
| Na^{+1} | 0,6 | 2 | 10 | 6 |

Однак не всі солі є токсичними. Схема токсичних та нетоксичних сполук у зрошувальній воді приведена на рис.1.3.

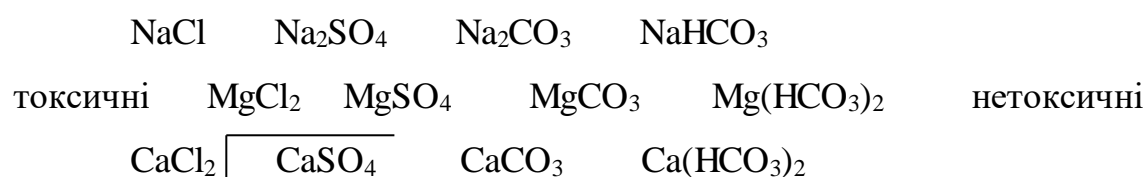


Рисунок – 1.3 Токсичні та нетоксичні сполуки, що знаходяться у зрошувальній воді

Перерахування суми токсичних солей в еквіваленти хлору проводять за формулою

$$\text{ЕквСІ}^{-(\text{токс})} = \text{СІ}^{-(\text{токс})} + 0,2\text{SO}_4^{2-(\text{токс})} + 0,4\text{НСО}_3^{-(\text{токс})} + 10\text{СО}_3^{2-}, \quad (1.1)$$

де $\text{ЕквСІ}^{-(\text{токс})}$ – сума токсичних солей в еквівалентах хлору, мг-екв/л;

$\text{СІ}^{-(\text{токс})}$ – вміст токсичних хлоридів, мг-екв/л;

$\text{SO}_4^{2-(\text{токс})}$ – вміст токсичних сульфатів, мг-екв/л;

$\text{НСО}_3^{-(\text{токс})}$ – вміст токсичних гідрокарбонатів, мг-екв/л;

СО_3^{2-} - вміст нормальних карбонатів, мг-екв/л.

Тобто для даного випадку отримаємо

$$\text{ЕквСІ}^{-(\text{токс})} = 6,0 + 0,2 \cdot 10 + 0,4 \cdot 2,8 + 10 \cdot 0,6 = 15,12 \text{ мг-екв/л.}$$

За допомогою табличних даних [12] за відомими загальною мінералізацією 1,683 г/л та вмістом токсичних іонів (у еквіваленті хлору) 15,12 мг-екв/л визначаємо, що дану воду необхідно віднести до другого класу – обмежено придатна при зрошенні для будь-яких ґрунтів.

2. Оцінку води за небезпекою підлуження або підкислення ґрунту проводимо на основі комплексної оцінки показника рН, токсичної лужності та лужності нормальних карбонатів на підставі табличних даних [12].

Зрошувальні мінералізовані води майже завжди мають нейтральну, або слабо лужну і лужну реакцію.

Для даного випадку зрошувальна вода відноситься до 1 класу 3 підкласу:

- за рН і за вмістом $\text{СО}_3^{2-} = 0,6$ мг-екв/л;

- токсичною лужністю ($\text{НСО}_3^- - \text{Са}^{2+}$) = 1,2 мг-екв/л, тобто вода придатна для зрошення тільки кислих ґрунтів, необхідно проводити кислування для виключення можливості обпалення листя рослин.

3. Оцінку якості зрошувальної води за небезпекою обпалення листків та коріння сільськогосподарських рослин проводимо за вмістом загальної та токсичної лужності, лужності нормальних карбонатів, а також за вмістом хлорид-іону, за допомогою табличних даних [10]. Для даного випадку загальна лужність НСО_3^- становить 4,8 мг-екв/л, токсична лужність $\text{НСО}_3^- - \text{Са}^{2+}$ становить 2 мг-екв/л, а та-

кож лужність нормальних карбонатів CO_3^{2-} – 0,6 мг-екв/л , вміст хлор-іону Cl^- становить 6,0 мг-екв/л. Отже, за показником HCO_3^- поливну воду необхідно віднести до другої групи, тобто використання небезпечне, особливо при поливах дощуванням у спеку вдень, а за показниками ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$); CO_3^{2-} та Cl^- вода відноситься до першої групи – використання безпечне. Отже, можна зробити висновок про те, що використання даної води є безпечним.

4. Оцінку якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів проводимо на основі відношення суми катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів з урахуванням буферності і гранулометричного складу ґрунтів з корегуванням на співвідношення в зрошувальній воді іонів магнію та кальцію (за табличними даними [1]), при цьому враховується клас води за небезпекою засолення і підлуження ґрунтів. Тобто використаємо формулу

$$\frac{\text{Na}^+}{\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}} 100\% . \quad (1.2)$$

Для даного випадку отримаємо

$$\frac{31,8}{31,8 + 46,0 + 22,2} 100 = 31,8\% .$$

Для даного випадку сума катіонів натрію становить 31,8 % від суми всіх катіонів, поливна вода за небезпекою засолення відноситься до 1 класу, отже за небезпекою осолонцювання для всіх ґрунтів дану воду можна віднести до 1 класу і вона є придатною без обмежень.

Оцінку якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів можна проводити за величиною лужної характеристики K_a (метод Стеблера). Величину лужної характеристики K_a визначаємо в залежності від кількісного співвідношення у воді катіонів та аніонів (мг-екв/л). Так як в даному випадку $0 < \text{Na}^+ - \text{Cl}^- < \text{SO}_4^{2-}$, тобто $0 < 0,5 < 2,5$, то K_a визначаємо за формулою

$$K_a = \frac{228}{Na^+ + 4 \cdot Cl^-} \quad (1.3)$$

Для даного випадку отримаємо

$$K_a = \frac{228}{8,3 + 4 \cdot 6,0} = 7,0.$$

Якість поливної води оцінюють в залежності від отриманого значення K_a . При $K_a > 18$ вода є добра, $K_a = 18 \div 6$ – задовільна, $K_a = 6 \div 1,2$ – незадовільна, $K_a < 1,2$ – погана. Отже в даному разі вода є задовільною: $K_a = 7$.

Оцінку якості води можна проводити за коефіцієнтом поглинання (SAR) Na^+ ґрунтом з води за формулою

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (1.4)$$

Для даного випадку

$$SAR = \frac{8,3}{\sqrt{\frac{5,8 + 12}{2}}} = 2,78.$$

При значеннях SAR від 0 до 10 небезпека осолонцювання ґрунту низька, $10 \div 18$ – середня, $18 \div 26$ – висока, > 26 – дуже висока. Тобто в даному випадку згідно із формулою (1.4) небезпека осолонцювання ґрунту низька, так як показник SAR $= 2,78$.

М.М.Антиповим-Катаєвим запропонована залежність критичного вмісту солей від загальної мінералізації води

$$\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+} \geq 0,23 \cdot C, \quad (1.5)$$

де C – загальна мінералізація води, г/л.

Для даної води

$$\frac{1,16 + 1,46}{1,91} \geq 0,23 \cdot 1,683,$$

$$1,37 \geq 0,38.$$

Нерівність справджується, отже, осолонцювання не буде.

Крім осолонцювання ґрунту іонами натрію, можливе також відбуватись осолонцювання іонами магнію. Оцінку якості води за небезпекою осолонцювання ґрунтів іонами магнію можна провести за класифікацією Соболяча та Дараба, за потенціальним вмістом магнію в поливній воді. Показник, вище якого магній негативно впливає на ґрунт, визначаємо за формулою

$$\frac{\text{Mg}^{2+} \cdot 100\%}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} \leq 50\%. \quad (1.6)$$

Для даного випадку отримаємо

$$\frac{1,46 \cdot 100}{1,16 + 1,46} \leq 50\%,$$

$$48,2\% \leq 50\%.$$

Отже, осолонцювання іонами магнію не відбуватиметься, а вода є умовно придатною для зрошення сільськогосподарських культур.

Для ефективної експлуатації зрошуваного масиву необхідно виконувати комплекс заходів, які запобігатимуть погіршенню меліоративного стану ґрунтів і забезпечать збереження навколишнього середовища. До таких заходів належать:

- розрахунок оптимальних доз добрив з урахуванням специфіки вирощуваних культур, запланованого врожаю і стану ґрунту;
- фосфорно-калійні добрива вносити восени під зяблеву оранку в повному обсязі.

- азотні добрива використовувати весною, загортаючи їх на глибину оранки;
- обирати форми азотних добрив із низькою рухливістю, такі як сульфат амонію, сечовина або аміачна селітра, щоб зменшити втрати азоту;
- збільшувати густоту посівів для ефективнішого використання вологи та поживних речовин рослинами;
- здійснювати міжрядний обробіток просапних культур для поліпшення аерації ґрунту та боротьби з бур'янами;
- регулярне внесення вапна для нейтралізації кислотності ґрунту та підвищення ефективності добрив.

Ці заходи спрямовані на покращення живлення рослин, підтримання родючості ґрунтів і збереження екологічного балансу в зоні зрошення.

1.7 Структура служби експлуатації системи

Служба експлуатації зрошувальних систем здійснює широкий спектр завдань, від технічного обслуговування інфраструктури до управління водними ресурсами і забезпечення екологічної безпеки. Від її ефективності залежить не лише виробництво сільськогосподарської продукції, але й стійкість екосистем, збереження водних ресурсів та довгострокове забезпечення сільського господарства водою.

Метою служби є забезпечення надійної і безперебійної роботи зрошувальної системи, створення сприятливих умов для зрошення сільськогосподарських угідь, охорона водних ресурсів та підтримка екологічного балансу. Завдання служби включають: оперативне управління водними ресурсами; регулювання водних потоків у зрошувальних каналах; забезпечення ефективної роботи насосних станцій та водоводів; проведення планових і термінових ремонтних робіт; очищення та підтримка в належному стані зрошувальних мереж; контроль за якістю води, що надходить в зрошувальну систему; розробка та впровадження нових технологій зрошення для підвищення ефективності; забезпечення сталого водопостачання

сільськогосподарських підприємств; вирішення проблем екологічного характеру, пов'язаних з використанням водних ресурсів [13].

Організаційна структура служби експлуатації зрошувальної системи складається з кількох підрозділів, кожен з яких має свої функціональні обов'язки. Зазвичай структура служби має такі основні підрозділи (рис.1.3):

Начальник є головною особою, яка визначає стратегію розвитку, цілі та завдання служби, здійснює нагляд за виконанням планів і приймає основні управлінські рішення. Його функції включають координацію роботи всіх підрозділів, взаємодію з державними органами та місцевою адміністрацією, а також контроль за фінансовою діяльністю служби.

Заступник начальника можуть бути кілька в залежності від обсягу роботи та специфіки діяльності. Зазвичай заступники відповідають за різні напрямки, такі як технічна експлуатація, екологія, фінанси, планування та облік.

Адміністративний відділ займається координацією роботи підрозділів, оформленням необхідної документації, веденням обліку та контрольованих показників. Вони взаємодіють із зовнішніми організаціями і відповідають за документообіг служби.

Юридичний відділ забезпечує правову підтримку роботи служби, складає договори, перевіряє відповідність дій нормативним актам, здійснює контроль за дотриманням правових вимог в процесі експлуатації зрошувальних мереж.

Технічний відділ (інженери з водокористування і зрошення). Основним завданням цього підрозділу є управління водними потоками, контроль за рівнем води в каналах і ставках, а також забезпечення рівномірного розподілу води для поливу.

Інженери-гідротехніки відповідають за обслуговування та налаштування технічних засобів зрошення, таких як насосні станції, трубопроводи, водозабірні споруди тощо.

Монтажники та техніки займаються встановленням, ремонтом та налаштуванням технічного обладнання для зрошувальних систем, перевіряють стан насосних станцій та іншого обладнання.

Відділ водокористування здійснює облік обсягів води, що використовуються для зрошення, веде реєстрацію водокористування, аналізує споживання водних ресурсів, складає звіти.

Економісти та бухгалтери відповідають за фінансову сторону діяльності служби, розробку бюджету, аналіз витрат на експлуатацію зрошувальної системи та контроль за ефективністю використання ресурсів.

Механічний відділ організовує і контролює технічне обслуговування насосних станцій, трубопроводів і іншого обладнання.

Механіки та техніки забезпечують належну роботу та ремонт техніки, що використовуються для зрошення. Це можуть бути як великі насосні агрегати, так і менш складне обладнання.

Екологічний відділ здійснює моніторинг за станом навколишнього середовища, вивчає вплив зрошувальних систем на екологічний баланс, розробляє заходи щодо збереження водних ресурсів та боротьби із забрудненням води.

Лабораторія та моніторинг якості води здійснює регулярний контроль якості води, що надходить на зрошення, визначають наявність хімічних і біологічних забруднень, пестицидів і важких металів.

Основні функції служби експлуатації зрошувальної системи зводяться до наведених нижче основних напрямків.

Планування і проектування. Служба експлуатації зрошувальних систем займається плануванням усіх необхідних робіт, включаючи проектування нових та реконструкцію старих зрошувальних систем. Це включає також розробку планів на проведення ремонту і модернізації насосних станцій, водоводів та інших елементів інфраструктури.

Оперативне управління водними ресурсами. Одним з основних завдань служби є своєчасне постачання води в зрошувальні системи відповідно до потреб сільськогосподарських культур, враховуючи природні умови (дощі, температури, рівень води в річках та інших водосховищах).

Моніторинг і контроль за станом зрошувальних систем. Це включає моніторинг водного балансу, рівня води в каналах, технічного стану насосних станцій і трубопроводів, а також контроль за станом якості води в зрошувальних мережах.

Технічне обслуговування та ремонт. Регулярне обслуговування зрошувальних мереж, насосних станцій і іншого обладнання є обов'язковим для підтримання їх працездатності. Важливе значення мають також планові ремонти, що дозволяють уникнути аварійних ситуацій.

Управління екологічними аспектами зрошення. Один з важливих напрямків роботи – збереження водних ресурсів, боротьба із забрудненням води пестицидами та іншими шкідливими речовинами, а також охорона навколишнього середовища від негативних наслідків використання зрошувальних систем.

Отже, служба експлуатації зрошувальних систем є важливим елементом для забезпечення стабільного функціонування водозабірних та зрошувальних мереж, а також для забезпечення сільськогосподарських угідь необхідною кількістю води. Її діяльність охоплює різноманітні аспекти, від технічного обслуговування обладнання до екологічного контролю та управління водними ресурсами. Від ефективності роботи цієї служби залежить не лише урожайність сільськогосподарських культур, але й збереження водних ресурсів та екологічна стабільність регіону.

Експлуатаційна ділянка зрошувальної системи є ключовою ланкою у забезпеченні ефективної роботи зрошувальних мереж, а також підтримці стабільного водопостачання для сільськогосподарських потреб. Структура управління експлуатаційною ділянкою забезпечує належне обслуговування, підтримку, контроль і регулювання роботи усіх елементів зрошувальної системи.

Залежно від масштабу зрошувальної системи та специфіки роботи, структура управління може варіюватися, але зазвичай вона включає кілька основних ланок, кожна з яких має чітко визначену роль у забезпеченні функціонування системи. Структура управління експлуатаційною ділянкою наведена на рис. 1.4.

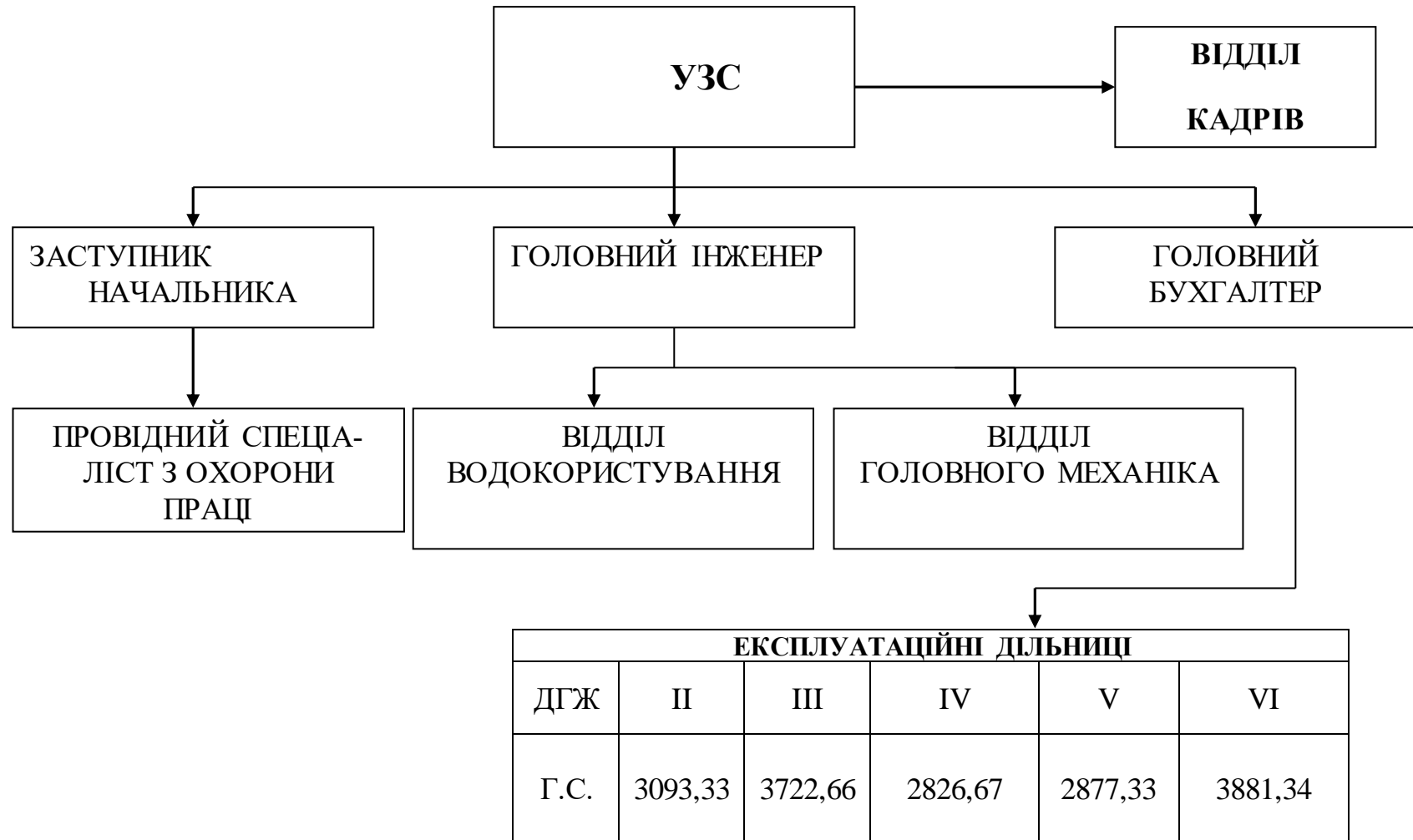


Рисунок 1.3 - Структура служби експлуатації зрошувальної системи

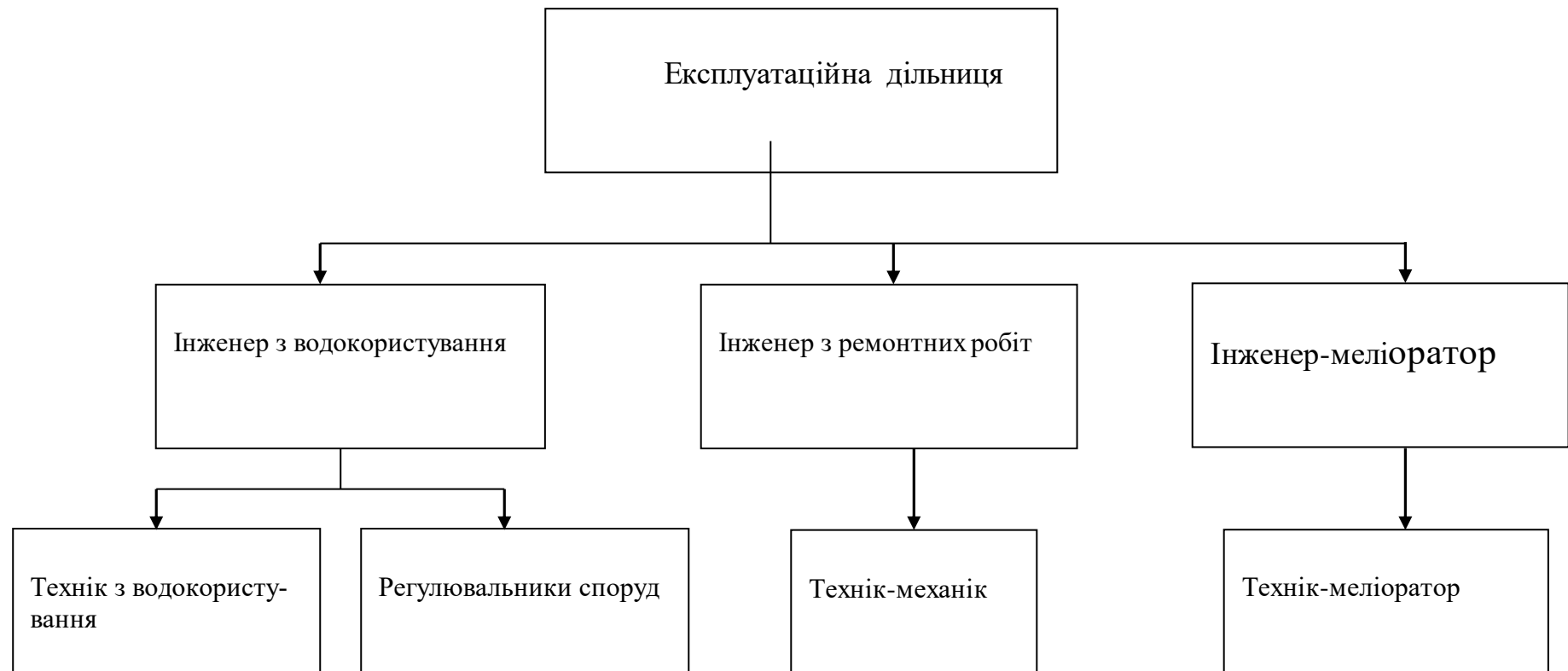


Рисунок 1.4 – Структура управління експлуатаційною дільницею

1.8 Загальна характеристика зрошувальної системи

Територія зрошувальної системи розташована на слабо хвилястій лісовій рівнині з розвиненим яружно-балочним рельєфом. Тобто територія характеризується помірними висотними коливаннями, на яких можуть утворюватися яри та балки, що потребує спеціальних заходів для запобігання ерозії та підтоплення.

Висота над рівнем моря варіюється від 90 до 160 м, що створює певні технічні виклики при експлуатації зрошувальної системи [4].

Ґрунти в межах цієї зрошувальної системи представлені чорноземами незасоленими та слабкосолонцюватими, що є оптимальними для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Потужність ґрунтового шару становить від 0,6 до 1,0 м. Ці ґрунти мають високу родючість, що є важливим фактором для забезпечення високих урожаїв.

Ґрунтові води залягають на глибині 5 м на 90% території системи, що є стандартним рівнем для подібних територій. Однак на окремих ділянках, де рівень ґрунтових вод може бути до 3 м, це створює передумови для підтоплення, особливо під час сезонних дощів або при надмірному зрошенні, тому важливо правильно регулювати водний режим [10].

Джерелом водопостачання є Дніпровське водосховище, яке є великим водним ресурсом і забезпечує стабільне надходження води до зрошувальної системи. Вода з водосховища подається до головної насосної станції, де вона спрямовується в магістральний канал (МК-1) довжиною 9,1 км. Це основний водозабір для зрошувальної системи.

Подальший розподіл води здійснюється через магістральні канали та трубопроводи. Загальна довжина магістральних каналів складає 14,7 км. Вода в межах зрошувальної системи подається за допомогою кількох насосних станцій (станції 2, 3, 4, 5-го підйому), що дозволяє здійснювати ефективне розподілення води навіть на ділянках з різними рівнями висоти. Схема зрошувальної системи наведена на рисунку 1.5.

Для зменшення втрат води через фільтрацію та випаровування використовуються сталеві та залізобетонні трубопроводи. Діаметр сталевих труб складає 1400 мм, а загальна довжина трубопроводів – 2,1 км, що забезпечує необхідний рівень водопостачання для ефективного зрошення.

З метою забезпечення доброго екологічного стану на зрошуваних землях, а також для запобігання підтопленню і засолення ґрунтів на території зрошувальної системи, влаштовано дренажну систему. Загальна площа дренажу складає понад 7,3 тис. га, з яких 5754 га займають зрошувані землі, а 587 га дренаж використовуються для захисту населених пунктів від підтоплення.

Дренажна система відводить надлишкові води з ґрунтів, що допомагає підтримувати оптимальний рівень вологості для сільськогосподарських культур і запобігає ерозії ґрунтів. Крім того, на зрошуваних землях проводяться протиерозійні заходи, такі як укріплення схилів та збереження природної рослинності на берегах каналів.

Основний метод зрошення на цих землях здійснюється за допомогою дощувальних машин, що дозволяють рівномірно розподіляти воду по всій площі зрошуваних земель. Це забезпечує ефективне зрошення навіть у найсухіші періоди, що критично важливо для вирощування таких культур, як зернові, овочеві, кормові та баштанні культури.

Для збереження земель від підтоплення та ерозії в межах системи здійснено ряд захисних заходів. Зокрема, проведено протифільтраційне та протиерозійне облицювання міжгосподарських каналів, що дозволяє знизити ризик забруднення води та втрат водних ресурсів. Крім того, була споруджена закрыта внутрішньогосподарська мережа для зрошення, що знижує втрати води та забезпечує більш точний контроль за її витратами.

Для додаткового захисту земель і водних ресурсів на зрошуваних територіях також насаджені лісосмуги, які не тільки захищають від вітрової ерозії, але й сприяють покращенню мікроклімату на території.

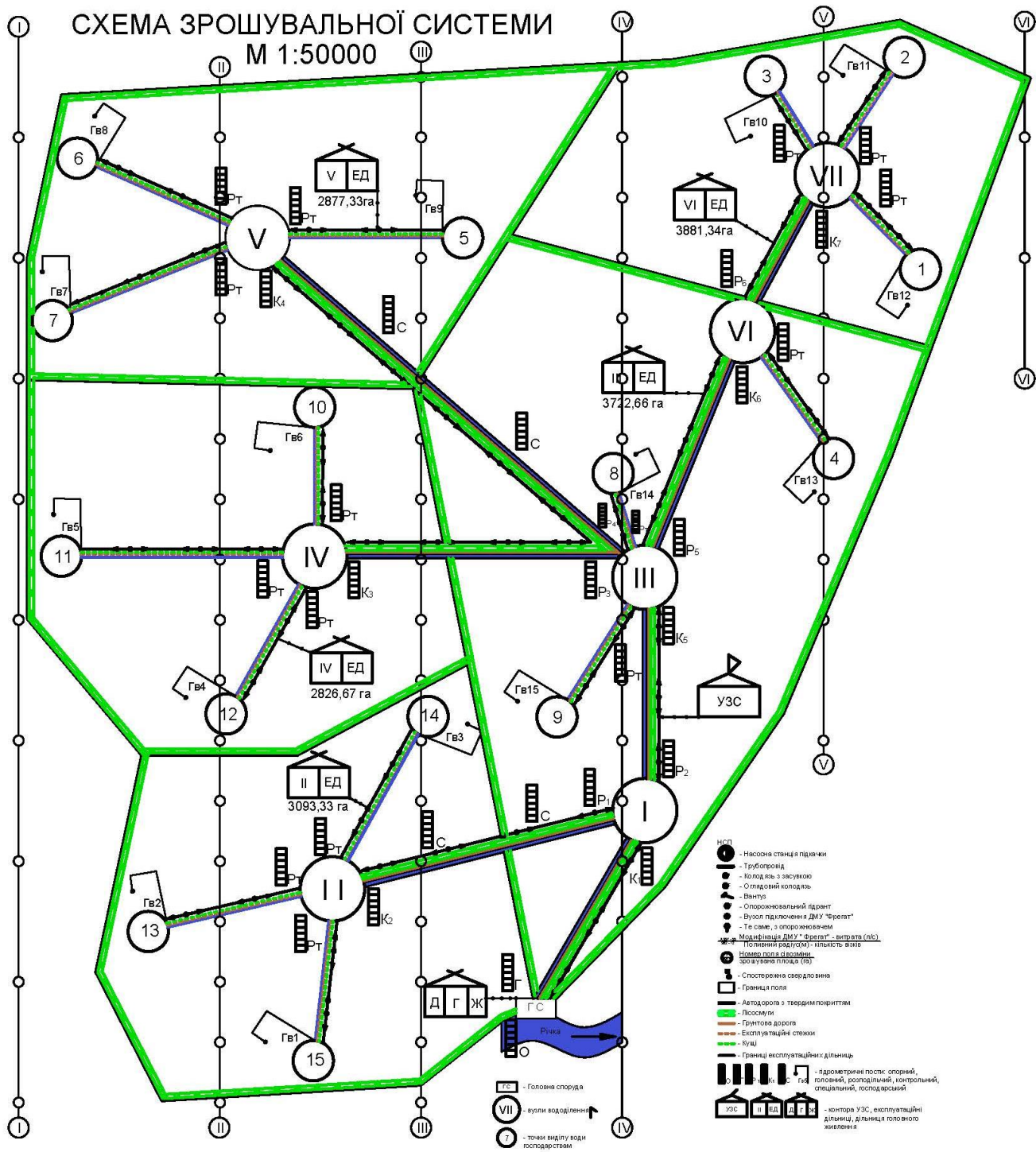


Рисунок 1.5 – Схема зрошувальної системи

1.9 Характеристика системи зрошення базового господарства

В якості базового господарства прийнято ТОВ «Родіна». Тут влаштована внутрішньогосподарська зрошувальна мережа, призначена для поливу широкозахватними дощувальними машинами "Фрегат", виконана у вигляді закритих трубопроводів діаметром від 250 до 700 мм. Система включає головний, розподільчі трубопроводи різних порядків та польові трубопроводи, які забезпечують подачу води до дощувальних машин (рис.1.6).

Вода транспортується від насосної станції, що розташована на водосховищі р. Середня Терса, через розподільчі трубопроводи до польових. Для стабільної роботи системи передбачено: гідранти; вантузи; випуски для спорожнення трубопроводу від води; оглядові колодязі; свердловини вертикального дренажу.

Ця закрита зрошувальна система забезпечує ефективний розподіл води на ділянці зрошення, сприяючи раціональному використанню водних ресурсів та підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Підприємство «Родіна» засноване у 2017 р. і займається вирощуванням зернових та олійних культур. Основні культури: пшениця, кукурудза і ячмінь ярий та озимий. У підприємства є млин, крупорухка та олійниця. Господарство має 971 голову ВРХ порід «Голштин» і «Чорно-строката». Тому питання кормової бази є надзвичайно актуальним і обумовлює використання зрошуваних земель.

В господарстві реалізується семипільна кормова сівозміна на площі 326 га (табл.1.6)

Таблиця 1.6 – Структура зрошуваних посівних площ

| № поля | Зрошувана площа | Сільськогосподарська культура |
|--------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | 50,8 | Буряк цукровий |
| 2 | 65,5 | Люцерна 2-го року |
| 3 | 50,5 | Люцерна 3-го року |
| 4 | 40,3 | Озима пшениця + кукурудза на зел/корм |
| 5 | 33,5 | Буряк цукровий |
| 6 | 39,5 | Капуста рання |
| 7 | 45,9 | Озима пшениця + кукурудза на зел/корм |
| Всього | 326 | |

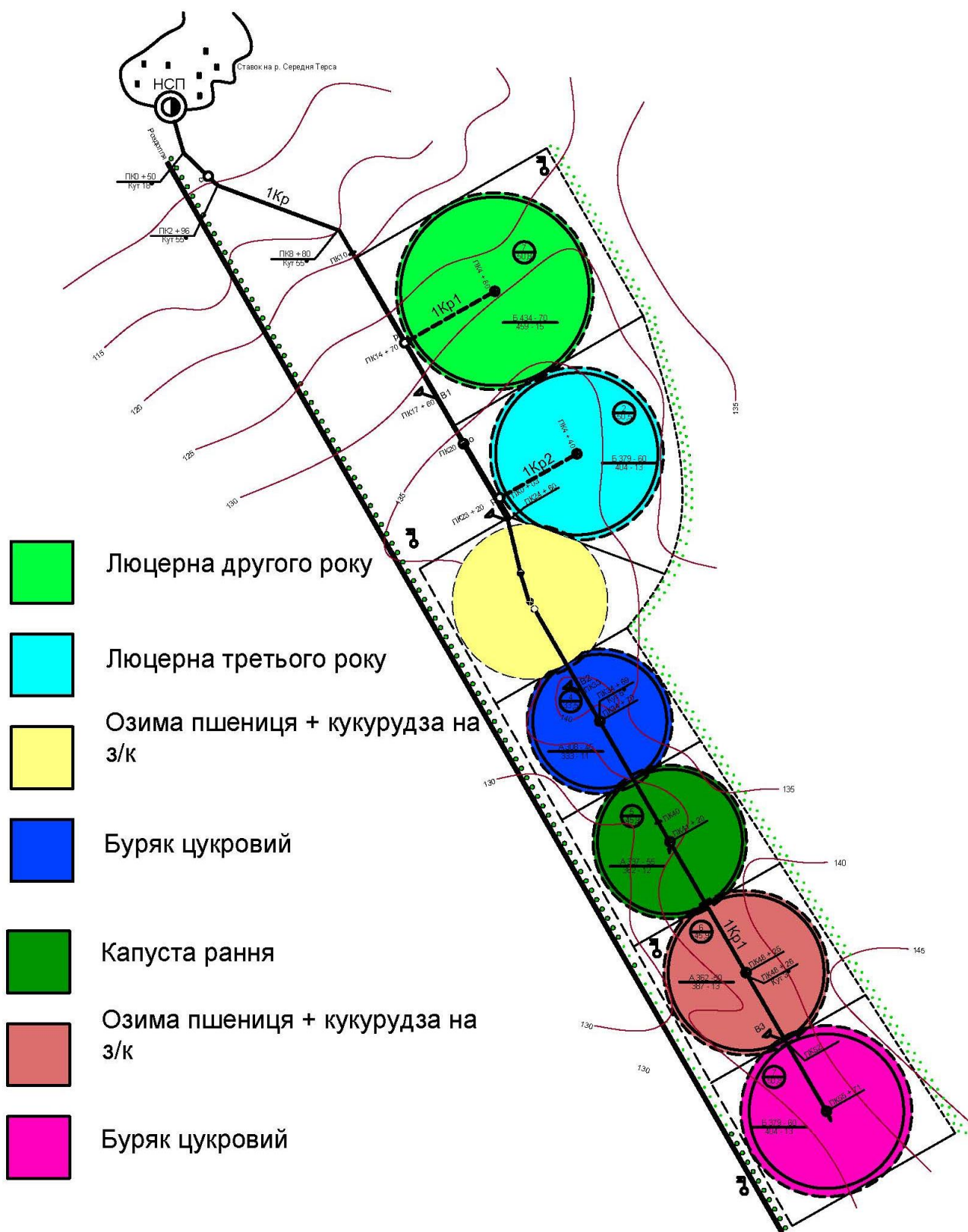


Рисунок 1.6 – План ділянки зрошення у базовому господарстві

2. СКЛАДАННЯ СИСТЕМНОГО ПЛАНУ ВОДОЗАБОРУ І ВОДРОЗПОДІЛУ

2.1 Загальні положення

Водокористування на зрошувальних системах, відповідно до Водного кодексу України, є спеціальним і має здійснюватися на основі внутрішніх і загальних планів водокористування. Це забезпечує ефективне використання водних ресурсів та оптимізацію функціонування зрошувальних систем, які є критично важливими для аграрного сектору України.

План водокористування є одним із ключових документів, який визначає взаємодію водогосподарських експлуатаційних організацій із іншими підприємствами, що є власниками зрошувальних земель. Цей документ слугує основою для регулювання відносин між учасниками водогосподарської діяльності, забезпечуючи чіткий розподіл відповідальності, ресурсів та завдань.

Загальносистемний план водокористування складається на календарний рік, із можливістю оперативного коригування залежно від природних умов, таких як зміни клімату, опади чи температурний режим. Цей підхід дає змогу адаптуватися до змін у водному балансі та мінімізувати ризики дефіциту води. План є основою функціонування всієї зрошувальної системи і виступає ключовим документом у діяльності водогосподарської організації.

Розробка плану водокористування включає такі етапи [13,14,15]:

1. Установлення лімітів подачі води. Ліміти встановлюються на основі прогнозів потреб водокористувачів, обсягів доступних водних ресурсів і технічних можливостей зрошувальної системи. Це дозволяє уникнути перевитрат води та забезпечити її рівномірний розподіл.

2. Перевірка внутрішньогосподарських планів. Внутрішньогосподарські плани водокористування розробляються окремими господарствами на основі їхніх

потреб та можливостей. Вони перевіряються на відповідність загальносистемному плану, щоб уникнути конфліктів чи перевищення затверджених лімітів.

3. Складання плану забору води з джерела зрошення. План забору води враховує обсяги води, які можуть бути забрані із джерел (річок, водосховищ, тощо) без шкоди для довкілля та інших водокористувачів. Важливу роль відіграє дотримання екологічних нормативів.

4. Складання плану розподілу води між ділянками системи. Цей етап включає детальне визначення маршрутів і обсягів подачі води до кожної ділянки системи, а також до точок водовиділу господарствам. Зазначені обсяги відображаються у диспетчерському графіку, що дозволяє координувати процеси в реальному часі.

5. Розробка лінійної схеми зрошувальної системи. Лінійна схема є важливим інструментом для візуалізації та аналізу. На ній усі канали системи відображаються у вигляді прямолінійних відрізків із зазначенням відстаней між вузлами. Це допомагає ефективно планувати роботи з обслуговування та модернізації системи. Лінійна схема наведена на рис.2.1.

Природні умови, такі як кількість опадів, температура та випаровування, мають суттєвий вплив на потреби у воді. Для мінімізації ризиків, пов'язаних із змінами клімату, у планах водокористування передбачаються резерви води та заходи з підвищення ефективності її використання. Наприклад, установлення сучасних систем автоматичного контролю та управління подачею води; використання технологій краплинного зрошення, які значно знижують втрати води; застосування практик оптимізації сівозміни та агротехнічних заходів, спрямованих на зменшення потреби в зрошенні.

Одним із важливих аспектів водокористування є забезпечення екологічної рівноваги. Недотримання норм водозабору може призвести до деградації водних екосистем, зниження рівня ґрунтових вод та інших негативних наслідків. Тому під час розробки планів водокористування враховуються такі фактори: наявність сані-

тарно-екологічного стоку в річках; необхідність збереження біорізноманіття у водних об'єктах; дотримання вимог щодо якості води для різних категорій споживачів [16].

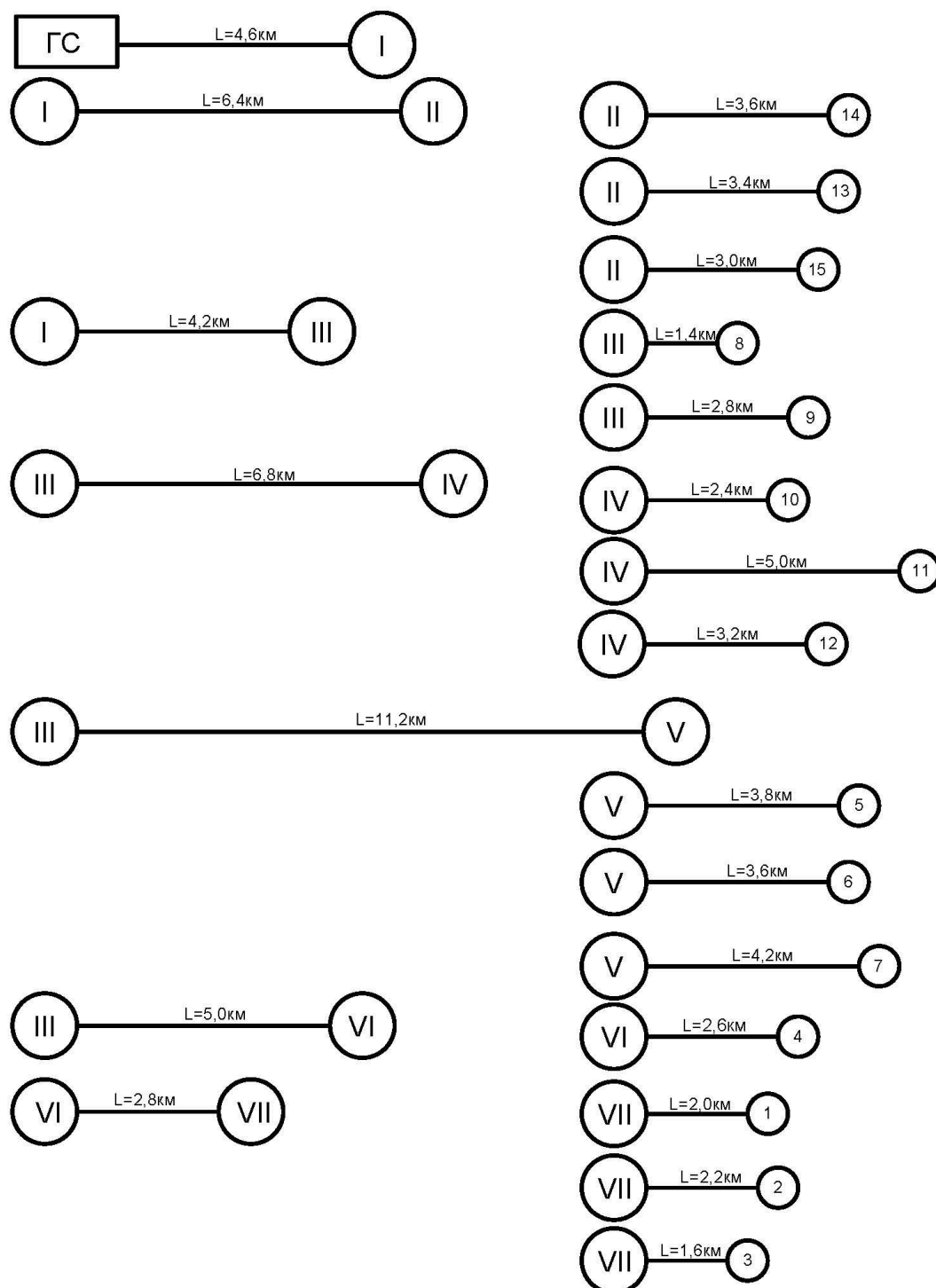


Рисунок 2.1- Лінійна схема зрошувальної мережі

Ефективне водокористування потребує чіткої взаємодії між різними зацікавленими сторонами, такими як: водогосподарські організації, які здійснюють експлуатацію зрошувальних систем; аграрні підприємства, що є основними водокористувачами; органи місцевого самоврядування, які координують планування на рівні територіальних громад.

Для забезпечення такої взаємодії використовуються сучасні інформаційні системи, що дозволяють збирати, аналізувати та обмінюватися даними про водокористування в режимі реального часу.

Незважаючи на всі переваги планового підходу, існують виклики, які потребують вирішення. Серед них:

1. Дефіцит інвестицій у модернізацію інфраструктури. Абсолютна більшість зрошувальних систем мають застаріле обладнання, що знижує їх ефективність. Крім цього системи знаходяться у власності держави, що значно обмежує можливість їх модернізації через нестачу коштів, особливо під час війни.

2. Змінні кліматичні умови. Збільшення частоти посух та нерівномірний розподіл опадів створюють додаткові труднощі у забезпеченні водних ресурсів.

3. Складність координації між учасниками. Відсутність чіткої системи комунікації призводить до конфліктів і неефективного використання ресурсів.

Отже, розробка та впровадження планів водокористування є важливим елементом забезпечення ефективного функціонування зрошувальних систем в Україні. Вони дозволяють оптимізувати використання водних ресурсів, забезпечити стабільне сільськогосподарське виробництво та зберегти природні екосистеми. Успішна реалізація цих планів потребує комплексного підходу, що враховує як технічні, так і екологічні аспекти, а також активну співпрацю між усіма зацікавленими сторонами.

2.2 Визначення водоносності джерела зрошення на проектний рік

Водоносність джерела зрошення на розрахунковий рік визначається шляхом прогнозування на основі даних спостережень метеорологічних станцій і водомірних постів, розташованих у басейні річки.

Оскільки системні плани водорозподілу складаються на початку року, розрахунок водоносності джерела зрошення здійснюється на основі гідрологічного року. Це дозволяє отримати фактичні дані про витрати, температуру та опади в басейні джерела зрошення за кілька місяців оперативного року [17].

На основі наявних даних про витрати джерела зрошення за попередні роки (додаток 4) визначають роки з різною водоносністю: понад середню – 25%, середню – 50%, та нижчу за середню – 75%.

Для вибору розрахункового року середньо вегетаційні витрати річки (витрати за квітень – вересень) розташовують у порядку зменшення (таблиця 2.1).

Порядковий номер року розрахункової забезпеченості у зменшуваному ряді визначається за формулою:

$$m = \frac{P(n+1)}{100}, \quad (2.1)$$

де P – процент забезпеченості; n – кількість членів ряду; m – порядковий номер року розрахункової забезпеченості.

Для року 25% забезпеченості

$$m_{25\%} = (25 \cdot (17+1))/100 = 4,5 \approx 4.$$

Для року 50% забезпеченості

$$m_{50\%} = (50 \cdot (17+1))/100 = 9.$$

Для року 75% забезпеченості

$$m_{75\%} = (75 \cdot (17+1))/100 = 13,5 \approx 14.$$

Таблиця 2.1 - Витрати річки в порядку зменшення

| Ряд | Роки спостережень | Витрати річки, м ³ /с |
|-----|-------------------|----------------------------------|
| 1 | 1993-94 | 157,3 |
| 2 | 1990-91 | 154,8 |
| 3 | 1992-93 | 150,6 |
| 4 | 1991-92 | 149,7 P = 25% |
| 5 | 1889-90 | 146,3 |
| 6 | 1985-86 | 144,2 |
| 7 | 1988-89 | 140,3 |
| 8 | 1986-87 | 125,9 |
| 9 | 1994-95 | 121,6 P = 50% |
| 10 | 1987-88 | 119,4 |
| 11 | 1995-96 | 114,7 |
| 12 | 1997-98 | 109,3 |
| 13 | 1996-97 | 99,8 |
| 14 | 1998-99 | 95,1 P = 75% |
| 15 | 2001-02 | 91,8 |
| 16 | 1999-00 | 90,3 |
| 17 | 2000-01 | 89,3 |

Згідно середньомісячних витрат, визначаються реальні роки, які відповідають 50%, 75% та 25% рівню забезпеченості. Витрати цих трьох років порівнюють із витратами та опадами в оперативному році за той же період (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Вибір розрахункового року

| Місяць | Поточний рік оперативний | | Вищесередній рік P=25% 1991-92 р. | | Середній рік P=50% 1994-95 р. | | Нижчесередній рік P=75% 1998-99 р. | |
|--------|---------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| | Витрата м ³ /с | Опади мм | Витрата м ³ /с | Опади мм | Витрата м ³ /с | Опади мм | Витрата м ³ /с | Опади мм |
| 10 | 39,2 | 24,1 | 26,7 | 24,3 | 34,4 | 42,3 | 61,3 | 8,1 |
| 11 | 56,6 | 30,7 | 33,4 | 5,0 | 29,7 | 67,1 | 59,6 | 61,2 |
| 12 | 102,4 | 48,5 | 61,4 | 97,6 | 46,7 | 90,0 | 40,3 | 25,0 |
| 01 | 135,2 | 50,0 | 80,3 | 62,0 | 50,3 | 67,4 | 39,9 | 87,9 |
| Всього | 333,4 | 153,3 | 201,8 | 188,9 | 161,1 | 266,8 | 201,1 | 182,2 |

Під час порівняння даних про витрати та опади обирається рік, який найближче відповідає оперативному. Порівняння здійснюється за методом найменших квадратів.

$$((Q_{п.р.} - Q_i)^2 + (h_{п.р.} - h_i)^2) \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

де $Q_{п.р.}$, $h_{п.р.}$ – суми витрат і опадів за 10 – 01 місяці оперативного року;
 Q_i , h_i – витрати і опади за ті ж самі місяці для років різної водоносності.

Для року 25% забезпеченості

$$((333,4-201,8)^2+(153,3-188,9)^2) \rightarrow 16051,2.$$

Для року 50% забезпеченості

$$((333,4-161,1)^2+(153,3-266,8)^2) \rightarrow 16805,04.$$

Для року 75% забезпеченості

$$((333,4-201,1)^2+(153,3-182,2)^2) \rightarrow 16668,08.$$

Таким чином, при порівнянні даних про сумарні витрати та опади найбільш відповідним за порівняльними характеристиками до розрахункового року є рік з 25% забезпеченістю (1991-92 роки).

Після встановлення режиму джерела зрошення в поточному році дані про витрати, опади та температуру фіксуються в таблиці 2.3, яка є основою для всіх розрахунків при розробці системного плану водорозподілу.

Таблиця 2.3 - Відомість про витрати, опади та температуру поточного року

| Показник | Місяць | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 11 | 12 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| Витрата річки, м ³ /с | 39,2 | 36,6 | 102,4 | 135,2 | 115,8 | 134,4 | 147,6 | 159,4 | 161,3 | 178,3 | 135,8 | 115,6 |
| Опади, мм | 24,1 | 30,7 | 48,5 | 50,0 | 39,1 | 51,2 | 72,3 | 8,1 | 6,9 | 86,0 | 61,0 | 25,9 |
| Температура, °С | 7,7 | 2,0 | 1,7 | -0,2 | -4,0 | 2,8 | 8,1 | 20,1 | 22,6 | 19,0 | 19,9 | 17,8 |

2.3 План забору води в систему

План водозабору для системи складається на основі плану внутрішньогосподарського водокористування базового господарства. Враховуючи складений графік поливів та водогосподарські розрахунки базового господарства (табл.2.4), укладаємо календарний план водокористування на розрахунковий рік ТОВ «Родіна» для визначення водокористування в економічних точках розподілу системи (табл. 2.5). Розрахунки виконуються в наступному порядку.

Середньо декадну витрату води в точках виділу (нетто) визначають по формулі

$$Q_{\text{сн. д.}} = W / (1000 \cdot 86,4 \cdot t) , \quad (2.3)$$

де W - об'єм води, м^3 ; t – кількість днів у декаді.

Середньомісячну витрату води в точках виділу (нетто) визначають по формулі

$$Q_{\text{серн. м.}} = \sum Q_{\text{с. нд.}} / n; \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{серн. м}} = \sum W_{\text{м}} / (1000 \cdot 86,4 \cdot N), \quad (2.5)$$

де $\sum Q_{\text{с. д}}$ – сума середньодекадних витрат води в точках виділу за місяць $\text{м}^3/\text{с}$; n – кількість декад за розрахунковий період; $\sum W_{\text{м}}$ – місячна водоподача, м^3 ; N – кількість днів розрахункового періоду.

Середньомісячну витрату води в точках виділу з урахуванням втрат (брутто), $\text{м}^3/\text{с}$ визначають по формулі

$$Q_{\text{сер. бм}} = Q_{\text{с. нм}} / \eta_{\text{в. г. м.}}, \quad (2.6)$$

де $\eta_{\text{в.г.м}}$ – ККД закритої зрошувальної мережі.

Питому витрату в точках виділу (нетто), $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{га}$ визначають по формулі

Таблиця 2.4 – Календарний графік поливів у базовому господарстві

| Сільськогосподарська культура | Площа поля, га | Одиниці вимірювання | Поливна норма, м³/га | | | | | | | | | | | | | | | | | | Перевірка |
|----------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------|------|-------------|-------|-------|---------|--------|-------|--------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | | | квітень | | | травень | | | червень | | | липень | | | серпень | | | вересень | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | |
| Люцерна другого року | 65,5 | га м³/га м³ | | | | | 56,1 | 9,4 | 56,1 | 74,9 | | 74,9 | 56,1 | | 65,5 | | 65,5 | 28,1 | 37,4 | | 314400 |
| Люцерна третього року | 50,5 | га м³/га м³ | | | | | 43,3 | 7,2 | 43,3 | 57,7 | | 57,7 | 43,3 | | 50,5 | | 50,5 | 21,6 | 28,9 | | 242400 |
| Озима пшениця + кукурудза на з/к | 40,3 | га м³/га м³ | 30,2 400 | 10,1 | | 70,5 400 | 10,1 | 20,2 | 20,1 | | | | 40,3 400 | | 10,1 400 | 30,2 400 | 20,2 600 | 20,1 600 | | 40,3 400 | 137020 |
| Буряк цукровий | 33,5 | га м³/га м³ | | | | | | 33,5 | | 33,5 | | 33,5 | | 83,8 | 16,7 | | 16,8 | 16,7 | 33,5 | | 103850 |
| Капуста рання | 39,5 | га м³/га м³ | | | 19,8 | 59,2 | 39,5 | 39,5 | 79,0 | 19,8 | 39,5 | 19,7 | | | | | | | | | 79000 |
| Озима пшениця + кукурудза на з/к | 45,9 | га м³/га м³ | 18,4 400 | 27,5 400 | | 82,6 400 | 9,2 | 45,9 | | | | | 45,9 400 | | 18,4 400 | 27,5 400 | 45,9 600 | 45,9 400 | 45,9 400 | | 174420 |
| Буряк цукровий | 50,8 | га м³/га м³ | | | | 16,9 | 33,9 | 12,7 | 38,1 | | 50,8 | 50,8 | 50,8 | 50,8 | 50,8 | | 25,4 | 63,5 | 12,7 | | 157480 |
| Всього | | | 19440 | 15040 | 2970 | 70120 | 80330 | 64520 | 92510 | 116120 | 15800 | 121160 | 114440 | 53840 | 108000 | 23080 | 126140 | 92320 | 76580 | 16120 | 1208570 1208570 |

Таблиця 2.5 - Календарний план водокористування та витрати води в господарських точках водовиділу

| Показник | квітень | | | травень | | | червень | | | липень | | | серпень | | | вересень | | |
|--|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|---------|----------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Фізична площа | 48,6 | 37,6 | 19,8 | 19,7 | 116,3 | 84 | | | | | | | | | | | | |
| Зростаючим підсумком | 48,6 | 86,2 | 106 | 125,7 | 242 | 326 | | | | | | | | | | | | |
| Гекторополиви | 48,6 | 37,6 | 19,8 | 212,3 | 175,1 | 189,6 | 211,2 | 224 | 39,5 | 236,6 | 236,4 | 134,6 | 212,0 | 57,7 | 224,3 | 195,9 | 158,5 | 40,3 |
| зростаючим підсумком | 48,6 | 86,2 | 106 | 318,3 | 493,4 | 683 | 894,2 | 1118,2 | 1157,7 | 1394,3 | 1630,7 | 1765,3 | 1977,3 | 2035 | 2259,3 | 2455,2 | 2613,7 | 2654 |
| Водоподача | 19,44 | 15,04 | 2,97 | 70,12 | 80,33 | 64,52 | 92,51 | 116,12 | 15,8 | 121,16 | 114,44 | 53,84 | 108 | 23,08 | 126,14 | 92,32 | 76,62 | 16,12 |
| Зростаючим підсумком | 19,44 | 34,48 | 37,45 | 107,57 | 187,9 | 252,42 | 344,93 | 461,05 | 476,85 | 598,01 | 712,45 | 766,29 | 874,29 | 897,37 | 1023,51 | 1115,83 | 1192,45 | 1208,57 |
| Середня декадна в точці виділу нетто | 0,0225 | 0,0174 | 0,0034 | 0,0812 | 0,0930 | 0,0679 | 0,1071 | 0,1344 | 0,0183 | 0,1402 | 0,1325 | 0,0566 | 0,1250 | 0,0267 | 0,1327 | 0,1069 | 0,0887 | 0,0187 |
| Середньомісячні нетто | 0,0144 | | | 0,0803 | | | 0,0866 | | | 0,1081 | | | 0,0960 | | | 0,0714 | | |
| Середньомісячні брутто | 0,0147 | | | 0,0819 | | | 0,0884 | | | 0,1103 | | | 0,0980 | | | 0,0729 | | |
| Питома нетто | 0,000044 | | | 0,000246 | | | 0,000266 | | | 0,000331 | | | 0,000295 | | | 0,000219 | | |
| Питома брутто | 0,000045 | | | 0,000251 | | | 0,000271 | | | 0,000338 | | | 0,000301 | | | 0,000223 | | |
| 12301 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Витрата в господарських точках виділу системи нетто | 0,5452 | | | 3,0285 | | | 3,2671 | | | 4,0776 | | | 3,6237 | | | 2,6940 | | |
| Витрата в господарських точках виділу системи брутто | 0,5563 | | | 3,0903 | | | 3,3338 | | | 4,1608 | | | 3,6977 | | | 2,7490 | | |

$$q_n = Q_{с.нм}/F_n, \quad (2.7)$$

де F_n – площа зрошення (нетто) базового господарства, га.

Питому витрату в точках виділу (брутто), $m^3/c \cdot га$ визначають по формулі

$$q_b = Q_{с.бм}/F_n. \quad (2.8)$$

Витрату в господарських точках виділу системи (нетто), m^3/c визначають по формулі

$$Q_{тн.в} = q_n \cdot F_c. \quad (2.9)$$

Витрату в господарських точках виділу системи (нетто), m^3/c визначають по формулі

$$Q_{т.бв} = q_b \cdot F_c, \quad (2.10)$$

де F_c – площа зрошення системи (нетто), га.

2.4 Розрахунок витрат брутто, що забирають із джерела зрошення

Витрата брутто, яку потрібно забирати з джерела зрошення, формується з витрат, що подаються до господарських точок виділу, з урахуванням втрат у міжгосподарській мережі каналів [17].

Витрату в голові господарського водовиділу визначаємо на основі максимальних і мінімальних значень питомих витрат у голові господарських водовиділів (табл. 2.5) та фіксуємо в таблиці 2.6.

При визначенні втрат води в міжгосподарських каналах ми керуємося лінійною схемою зрошувальної системи (рис. 2.1). Витрати води в міжгосподарській мережі розраховуються за формулою:

$$S_{мгм} = S_{пит} \cdot l, \quad (2.11)$$

де $S_{\text{вт}} -$ втрати води на 1 км довжини каналу, $\text{м}^3/\text{с}$; $l -$ довжина каналу, км.

Таблиця 2.6 - Визначення витрат води, що подають в точки водовиділу
(господарства)

| Найменування господарства | Зрошувальна площа (нетто), га | Витрата води в точках водовиділу при максимальних і мінімальних питомих витратах | |
|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| | | $q_{\min}=0,000045 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{га}$ | $q_{\max}= 0,000338 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{га}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1135 | 0,0511 | 0,3836 |
| 2 | 326 | 0,0147 | 0,1102 |
| 3 | 1450 | 0,0653 | 0,4901 |
| 4 | 1240 | 0,0558 | 0,4191 |
| 5 | 790 | 0,0356 | 0,2670 |
| 6 | 670 | 0,0302 | 0,2265 |
| 7 | 698 | 0,0314 | 0,2359 |
| 8 | 754 | 0,0339 | 0,2549 |
| 9 | 798 | 0,0359 | 0,2697 |
| 10 | 824 | 0,0371 | 0,2785 |
| 11 | 598 | 0,0269 | 0,2021 |
| 12 | 698 | 0,0314 | 0,2359 |
| 13 | 492 | 0,0221 | 0,1663 |
| 14 | 790 | 0,0356 | 0,2670 |
| 15 | 1038 | 0,0467 | 0,3508 |
| Всього | 12301 | 0,5535 | 4,1577 |

Розрахунок втрат проводиться від найвіддаленіших вузлів і точок виділу господарств. Для системи № 2 підрахунок втрат розпочинається з вузла VII і точки 1.

Значення втрат на 1 км довжини ($S_{\text{вт}}$) в залежності від витрати води та водопроникності ґрунтів визначається за формулою Костякова [15].

Відомості про розрахунок втрат води в системі при максимальних і мінімальних витратах представлені на схемах рис. 2.2 та рис. 2.3.

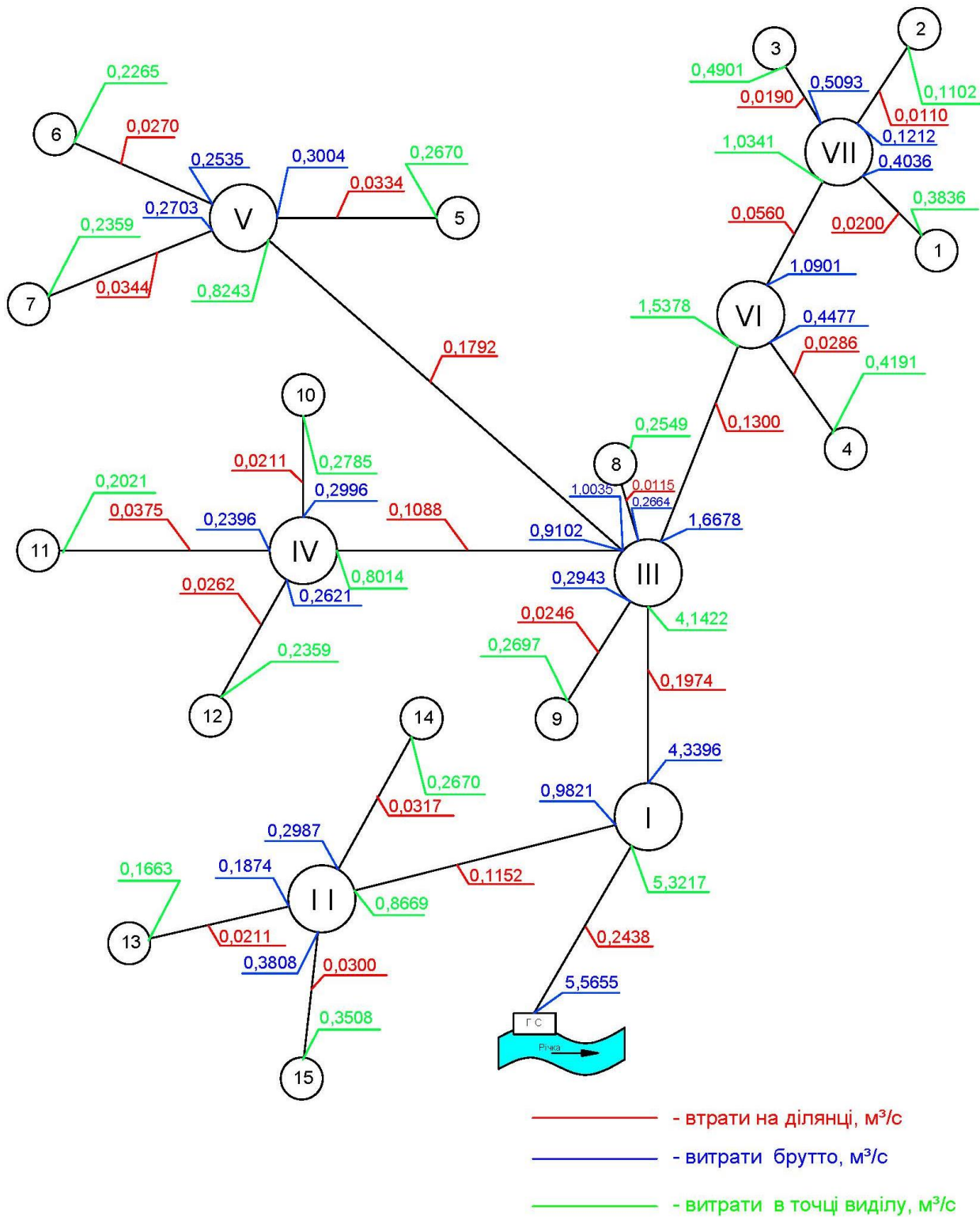


Рисунок 2.2. - Схема розподілу витрат води по системі при максимальній витраті в точках виділу

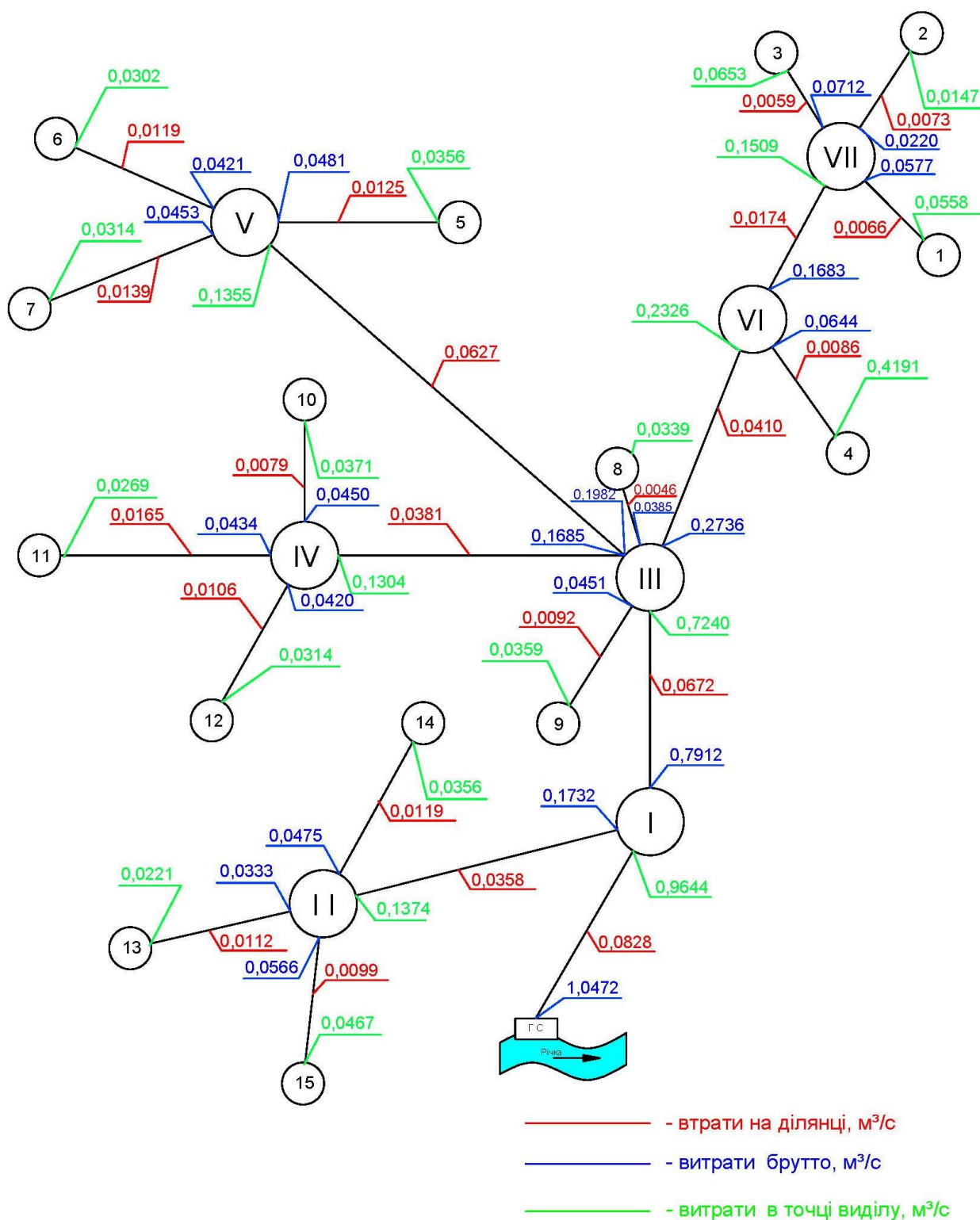


Рисунок 2.3 – Схема розподілу витрат води по системі при мінімальній витраті в точках виділу

Для зменшення трудомісткості розрахунків витрати системи бруто при інших значеннях витрат точки виділу системи рекомендується використати графічний спосіб, при використанні цього способу проводимо розрахунки витрати системи

брутто для максимальної, мінімальної та проміжної витрати і по одержаним результатам будуюмо графік залежності $Q_{бр}=f(Q_{т.в.})$ (рис.2.4).

З рис. 2.4. при заданих витратах в точках виділу визначаємо відповідні їм значення $Q_{бр}$ системи.

Проміжні витрати для побудови графіку визначаємо за формулою Оффенгенденна [18]

$$\eta_r = \frac{\eta_{мс} + a^m - 1}{a^m}, \quad (2.12)$$

де η_r – коефіцієнт корисної дії каналу або системи, при пропуску витрат менше максимальної або більше мінімальної; a – показник що характеризує відношення проміжної витрати до максимальної і знаходиться в проміжку від 0,4 до 0,9; m - показник ступеня що характеризує водопроникність ґрунтів $m=0,4$; $\eta_{мс}$ – ККД системи при максимальній витраті води.

При коефіцієнті корисної дії системи при максимальній витраті

$$\eta_{мс} = \frac{Q_{т.в.}^{сис}}{Q_{б}^{сис} \max}, \quad (2.13)$$

де $Q_{т.в.}^{сис} \max$ - максимальна витрата в точці виділу господарства, м³/с;

$Q_{б}^{сис} \max$ - максимальна витрата в голові системи, м³/с.

В нашому випадку

$$\eta_{мс} = 4,1577/5,5655 = 0,75.$$

Аналогічно визначають коефіцієнт корисної дії при мінімальній витраті води. Так для нашого випадку

$$\eta_{мс} = 0,5535/1,04724 = 0,53.$$

Приймаємо $\alpha = 2,3556/4,1577 = 0,57$.

Проміжну витрату, що подається в точці виділу системи визначають по формулі

$$Q^{cuc}_{т.в.пром} = \alpha \cdot Q^{cuc}_{т.в.мах}. \quad (2.14)$$

В нашому випадку

$$Q^{cuc}_{т.в.пром} = 0,57 \cdot 4,1577 = 2,3699 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Підставляємо значення в формулу (2.12), знаходимо коефіцієнт корисної дії системи при пропуску проміжної витрати.

$$\eta_L = (0,75 + 0,57^{0,4} - 1) / (0,57^{0,4}) = 0,68.$$

Проміжну витрату з урахуванням втрат визначають по формулі

$$Q^{cuc}_{б.пром} = Q^{cuc}_{т.в.пром} / \eta_L. \quad (2.15)$$

В нашому випадку

$$Q^{cuc}_{б.пром} = 2,3699 / 0,68 = 3,4851 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$Q^{cuc}_{т.в..min} = 0,5535 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q^{cuc}_{б.min} = 1,04724 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q^{cuc}_{т.в..мах} = 4,1577 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q^{cuc}_{б.мах} = 5,5655 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q^{cuc}_{т.в.} = 2,3699 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q^{cuc}_{б.пром} = 3,4851 \text{ м}^3/\text{с}/$$

За результатами проведених розрахунків будемо графік залежності $Q_{бп} = f(Q_{т.в.})$.

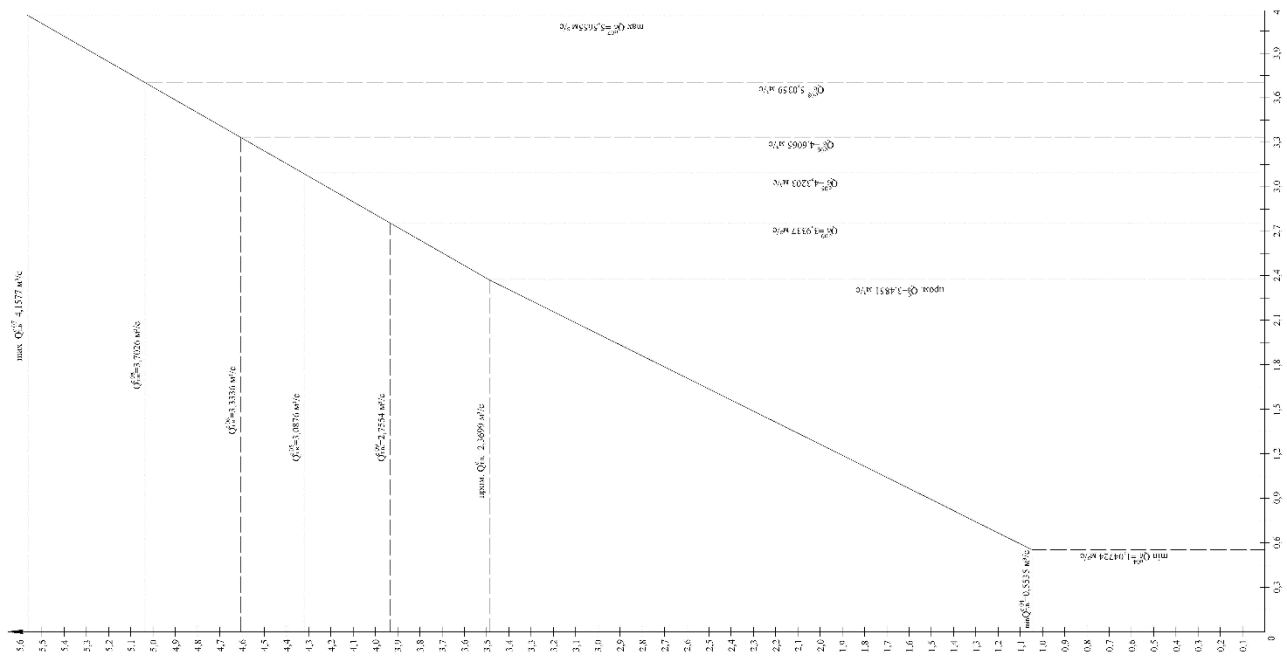


Рисунок 2.4 – Залежність $Q_{бр} = f(Q_{т.в.})$

Маючи значення витрати $Q_{т.в.}^{сис}$ по місяцям, знаходимо витрати в голові системи $Q_{бр}^{сис}$, що забирається із джерела зрошення. В залежності від витрат, що забираються в голові системи, установлюють відсоток водозабору з джерела зрошення за кожен місяць зрошення системи

$$r = \frac{Q_{бр}^{сис}}{Q_p} \cdot 100\% , \quad (2.16)$$

де Q_p – витрата річки розрахункового місяця, m^3/c .

Результати розрахунків зводимо в табл.2.10.

Графік залежності $Q_{бр} = f(Q_{т.в.})$ повинен мати вигляд прямої лінії, але враховуючи те, що при розрахунках Q_c^b в голові системи при мінімальних витратах, витрати на 1 км каналу розраховані за формулою Костякова (додаток 9) [15] точно визначити не вдалося, тому що не всі мінімальні витрати входили в проміжок тому для розрахунків були прийняті мінімальні відомі втрати, що і призвело до незначного викривлення графіка.

Таблиця 2.10 - План забору води в систему

| Показники | Місяці роботи системи | | | | | |
|--|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| Витрата річки, м ³ /с | 147,6 | 159,4 | 161,3 | 178,3 | 135,8 | 115,6 |
| Витрата в точках виділу, $Q_{т.в.с}$, м ³ /с | 0,5535 | 3,0876 | 3,3336 | 4,1577 | 3,7026 | 2,7554 |
| Витрата в систему (нетто), м ³ /с | 0,5452 | 3,0285 | 3,2672 | 4,0776 | 3,6236 | 2,6940 |
| Витрата в голові системи (брутто), $Q_{с^с}$, м ³ /с | 1,04724 | 4,3203 | 4,6065 | 5,5655 | 5,0359 | 3,9337 |
| К.П.Д. системи | 0,52 | 0,70 | 0,71 | 0,73 | 0,72 | 0,68 |
| К.П.Д. міжгосподарської мережі | 0,53 | 0,71 | 0,72 | 0,75 | 0,74 | 0,70 |
| Процент водозабору, % | 0,7 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,7 | 3,4 |

2.5. План розподілу води по зрошувальній системі

План водорозподілу включає відомість розрахункових витрат джерела зрошення та можливих витрат в голові системі; план забору води в систему; план розподілу води по системі.

В системних планах водорозподілу встановлюють порядок і строки подачі води господарствам та потреба у воді окремих господарств по кожному водовиділу і в цілому по системі [14].

Найбільш вдалою формою розподілу води по системі є диспетчерський графік (табл. 2.11). В ньому вказується, який розподільчий вузол викликається, звідки подається вода і на який вузол, і далі, в кожену точку виділу. Ці дані розраховують по декадах кожного місяця за весь поливний період. Розрахунок ведуть від головної споруди через розподільчі вузли до точок виділу води господарством. Витрати каналів, які виходять із вузла, визначаються в % від витрати цього вузла. Розрахунок проводимо для одного періоду – місяця з максимальною витратою [14, 17].

Диспетчерські графіки (табл. 2.11) є основними робочими документами диспетчерської служби за допомогою яких ведуть контроль за виконанням плану водоподачі.

Таблиця 2.11 - Диспетчерський графік забору і розподілу води по системі (при максимальній витраті)

| Вузол водорозподілу | Розподіл води | Витрата | | Втрати | | ККД каналу, % |
|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|
| | | м ³ /с | в % від вузла | м ³ /с | в % від вузла | |
| ГС | Забір води із джерела | 5,5655 | 100 | | | |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | вузлу I | 5,5655 | 100 | | | |
| I | Надійшло води | 5,3217 | 100 | 0,2438 | 4,38 | 95,62 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | вузлу II | 0,9821 | 18,45 | | | |
| | вузлу III | 4,3396 | 81,55 | | | |
| II | Надійшло води | 0,8669 | 100 | 0,1152 | 11,73 | 88,27 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | т. виділу 13 | 0,1874 | 21,62 | | | |
| | т. виділу 14 | 0,2987 | 34,46 | | | |
| | т. виділу 15 | 0,3808 | 43,92 | | | |

| Вузол водорозподілу | Розподіл води | Витрата | | Втрати | | ККД каналу, % |
|---------------------|----------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|
| | | м ³ /с | в % від вузла | м ³ /с | в % від вузла | |
| III | Надійшло води | 4,1422 | 100 | 0,1974 | 4,55 | 95,45 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | вузлу IV | 0,9102 | 21,97 | | | |
| | вузлу V | 1,0035 | 24,23 | | | |
| | вузлу VI | 1,6678 | 40,26 | | | |
| | т. виділу 8 | 0,2664 | 6,43 | | | |
| | т. виділу 9 | 0,2943 | 7,10 | | | |
| IV | Надійшло води | 0,8014 | 100 | 0,1088 | 11,95 | 88,05 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | т. виділу 10 | 0,2996 | 37,38 | | | |
| | т. виділу 11 | 0,2396 | 29,90 | | | |
| | т. виділу 12 | 0,2621 | 32,72 | | | |
| V | Надійшло води | 0,8243 | 100 | 0,1792 | 17,86 | 82,14 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | т. виділу 5 | 0,3004 | 36,44 | | | |
| | т. виділу 6 | 0,2535 | 30,75 | | | |
| | т. виділу 7 | 0,2703 | 32,80 | | | |
| VI | Надійшло води | 1,5378 | 100 | 0,1300 | 7,79 | 92,21 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | вузлу VII | 1,0901 | 70,89 | | | |
| | т. виділу 4 | 0,4477 | 29,11 | | | |
| VII | Надійшло води | 1,0341 | 100 | 0,0560 | 5,14 | 94,86 |
| | Розподіл води: | | | | | |
| | т. виділу 1 | 0,4036 | 39,03 | | | |
| | т. виділу 2 | 0,1212 | 11,72 | | | |
| | т. виділу 3 | 0,5093 | 49,25 | | | |

2.6 Визначення показників роботи системи за вегетаційний період

Після складання плану водорозподілу визначають основні показники

З водовикористання, до таких показників відносять [15, 18]:

1. Сумарний стік води в річці за вегетаційний період

$$W_p = (Q_p^{04} \cdot n^{04} + Q_p^{05} \cdot n^{05} + Q_p^{06} \cdot n^{06} + Q_p^{07} \cdot n^{07} + Q_p^{08} \cdot n^{08} + Q_p^{09} \cdot n^{09}) \cdot 86400, \quad (2.17)$$

де $Q_p^{04} \dots Q_p^{09}$ - середньомісячні витрати річки, м³/с;

$n^{04} \dots n^{09}$ - число діб в розрахунковому періоді.

В нашому випадку

$$W_p = (147,6 \cdot 30 + 159,4 \cdot 31 + 161,3 \cdot 30 + 178,3 \cdot 31 + 135,8 \cdot 31 + 115,6 \cdot 30) \cdot 86400 = 2368,53 \text{ млн. м}^3.$$

2. Сумарний забір води із джерела зрошення

$$W_1 = (Q_{\text{бр}}^{04} \cdot n^{04} + Q_{\text{бр}}^{05} \cdot n^{05} + Q_{\text{бр}}^{06} \cdot n^{06} + Q_{\text{бр}}^{07} \cdot n^{07} + Q_{\text{бр}}^{08} \cdot n^{08} + Q_{\text{бр}}^{09} \cdot n^{09}) \cdot 86400. \quad (2.18)$$

В нашому випадку

$$W_1 = (1,04724 \cdot 30 + 4,3204 \cdot 31 + 4,0665 \cdot 30 + 5,5655 \cdot 31 + 5,0359 \cdot 31 + 3,9337 \cdot 30) \cdot 86400 = 64816,93 \text{ тис. м}^3.$$

3. Сумарний забір води в точках водовиділу

$$W_2 = (Q_{\text{ме}}^{04} \cdot n^{04} + Q_{\text{ме}}^{05} \cdot n^{05} + Q_{\text{ме}}^{06} \cdot n^{06} + Q_{\text{ме}}^{07} \cdot n^{07} + Q_{\text{ме}}^{08} \cdot n^{08} + Q_{\text{ме}}^{09} \cdot n^{09}) \cdot 86400. \quad (2.19)$$

В нашому випадку

$$W_2 = (0,5535 \cdot 30 + 3,0876 \cdot 31 + 3,3336 \cdot 30 + 4,1577 \cdot 31 + 3,0726 \cdot 31 + 2,7554 \cdot 30) \cdot 86400 = 46778,28 \text{ тис. м}^3.$$

4. Сумарна подача води на поля

$$W_3 = (Q_{\text{нт}}^{04} \cdot n^{04} + Q_{\text{нт}}^{05} \cdot n^{05} + Q_{\text{нт}}^{06} \cdot n^{06} + Q_{\text{нт}}^{07} \cdot n^{07} + Q_{\text{нт}}^{08} \cdot n^{08} + Q_{\text{нт}}^{09} \cdot n^{09}) \cdot 86400. \quad (2.20)$$

В нашому випадку

$$W_3=(0,5452 \cdot 30+3,0285 \cdot 31+3,2672 \cdot 30+4,0776 \cdot 31+3,6236 \cdot 31+2,6940 \cdot 30) \cdot 86400= 45603,02 \text{ тис.м}^3.$$

5. Ліміт водозабору (середня зрошувальна норма в голові системи)

$$Л_1 = \frac{W_1}{F_{нт}}. \quad (2.21)$$

В нашому випадку

$$Л_1 = 64816,93 / 12301 = 5269,2 \text{ м}^3/\text{га}.$$

6. Ліміт водоподачі (середня зрошувальна норма в точках виділу)

$$Л_2 = \frac{W_2}{F_{нт}}. \quad (2.22)$$

В нашому випадку

$$Л_2 = 46778,28 / 12301 = 3802,8 \text{ м}^3/\text{га}.$$

7. Ліміт водоспоживання (середня зрошувальна норма на полях)

$$Л_3 = \frac{W_3}{F_{нт}}. \quad (2.23)$$

В нашому випадку

$$Л_3 = 45603,02 / 12301 = 3707,261 \text{ м}^3/\text{га}.$$

8. Середній ККД системи

$$\eta_{cp}^c = \frac{\eta_c^{04} + \eta_c^{05} + \eta_c^{06} + \eta_c^{07} + \eta_c^{08} + \eta_c^{09}}{n}. \quad (2.24)$$

В нашому випадку

$$\eta_{cp}^c = (0,52+0,70+0,71+0,73+0,72+0,68)/6 = 0,68.$$

9. Середній ККД міжгосподарської мережі

$$\eta_{cp}^{npc} = \frac{\eta_{npc}^{04} + \eta_{npc}^{05} + \eta_{npc}^{06} + \eta_{npc}^{07} + \eta_{npc}^{08} + \eta_{npc}^{09}}{n}. \quad (2.25)$$

В нашому випадку

$$\eta_{cp}^{npc} = (0,53+0,71+0,72+0,75+0,74+0,70)/6 = 0,69.$$

10. Середній % водозабору

$$r_{cp} = \frac{r^{04} + r^{05} + r^{06} + r^{07} + r^{08} + r^{09}}{n}. \quad (2.26)$$

В нашому випадку

$$r_{cp} = (0,7+2,7+2,9+3,1+3,7+3,4)/6 = 2,75 \text{ \%}.$$

На основі вище проведених розрахунків складають загальносистемний план водокористування на рік розрахункової забезпеченості (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 - Загальносистемний план водокористування на рік розрахункової забезпеченості

| Показники | Періоди | Місяць | | | | | |
|---|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| Фізична площа, га | За місяць | 3999,71 | 8301,29 | | | | |
| | Зрост.підсумком | 3,999,71 | 12301 | - | - | - | - |
| Гектарополиви, га | За місяць | 3999,71 | 21772,02 | 17911,92 | 22926,65 | 18640,17 | 14893,27 |
| | Зрост.підсумком | 3999,71 | 25771,73 | 43683,64 | 66610,29 | 85250,46 | 100143,72 |
| Водозабір із джерела зрошення, тис.м ³ | За місяць | 2714,446 | 11571,492 | 11940,048 | 14906,635 | 13488,155 | 10196,150 |
| | Зрост.підсумком | 2714,446 | 14285,938 | 26225,968 | 41132,621 | 54620,775 | 64816,926 |
| Водоподача господарствам, тис.м ³ | За місяць | 1434,627 | 8269,828 | 8640,691 | 11135,984 | 9917,044 | 7116,077 |
| | Зрост.підсумком | 1434,627 | 9704,500 | 18345,191 | 29481,175 | 39398,219 | 46514,295 |
| Втрати на міжгосподарській мережі, тис.м ³ | За місяць | 1279,774 | 3301,664 | 3299,357 | 3770,625 | 3571,111 | 3080,074 |
| | Зрост.підсумком | 1279,774 | 4581,438 | 7880,795 | 11651,446 | 15222,557 | 18302,630 |

3. ВОДНОМЕЛІОРАТИВНИЙ БАЛАНС СИСТЕМИ

Основною метою контролю за меліоративним станом зрошуваних земель є розробка і впровадження заходів, спрямованих на підвищення ефективності їх використання. Це досягається шляхом створення та підтримання меліоративних умов, які сприяють інтенсифікації аграрного виробництва.

Головним завданням меліоративної служби є систематичний аналіз впливу зрошення та сільськогосподарської діяльності на водний і сольовий режими зрошуваних земель і прилеглих територій. Для запобігання підвищенню рівня ґрунтових вод здійснюється спеціалізований моніторинг їх динаміки з метою виявлення причин цього явища. Крім того, проводяться розрахунки водного балансу для зрошуваної території [16].

Розрахунок водного балансу виконується на підставі даних за гідрогеологічний рік. Він здійснюється за спрощеною методикою і подається у кубічних метрах на один гектар зрошуваної площі. Баланс включає дві основні частини: прибуткову (надходження води) та витратну (втрата води).

3.1. Визначення прибуткових статей

Сума прибуткових водно-меліоративних статей за прибутковий період становить

$$П = А + В + С + Д, \quad (3.1)$$

де А – атмосферні опади, м³/га; В – кількість зрошуваної води, м³/га; С – кількість промивної води, м³/га; Д – втрати зі зрошуваної мережі, м³/га.

Всі розрахунки проводимо по розрахунковим періодам: весняний(03-05), літній (06-09), осінньо-зимній (10-02).

Об'єм води, що надходить на масив зрошення з атмосферними опадами ($\text{м}^3/\text{га}$) визначаємо за формулою

$$A = 10 \cdot \sum h, \quad (3.2)$$

де $\sum h$ – сумарний шар опадів за розрахунковий період, мм.

В нашому випадку

$$\begin{aligned} A_{03-05} &= 10 \cdot (51,2 + 72,3 + 8,1) = 1316 \text{ м}^3/\text{га}; \\ A_{06-09} &= 10 \cdot (6,9 + 86,0 + 61 + 25,9) = 1798 \text{ м}^3/\text{га}; \\ A_{10-02} &= 10 \cdot (24,1 + 30,7 + 48,5 + 50 + 39,1) = 1924 \text{ м}^3/\text{га}. \\ A_{\text{рік}} &= 1316 + 1798 + 1924 = 5038 \text{ м}^3/\text{га}. \end{aligned}$$

Кількість зрошувальної води, поданої на 1 га визначають за формулою

$$B = \frac{W}{F}, \quad (3.3)$$

де W – середній сумарний об'єм води поданий за розрахунковий період, м^3 ;
 F – площа зрошення, га.

В нашому випадку

$$\begin{aligned} B_{03-05} &= 9524692,8 / 12301 = 774,302 \text{ м}^3/\text{га}; \\ B_{06-09} &= 36078328,66 / 12301 = 2932,959 \text{ м}^3/\text{га}; \\ B_{10-02} &= 0 \text{ м}^3/\text{га}; \\ B_{\text{рік}} &= 774,302 + 2932,959 = 3707,261 \text{ м}^3/\text{га}. \end{aligned}$$

Промивні поливи в нашому господарстві не виконуються тому розрахунок не проводимо.

Втрати води із зрошувальної мережі дорівнюють

$$D = (B + C) \cdot (1 - \eta_c), \quad (3.4)$$

де η_c – коефіцієнт корисної дії системи.

Втрати води із зрошувальної мережі становлять

$$D_{03-05} = 774,302 \cdot (1 - 0,61) = 301,98 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$D_{06-09} = 2932,959 \cdot (1 - 0,71) = 850,558 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$D_{10-02} = 0 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$D_{\text{рік}} = 32,9 + 134,8 + 0 = 167,7 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким чином, сума прибуткових статей водно-меліоративного балансу по роз-рахунковим періодам і за рік становить:

$$П_{03-05} = 1316 + 774,302 + 301,98 = 2392,282 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$П_{06-09} = 1798 + 2932,959 + 850,558 = 5581,517 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$П_{10-02} = 1924 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$П_{\text{рік}} = 2392,282 + 5581,517 + 1924 = 9897,779 \text{ м}^3/\text{га}.$$

3.2. Визначення видаткових статей

Видаткові статті балансу складаються

$$P = E + K + K_1 + M, \quad (3.5)$$

де E – випаровування з поверхні ґрунту в дні випадіння опадів; K – випаровування і транспірація зі зрошуваних земель; K_1 – випаровування з площі незайнятої сільськогосподарськими культурами. M – скидні та колекторно-дренажні води за даними гідрометричних постів з одного га площі, м³/га.

Випаровування з поверхні ґрунту в дні з опадами визначається за формулою

$$E = (2 \cdot t + 4) \cdot n, \quad (3.6)$$

де t – середня добова температура повітря в дні з опадами в розрахунку приймаємо середньодобову температуру за місяць, $^{\circ}\text{C}$; n – число днів з опадами з інтенсивністю 8 мм на добу.

За місяць

$$h = \frac{h}{8}, \quad (3.7)$$

де h – опади за розрахунковий місяць, мм.

При температурі нижче нуля $^{\circ}\text{C}$ добове випаровування приймається 4 м^3 з одного га, тоді

$$E = 4 \cdot n. \quad (3.8)$$

В нашому випадку випаровування складе

$$E_{03-05} = 61,44 + 182,6 + 44,642 = 288,64 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$E_{06-09} = 42,312 + 451,5 + 333,975 + 128,225 = 956,012 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$E_{10-02} = 58,452 + 30,704 + 44,866 + 25 + 19,552 = 178,574 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$E_{\text{рік}} = 123,0 + 249,0 + 91,5 = 463,5 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Випаровування і транспірація зі зрошувальних земель визначається за формулою

$$K = \frac{t \cdot n \cdot \alpha \cdot a \cdot F_n^c}{F_0^c}, \quad (3.9)$$

де t – середньо місячна температура по протязі розрахункового періоду; n – кількість днів за розрахунковий період; a – модуль випаровування зі зрошувальних земель від 1,4 до 2,2; α – це частка площі зайнятої с/г культурою.

Для визначення α складається допоміжна таблиця 3.1.

В нашому випадку випаровування і транспірація зі зрошувальних земель становить

$$K_{03-05} = 59,88+303,96+974,47=1338,31 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{06-09} = 1118,70+904,24+845,21+705,92=3574,07 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{10-02} = 214,37+17,36+15,14=246,87 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{\text{рік}} = 1338,31+3574,07+246,87=5159,249 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таблиця 3.1 - Значення α і α' в частках від одиниці (період вегетації)

| Культура | Частка площі | Місяці | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------|----|------|----|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
| Люцерна другого року | 0,2 | | | | | | | | | | | | |
| Люцерна третього року | 0,155 | | | | | | | | | | | | |
| Озима пшениця + кукурудза | 0,124 | | | | | | | | | | | | |
| Буряк цукровий | 0,103 | | | | | | | | | | | | |
| Капуста рання | 0,121 | | | | | | | | | | | | |
| Озима пшениця + кукурудза | 0,141 | | | | | | | | | | | | |
| Буряк цукровий | 0,156 | | | | | | | | | | | | |
| α | | 0 | 0 | 0,62 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,879 | 0,879 | 0,724 | 0,265 | 0,265 |
| α' | | 1 | 1 | 0,38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,121 | 0,121 | 0,276 | 0,735 | 0,735 |
| $\alpha+\alpha'$ | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Випаровування з поверхні незайнятої сільськогосподарською культурою визначається за формулою

$$K_1 = \frac{0,4 \cdot t \cdot n \cdot \alpha' \cdot a \cdot F_n^c}{F_0^c}, \quad (3.10)$$

α' - частка площі вільної від с.-г. культури (табл.3.1).

$$K_{03-05} = 36,70 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{06-09} = 116,35 + 37,17 = 213,52 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{10-02} = 81,72 + 48,15 + 41,98 = 171,85 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$K_{\text{рік}} = 36,70 + 213,52 + 171,85 = 422,07 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Скидні та колекторно-дренажні води визначаються за даними балансових постів на системі.

При виконанні дипломного проєкту приймаємо величину колекторно-дренажних вод: для весняного періоду $100 \text{ м}^3/\text{га}$; для літнього періоду $300 \text{ м}^3/\text{га}$; для осінньо-зимового періоду $200 \text{ м}^3/\text{га}$.

Скидні води враховуються у розмірі 5% від середньозваженої норми зрошення. Для аналізу водного балансу розглядаємо прибуткову та видаткову частини. Різниця між ними визначає зміну рівня ґрунтових вод: якщо різниця додатна, рівень ґрунтових вод підвищується; якщо різниця від'ємна, рівень ґрунтових вод знижується.

Глибина залягання ґрунтових вод дорівнює 4,5м.

Величину підняття або зниження РГВ визначаємо за формулою

$$Y = \pm \frac{R}{100\gamma}, \quad (3.11)$$

де R - різниця між прибутковою та видатковою частинами;

γ - водовіддача ґрунту в %, для суглинистих ґрунтів $\gamma=25-30\%$.

Всі розрахунки зводимо в відомість водного балансу (табл.3.2).

Скидні колекторно-дренажні води для періодів становлять:

$$\text{весняного періоду } 03-05 = 774,302 \cdot 0,05 + 200 = 238,72 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$\text{весняного періоду } 06-09 = 2932,959 \cdot 0,05 + 500 = 646,65 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$\text{зимового періоду } 10-02 = 400 \text{ м}^3/\text{га};$$

за рік = $238,72+646,65+400 = 1285,36 \text{ м}^3/\text{га}$.

Таким чином, всього по видатковим статтям:

$P_{03-05} = 288,64+1338,312+36,70+238,72=1902,365 \text{ м}^3/\text{га}$;

$P_{09-10} = 956,012+3574,07+213,52+646,65=5390,253 \text{ м}^3/\text{га}$;

$P_{10-02} = 178,574+246,867+171,85+400=997,293 \text{ м}^3/\text{га}$;

$P_{\text{рік}} = 1902,365+5390,253+997,293=8289,911 \text{ м}^3/\text{га}$.

Таблиця 3.2 - Відомість водного балансу

Площа системи $F_{\text{бр}}^c = 16401,33 \text{ га}$,
 $F_{\text{нт}}^c = 12301 \text{ га}$.

| Основні статті водного балансу | Весняний 03-05 | Літній 06-09 | Осінньо- зимовий 10-02 | За рік |
|---|-------------------|-----------------|------------------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Прибуткові статті | | | | |
| Атмосферні опади | 1316 | 1798 | 1924 | 5038 |
| Зрошувальна вода | 774,302 | 2932,959 | - | 3707,261 |
| Промивні води | - | - | - | - |
| Втрати із зрошувальної мережі | 301,98 | 850,558 | - | 1152,538 |
| Всього ПРИБУТОК, П | 2392,282 | 5581,517 | 1924,000 | 9897,799 |
| Видаткові статті | | | | |
| Випаровування з поверхні ґрунту в дні з опадами | 288,64 | 956,012 | 178,574 | 1423,226 |
| Випаровування і транспірація зі зрошувальних земель | 1338,312 | 3574,07 | 246,867 | 5159,249 |
| Випаровування з площі не зайнятої с.-г. культурами | 36,70 | 213,52 | 171,85 | 422,07 |
| Скидні і дренажні води | 238,72 | 646,65 | 400,00 | 1285,36 |
| Всього ВИДАТОК, Р | 1902,365 | 5390,253 | 997,293 | 8289,911 |
| Баланс води | 489,917 | 191,264 | 926,707 | 1607,888 |
| Розрахункові коливання рівня | 0,16 | 0,06 | 0,31 | 0,54 |
| Фактичні коливання рівня | 4,34 | 4,27 | 3,96 | 3,96 |

Отже, за весь період спостереження за водним балансом системи спостерігається підняття ґрунтових вод. Так за весь рік підняття ґрунтових вод складає 0,54 м (див. табл. 3.2).

4. СОЛЬОВИЙ БАЛАНС ЗРОШУВАНИХ ЛАНДШАФТІВ

Сольовий баланс тісно пов'язаний із водно-меліоративним балансом, проте не є його прямим відображенням. Основною причиною засолення під час зрошення є підйом мінералізованих ґрунтових вод, що супроводжується капілярним перенесенням розчинених у них солей у кореневий шар ґрунту [13, 14].

Другим, менш поширеним чинником засолення земель є використання для зрошення мінералізованої води.

Сольовий баланс має дві основні складові: прибуткову та витратну. В залежності від їхнього співвідношення виділяють три типи сольового балансу [14,18]:

- стабільний баланс – прибуткова та витратна частини рівні, тож сольовий баланс залишається незмінним протягом року;
- процес засолення – прибуток перевищує видаток, що призводить до накопичення солей;
- процес розсолення – прибуток менший за видаток, унаслідок чого ґрунт очищається від солей.

Найбільш несприятливим варіантом сольового балансу є засолення активного шару ґрунту.

Для точного визначення складових прибуткової та витратної частин балансу необхідні спеціалізовані спостереження і дослідження, які далеко не завжди проводяться на всіх системах. Зазвичай вважається, що більшість статей прибуткової та витратної частин компенсують одна одну, а різниця між ними настільки незначна, що істотно не впливає на результати розрахунків. У прибутковій частині, зокрема, враховують обсяг солей, що видаляються разом із дренажною водою.

Формування сольового балансу залежить від багатьох чинників, серед яких:

- запаси солей на початок розрахункового періоду;
- кількість солей, що надійшли з ґрунтовими водами;
- кількість солей, що надійшли з атмосферними опадами;
- кількість солей, що надійшли із зрошувальною водою;

- кількість солей, що видалені колекторно-дренажною мережею;
- кількість солей, що винесені з урожаєм.

$$\Delta S = S_{\text{поч}} + S_{\text{г. в.}} + S_{\text{а}} + S_{\text{з. в.}} - S_{\text{д. в.}} - S_{\text{у}}, \quad (4.1)$$

де ΔS – зменшення або приріст запасу солей в розрахунковому шарі (як правило, в зоні аерації, тобто від поверхні ґрунту до рівня ґрунтових вод), т/га; $S_{\text{поч}}$ – запас солей в ґрунті на початок розрахункового періоду, т/га; $S_{\text{г. в.}}$ – кількість солей, що надійшли з ґрунтових вод, т/га; $S_{\text{а}}$ – кількість солей, що надійшли з атмосферними опадами, т/га; $S_{\text{з. в.}}$ – кількість солей, що надійшли із зрошувальною водою, т/га; $S_{\text{д. в.}}$ – кількість солей, винесених з дренажними водами, т/га; $S_{\text{у}}$ – кількість солей винесених з урожаєм, т/га.

При визначенні об'єму води, що проходить через колекторно-дренажну мережу, через відсутність фактичних даних спостережень на системі можна користуватися укрупненими показниками, одержаними при складанні водномеліоративного балансу [16, 18].

Для розрахунку сольового балансу об'єм води який проходить через колекторно-дренажну мережу дорівнює

$$W_{\text{к}} = K_2 \cdot F_{\text{нтс}}, \quad (4.2)$$

де $W_{\text{к}}$ – це річний стік води з колекторно-дренажної мережі і мережі з одного у середнього гектару; $F_{\text{нтс}}$ – зрошувана площа нетто системи, га.

Об'єм зрошувальної води, який надійшов на площу системи за поливний період виписують з показників роботи системи (W_1).

Мінералізація зрошувальної води – 0,98 г/л.

Мінералізація колекторно-дренажної води – 1,2 г/л.

Дані розрахунку зводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Сольовий баланс зрошуваної системи

| Основні елементи балансу | Одиниці виміру | Кількість |
|--|---------------------|-----------|
| Прибуткові статті | | |
| Надійшло зрошувальної води в систему, W_1 | млн. м ³ | 64,82 |
| Мінералізація зрошувальної води, M_1 | г/л | 0,98 |
| Надійшло солей зі зрошувальною водою: всього, S_1 | тис. тонн | 63,52 |
| на 1 гектар, S_1^0 | т/га | 5,16 |
| Видаткові статті | | |
| Кількість колекторно - дренажних вод, W_k | млн. м ³ | 15,81 |
| Мінералізація колекторно-дренажних вод, M_2 | г/л | 1,20 |
| Винесено солей з колекторно-дренажною водою: всього, S_2 | тис. тонн | 18,97 |
| на 1 гектар, S_2^0 | т/га | 1,54 |
| Баланс солей: всього, $\pm \Delta S = S_1 - S_2$ | т/га | 3,62 |

Отже, аналізуючи соляний баланс зрошувальної системи Дніпропетровської області (див. табл. 4.1) в даному випадку відбувається процес засолення, тобто прибуткові статті більше ніж видаткові.

5. ЕКСПЛУАТАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ОСНАЦЕННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

5.1. Експлуатаційна гідрометрія

Облік води на зрошувальній системі є основою проведення планового водокористування. Для цього необхідно створити мережу водомірних гідрометричних постів, що охоплюють всі характерні ланки зрошувальної системи.

В залежності від місця встановлення і функцій виконання пости поділяють на типи (табл. 5.1) [14].

Таблиця 5.1 - Класифікація водомірних постів

| Назва поста | Місце розташування | Функції виконання |
|--|---|--|
| Опорний | На джерелі зрошення | Визначення і облік водних ресурсів, вивчення режиму джерела |
| Головний (в голові каналу і транзитні) | В головах магістральних (головних) каналів з самопливним або машинним водозабором | Вимірювання та облік забору води у зрошувальну систему, водорозподіл |
| Розподільчий (головний і транзитний) | У головах розподільчих міжгосподарських каналів (у вузлах вододілення) | Вимірювання та облік забору і розподілу води |
| Господарський | В точках виділення води господарствам-водокористувачам | Нормування та контроль водоподачі в господарства та облік води |
| Внутрішньогосподарський | На внутрішньогосподарській розподільчій і поливній мережі | Контроль процесу водорозподілу |
| Контрольний | На магістральних (головних) та розподільчих каналах | Визначення ККД каналів, градування вимірювальних пристроїв, спостереження і контролю за рівнями води |
| Скидний | На скидних каналах та спорудах | Облік не використаної води |
| Дренажний | На колекторно-дренажній мережі та свердловинах дренажу | Облік дренажного стоку |
| Спеціальний | На різних каналах | Дослідницькі, вишукувальні та інші роботи |

В дипломному проєкті запроектовано один опорний гідрометричний пост на джерелі зрошення, один головний гідрометричний пост на магістральному каналі, 6 розподільчих гідрометричних постів у головах розподільчих міжгосподарських каналів, 15 гідрометричних постів в точках виділу води господарствам, 7 контрольних гідрометричних постів на магістральному та розподільчих каналах та 4 спеціальні пости в характерних точках розподільчих каналів (див рис.1.7).

5.2. Гідромеліоративні створи

За допомогою мережі оглядових свердловин (гідромеліоративних створів) проводиться спостереження за меліоративним станом зрошувальних земель. До таких спостережень відносять вимірювання глибини залягання ґрунтових вод, відбір води і ґрунту для визначення ступеня мінералізації і хімічного складу.

Гідромеліоративні створи розміщують вздовж похилу ґрунтового потоку так, щоб відстань між ними складала від 3 до 5...6 км. При цьому створи повинні перетинати самі пониженні і підвищення точки місцевості. Відстань між свердловинами в створі приймається 1...1,5 км на масиві зрошення та 3 км поза межами масиву [143, 14].

Гідромеліоративні створи закріплюються реперами. В зоні свердловин виділяється майданчик до відбору проб на весні та восени для аналізу на засолення ґрунтів і мінералізацією ґрунтових вод.

Три рази на рік а саме перед початком вегетаційних поливів, влітку та після закінчення вегетаційних поливів проводять хімічний аналіз ґрунтових вод.

Окрім основних, режимних гідромеліоративних створів в кожному господарстві закладається додаткові спостережу вальні свердловини із розрахунку в середньому одна свердловина на 1000 га. Так додаткових спостережу вальних свердловин на масиві зрошення встановлюємо 4 (див. рис.1.7).

В нашому випадку встановлюємо гідромеліоративні створи через 5 км, а відстань між свердловинами складає 1,5 км на масиві зрошення та 3 км поза межами

масиву. Всього в даному випадку запроектовано 6 гідрометричних створів загальною протяжністю на території масиву зрошення 87,102 км та кількістю спостережливих свердловин 58 на масиві зрошення 15 поза масивом (див. рис.1.7).

5.3. Зв'язок на системі

Управління зрошувальною системою проводиться на основі диспетчеризації. Тому всі пункти оперативної роботи систем, підпорядковані диспетчеру, повинні бути обладнанні надійними засобами телефонного та радіо зв'язку.

В загальну схему повинні входити всі точки, що знаходяться під диспетчерським спостереженням, експлуатаційні ділянки. При диспетчерському зв'язку забезпечується [14]:

- отримання даних із кожної контролюючої точки;
- передача розпоряджень і проведення виробничих нарад одночасно з усіма точками.

Існує декілька видів зв'язку. Телефонний дротяний, який може бути побудований за декількома схемами. Найбільш надійна кільцева. Дротяний зв'язок прокладається вздовж експлуатаційних доріг. На основних точках встановлюється телефонні апарати, а на довгих ділянках каналів міжгосподарської мережі – розетки.

Телеграфний зв'язок застосовується у водному господарстві в основному для передачі з постів опорної гідрометрії, що підпорядковано гідрометричній службі. Це так званий спеціалізований зв'язок.

Також використовують стільниковий зв'язок. Впровадження засобів мобільного зв'язку для забезпечення диспетчерського управління дозволяє:

- покращити керівництво експлуатаційної системи;
- більш оперативно вирішувати різні питання;
- скоротити простої;
- наладити водооблік;
- покращити звітність;

Завдяки високій ефективності засобів стільникового зв'язку капітальні затрати на його впровадження окупаються менш ніж за два роки.

В нашому випадку використовуємо дротяний телефонний зв'язок і як доповнення - корпоративні мобільні телефони.

Загальна довжина дротяного зв'язку на даній зрошувальній мережі складає 85,8 км (див. рис.1.7).

5.4. Лісонасадження на зрошуваних агроландшафтах

Вздовж каналів зрошувальної мережі необхідно висаджувати лісосмуги. Завдяки лісосмугам зменшується інтенсивність випаровування із поверхні ґрунту і води, а також уповільнюється процес заболочування і засолення вздовж постійно діючих зрошувальних каналів. Лісні насадження використовують фільтраційні і ґрунтові води на транспірацію. Особлива велика транспірація при низькій вологості повітря.

За призначенням лісосмуги поділяються на [14, 18]:

- полезахисні;
- призначені для затінення каналів (для зменшення їх зростання);
- захисні на ділянках, що запобігають поверхневому розливу;
- меліоративного призначення

Лісосмуги також проектуються по межах експлуатаційних ділянок, полів сівозміни, вздовж доріг. Вздовж крупних магістральних і розподільчих каналів, що побудовані у виїмці лісосмуги досягають по ширині до 30м.

Лісосмуги висаджують на відстані 0,5 ...1,0 м від підшови насипу крупних каналів і на відстані 1,5 м від бровки господарських і дренажних каналів, що проходять у виїмці. При механізованій очистці каналів від рослинності цю відстань збільшують до 4...5м від бровки або підшови насипу для проїзду механізмів.

Лісосмуги на межах зрошувальних масивів, якщо вони не проходять по каналам прокладають у 2..5 рядів. Ширина лісосмуги визначається кількістю рядів

та відстанню між ними. Площа лісонасаджень на зрошувальних системах складає 1,5-2,0% від площі нетто системи.

Таким чином, загальна довжина лісосмуг складає 185,071 км. Загальна площа лісонасаджень складає 185 га (див. рис 1.7).

5.5. Експлуатаційні дороги

Дорожня мережа, що знаходиться на зрошувальній системі включає в себе експлуатаційні дороги. Вони призначені для вільного під'їзду до споруд та проїзду вздовж крупних магістральних і розподільчих каналів, а також під'їзні шляхи-дороги, що з'єднують управління, експлуатаційні ділянки, селища для обслуговування персоналу з дорогами загального користування [14].

Для огляду та ремонту невеликих каналів і споруд на них передбачають спеціальні експлуатаційні стежки шириною 1,0 –1,5 м.

Ширина земляного полотна під'їзної дороги складає 6,5 м, польових та експлуатаційних – 5,0м.

Поперечний профіль всіх доріг може бути одно – одно- або двоскатним.

Ширина експлуатаційної дороги становить 5м.

Таким чином, загальна довжина експлуатаційних доріг на зрошувальній системі становить 41 км. Та експлуатаційних стежок 44,8 км (див. лист 1).

5.6. Транспортні засоби і меліоративно-будівельні машини

Зрошувальні системи повинні бути оснащені транспортними засобами, будівельними та меліоративними машинами. Кількість вантажного і легкового транспорту визначається по нормам, необхідних для нормальної роботи управлінського персоналу. В нашому випадку згідно нормам.

Для управління зрошувальних систем передбачено: Автомобіль легковий - 1 шт., Автомобіль ГАЗ - 1 шт., Мотоцикл - 4 шт.

Для експлуатаційних ділянок ДГЖ, II, IV, V, VI передбачено:

Автомобіль ГАЗ – 4 шт., Мотоцикл – 8 шт., Мотоцикл МТ – 4 шт., Велосипед дорожній – 8 шт. А для експлуатаційної ділянки III Автомобіль ГАЗ – 5 шт., Мотоцикл – 10 шт., Мотоцикл МТ – 5 шт., Велосипед дорожній – 10 шт.

Всього по управлінню: Автомобіль ГАЗ – 25 шт., Мотоцикл – 50 шт., Мотоцикл МТ – 25 шт., Велосипед дорожній – 50 шт.

Кількість будівельних і меліоративних машин встановлюється виходячи з об'ємів та умов виконання робіт по переобладнанні або реконструкції систем, ремонту експлуатаційних доріг, очистці каналів від замулення.

До будівельних машин належать:

- 1) Землерийні машини – екскаватори одноківшові та багатоківшові, проводять розробку ґрунту та напруження його в транспортні засоби;
- 2) Землерійно-транспортні машини, що розробляють і переміщують ґрунт при поступовому русі машин. До них відносять скрепери, грейдери, грейдери-елеватори та землерійно-фрезерні машини.
- 3) ґрунтущільнюючі машини – катки, трамбівки;
- 4) машини та обладнання для гідравлічної розробки ґрунту, комплексно забезпечуючи розробку, транспортування та укладку ґрунту в насип з використанням енергії і потоку води: гідромонітори, гідроелеватори.

За призначенням і характером виконуваних процесів меліоративні машини діляться на наступні групи:

- 1) для прокладки відкритих каналів;
- 2) розрівнювання кавальєрів;
- 3) планування дна і підкосів каналів та стабілізації підкосів;
- 4) проведення ремонту каналів;
- 5) обладнання закритого горизонтального дренажу і трубопроводів;
- 6) для підготовки до освоєння земель та проведення культуртехнічних ро-

біт

7) для підготовки сільськогосподарських площ до поливу.

Отже, за нормами будівельної техніки для нашої зрошувальної системи передбачено: грейдер – 2 шт., бульдозер – 2 шт., скрепер – 4 шт., пересувна майстерня – 3 шт., автокран – 2 шт., автоцистерна – 1 шт., компресорна пересувна майстерня – 2 шт., пересувна електростанція – 2 шт., екскаватор – 3 шт., косарка – 6 шт., зварювальний апарат – 1 шт., пневмотрамбівка - 3 шт.,

6 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ МЕЛІОРАТИВНИХ ЛАНДШАФТІВ

Зрошувані ландшафти є важливою частиною агроландшафтів, які забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських угідь. Проте надмірне чи неправильне використання зрошення може призводити до деградації земель, засолення, підтоплення та втрати родючості ґрунтів. Для уникнення цих проблем необхідно впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на збереження і раціональне використання зрошуваних ландшафтів.

Серед низки заходів можна відмітити наступні [16, 19, 20, 24].

Раціональне водокористування включає оптимізацію норм зрошення шляхом встановлення науково обґрунтованих норм зрошення з урахуванням потреб культур, типу ґрунту та кліматичних умов, а також використання технологій точного землеробства для визначення необхідної кількості води для конкретних ділянок.

Впровадження водоощадних методів зрошення, наприклад, краплинне зрошення, яке забезпечує економію води та точне зволоження кореневої зони. Крім цього системи дощування мають рівномірно розподіляти воду на полях.

Використання підґрунтового зрошення, що дозволить зменшити втрат води на випаровування з поверхні ґрунту.

Контроль якості зрошувальної води включає регулярний аналіз води на вміст солей і токсичних речовин і використання води з допустимими показниками мінералізації.

Запобігання деградації ґрунтів передбачає:

- проведення гіпсування або вапнування ґрунтів для нейтралізації шкідливих солей.
- внесення органічних добрив для покращення структури ґрунту.
- створення дренажних систем для відведення надлишкових вод і розсолення ґрунтів.
- застосування терасування на схилах для зменшення поверхневого стоку води.

- створення захисних лісосмуг уздовж полів і водойм для зменшення швидкості вітру та захисту ґрунтів від видування.
- використання рослинного покриву для зменшення ризику водної ерозії.
- внесення органічних і мінеральних добрив з урахуванням потреб культур.
- використання сидератів для збагачення ґрунту азотом і покращення його структури.
- впровадження сівозмін із включенням культур, які сприяють оздоровленню ґрунту.

Модернізація і удосконалення гідромеліоративних систем передбачає низку робіт, що полягають в наступному:

- регулярне очищення каналів від мулу, сміття та рослинності.
- ремонт і модернізація іригаційних систем для зменшення втрат води через фільтрацію та випаровування.
- встановлення водозберігаючого обладнання, такого як клапани та регулятори тиску.
- забезпечення відведення надлишкової води з метою уникнення підтоплення.
- контроль за станом колекторно-дренажних мереж для підтримання їхньої функціональності.
- встановлення датчиків вологості ґрунту для автоматичного керування зрошенням.
- використання програмного забезпечення для оптимізації режимів поливу.

Охорона природних екосистем має відбуватись за рахунок:

- виділення природоохоронних зон навколо водойм і каналів для збереження дикої флори та фауни.
- відновлення природної рослинності на схилах і в місцях з високим ризиком ерозії.
- створення лісосмуг для захисту ґрунтів і покращення мікроклімату.
- інтеграція деревних і кущових культур у сільськогосподарські угіддя.

- впровадження екологічно безпечних технологій землеробства.
- обмеження використання хімічних засобів, які можуть забруднювати

грунти та води.

Моніторинг стану зрошуваних земель забезпечується шляхом [21]:

- Проведення регулярного аналізу ґрунтів на солоність, кислотність і вміст органічної речовини.
- Контроль рівня ґрунтових вод і ступеня їх мінералізації.
- Аналіз продуктивності земель залежно від використаних норм і способів зрошення.
- Визначення впливу зрошення на стан ґрунтів та екологічну ситуацію.
- Розробка довгострокових програм охорони зрошуваних ландшафтів.
- Використання геоінформаційних систем (ГІС) для планування та моніторингу.

Соціально-економічні заходи з виховання культури зрошуваного землеробства та охорони агроландшафтів включають:

- Навчання фермерів сучасним методам зрошення та охорони земель.
- Проведення екологічної просвіти для місцевих громад.
- Надання грантів і субсидій для впровадження водозберігаючих технологій.
- Пільгове кредитування для господарств, які впроваджують екологічно безпечні практики.

Правове регулювання наразі має вирішальний вплив на розвиток зрошення в Україні. Наразі прийнято низку законодавчих актів щодо правового урегулювання водокористування, зокрема Закон України «Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель» [22]. Проте необхідна нормативна база щодо:

- встановлення чітких вимог до використання зрошувальних систем і охорони земель.
- розробка стандартів якості зрошувальної води та допустимого рівня мінералізації.

- запровадження системи контролю за дотриманням вимог законодавства.
- встановлення відповідальності за порушення правил експлуатації зрошуваних систем.

- фінансування проєктів з охорони зрошуваних ландшафтів.
- сприяння міжнародній співпраці у сфері збереження земельних ресурсів.

Отже, впровадження вищезазначених заходів сприятиме збереженню родючості ґрунтів, запобіганню деградації зрошуваних ландшафтів і підвищенню екологічної стійкості аграрних територій. Комплексний підхід, який включає технічні, екологічні, соціальні та правові аспекти, дозволить забезпечити раціональне використання водних і земельних ресурсів на тривалий період.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Обґрунтування параметрів безпечної роботи

У процесі виконання будівельних і ремонтних робіт виникають небезпечні зони, які можуть бути **постійними** або **тимчасовими** [23].

До постійних небезпечних зон відносять: територія по периметру споруди; область підкранових шляхів; зона роботи землерийної техніки.

Тимчасові небезпечні зони з'являються на обмежений період, зазвичай не довше однієї робочої зміни. До них належать: територія будівельного майданчика, обмежена огорожею; область навколо будівельного об'єкта, де виконуються висотні роботи; робочі межі кранів і підкранові шляхи; зони для складування матеріалів і конструкцій на складських майданчиках; призма обвалу ґрунту та зона експлуатації землерийних машин під час земляних робіт; території з повітряними лініями електропередач, які проходять через будівельний майданчик; ділянки доріг і транспортні шляхи з інтенсивним рухом.

Огородження виконують різні функції залежно від їх призначення [25]:

- Захисно-охоронні – запобігають проникненню сторонніх осіб на територію будівництва; захищають матеріальні цінності від крадіжок;
- Захисні – використовуються для обмеження доступу людей до зон із потенційно небезпечними або шкідливими умовами;
- Сигнальні – позначають межі ділянок, де проводяться роботи з небезпечними чи шкідливими виробничими факторами.

Висота захисно-охоронного огороження території будмайданчика повинна бути 2 м, захисного – 1,6 м, захисного огороження ділянок виконання робіт – 1,2 м і сигнального огороження не менше 0,8 м.

Норми та способи визначення розмірів небезпечних зон.

Небезпечна зона навколо будівельного об'єкта [26]:

- для будівель висотою до 20 м ширина зони повинна становити не менше 7 м.

- для будівель висотою до 100 м — не менше 10 м.

У випадках, коли висота будівлі перевищує 100 м, розміри зони встановлюються згідно з проектом виконання робіт (ПВР).

Небезпечна зона при роботі стрілових кранів. Межі небезпечної зони визначаються як площа, окреслена радіусом, що дорівнює максимальному вильоту стріли крана.

Додатково враховується горизонтальна відстань до місця можливого падіння конструкцій у разі обриву петлі.

Такі норми спрямовані на забезпечення безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Визначається за формулою

$$R = R_{max} + 0,5l_{max} + l_{без} ,$$

де R_{max} – максимальний робочий виліт стріли крана; $0,5l_{max}$ – половина найбільшого розміру конструкції, що піднімається; $l_{без}$ – додаткова відстань для безпечної роботи, яка встановлюється згідно ДБН, при висоті підйому до 10 м.

$$l_{без} = 4 \text{ м, до } 20 \text{ м} - l_{без} = 7 \text{ м.}$$

$$R = 15 + 0,5 \cdot 6 + 7 = 25 \text{ м.}$$

Для кранів, які не обладнані пристроями для утримання стріли від падіння, границя безпечної зони визначається за формулою

$$R = R_{nc} + 5 \text{ м,}$$

де R_{nc} – радіус падіння стріли.

$$R = 20 + 5 = 25 \text{ м}$$

Небезпечну зону поворотної платформи крана визначають радіусом поворотної частини механізму плюс безпечну відстань:

$$R_n = R_{пч} + l_{без} = 3,6 + 1 = 4,6;$$

$$l_{без} = 1\text{ м} - \text{згідно норм.}$$

Якщо інші вимоги відсутні в паспорті машини, то границі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машини визначаються відстанню в межах 5 м. На місці роботи цю зону позначають інвентарною переносною огорожею із проволоки на стойках. Небезпечна зона підкранових шляхів – це територія всередині якої забороняється перебування людей (крім машиніста крана) та влаштування механізмів і обладнань [25, 26].

Вісь підкранових шляхів, а відповідно і вісь переміщення крана відносно об'єкту, визначається за формулою:

$$B = R_{пов} + L_{безп},$$

де B – мінімальна відстань від осі руху крана до зовнішньої грані споруди; $R_{пов}$ – радіус поворотної платформи або іншої виступаючої частини; $l_{без}$ – мінімальна відстань від виступаючої частини крана до габариту будівлі або штабеля і вона рівна 0,7 м на висоті до 2 м і 0,4 м на висоті більше 2 м.

$$B = 3,6 + 0,7 = 4,3 \text{ м}$$

Небезпечні зони при експлуатації системи і виконанні ремонтних і монтажно-будівельних робіт наведені нижче.

1. Небезпечна зона підйомника [25]:

- це площа, на яку може впасти вантаж, що підіймається.
- мінімальна ширина зони становить 5 м від габаритів підйомника в плані.

- якщо висота підйому перевищує 10 м, додається 1 м на кожні 15 м висоти.

2. Небезпечна зона доріг [25]:

- включає ділянки під'їзних шляхів і проходів у межах небезпечних зон.
- у цих зонах можуть перебувати люди, які не залучені до виконання робіт, або здійснюється рух транспорту чи механізмів.
- на планах такі зони зазвичай позначають штрихуванням.
- небезпечна зона під час монтажу конструкцій
- визначається з урахуванням положення крана:
- відстань від гака крана до монтажного горизонту повинна бути не менше 2м.
- відстань між стрілою крана і найближчим елементом будівлі по горизонталі — не менше 1 м.
- від протываги крана до найбільш виступаючого елемента будівлі — 14 м.
- роботи поблизу котлованів виконуються відповідно до дбн а.3.2-2-2009 з урахуванням рекомендацій таблиць.

3. Небезпечна зона біля повітряних ліній електропередач (ЛЕП):

- визначається охоронна смуга по обидва боки від крайніх проводів леп.
- під час роботи в межах цієї зони мінімальна відстань між підіймаємим вантажем або стрілою крана і проводами має бути не менше 1,5 м.

Ці вимоги забезпечують належний рівень безпеки під час будівельних і монтажних робіт.

Електропостачання є одним із головних факторів, що забезпечують безперебійний хід будівельних робіт. Проектування систем енергопостачання — це одна з пріоритетних задач в організації будівельного майданчика.

Загальні вимоги до проектування електропостачання будівельного об'єкта:

- забезпечення електроенергією: надання необхідної кількості електроенергії з відповідними параметрами (напруга, частота струму).
- гнучкість системи: можливість забезпечення живлення для всіх ділянок будівництва.
- надійність: стабільне та безперебійне енергопостачання.

- економічність: мінімізація витрат на тимчасові пристрої та зниження втрат у мережі.

Етапи проектування тимчасового енергопостачання при виконанні ремонтно-будівельних робіт:

1. розрахунок електричних навантажень для визначення потужності споживання.
2. визначення параметрів джерел енергії, таких як електричні трансформаторні підстанції або інші джерела.
3. виявлення об'єктів першої категорії, що потребують резервного живлення (наприклад, системи водопостачання чи електропідігрівачі).
4. розміщення елементів енергопостачання на генеральному плані: трансформаторних підстанцій, силових і освітлювальних мереж, інвентарного електрообладнання.
5. розробка схеми електропостачання для координації та забезпечення надійної роботи системи.

Цей порядок і вимоги спрямовані на створення ефективної та безпечної системи енергозабезпечення будівельного майданчика.

Усе обладнання буд майданчика має бути заземленим. В якості заземлювача можна використати існуючі заземлювальні пристрої, а також металеві стержні або металеві труби. Опір розтікання струму з одиничного вертикального заземлювача, влаштованого на певній глибині, розраховується за формулою [27]:

$$R_0 = 0.366 \cdot \frac{\beta}{l} \lg \frac{4l}{d},$$

де β - питомий опір ґрунту, що залежить від типу ґрунту і його вологості, $\beta = 0,6 \cdot 10^4$ Ом;

l – довжина вертикального заземлювача, приймаємо $l = 300$ см; d – діаметр заземлювача, $d = 6,5$ см.

$$R_0 = 0.366 \cdot \frac{3 \cdot 10^4}{300} \lg \frac{4 \cdot 300}{6,5} = 102,5 \text{ Ом.}$$

Допустимий опір заземлювача з врахуванням смуги зв'язку приймаємо рівним: $R_d=2/3$, $R_{\text{норм}}$, де $R_{\text{норм}}=4$ Ом – нормативний опір, $R_d = 2 \cdot 4=8$ Ом, або $R_d=R_{\text{норм}}=4$ Ом.

Необхідна кількість вертикальних заземлювачів визначається за формулою

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{доп}}} = \frac{102,5}{4} = 26 \text{ заземлювачів.}$$

Опір заземлюючого контуру складає

$$R = \frac{R_0}{n \cdot \eta}$$

де η - коефіцієнт використання вертикального заземлювача.

$$R = \frac{102,5}{26 \cdot 0,75} = 5,2 \text{ Ом.}$$

Між собою вертикальні заземлювачі з'єднують металевою стрічкою за допомогою зварювання. Довжина смужки визначається залежністю

$$l_c = 1,05 \cdot a(k - 1),$$

де a - відстань між вертикальними заземлювачами, см, тоді см.

Опір розтікання струму з стрічки визначається за формулою:

$$R_c = 0.366 \cdot \frac{\beta}{l_c} \lg \frac{2l_c}{b \cdot h},$$

де b - ширина стрічки, $b = 4$ см; h - глибина закладання стрічки, $h = 50$ см.

Результуючий опір заземлюючого контуру визначається за формулою:

$$R_p = \frac{R \cdot R_c}{(R + R_c) \cdot \eta_c},$$

де η_c коефіцієнт використання стрічки.

$$R_p = \frac{4,8 \cdot 5,2}{(4,8 + 15,2) \cdot 0,63} = 3,96 \text{ Ом} < 40 \text{ м.}$$

Умова виконується. Використовуємо заземлювач з 26 заземлювачів.

7.2. Проектування протипожежних заходів

Вимоги до організації будівельних майданчиків та заходи пожежної безпеки наступні.

В'їзди на територію будівництва [25]:

- будівельні майданчики площею більше 5 га повинні мати щонайменше два в'їзди, розташованих у різних місцях.
- території з площею забудови понад 10 га повинні забезпечувати під'їзди з різних сторін.

Складування лісоматеріалів:

- майданчики для складування лісоматеріалів необхідно регулярно очищати від: сухої трави; будяків; кори.
- лісоматеріали слід зберігати в штабелях із дотриманням протипожежних розривів.

На видних місцях будівельних майданчиків, де зберігаються горючі матеріали та вогненебезпечні рідини, необхідно розміщувати:

- попереджувальні знаки про заборону куріння;
- плакати та вивіски щодо дотримання заходів пожежної безпеки.

Протипожежне обладнання

1. На території будівництва необхідно встановити пожежні щити червоного кольору з набором:

- двох вогнегасників;
- ручного інструменту (сокира, лопата);
- пожежних відер (2 шт., червоного кольору).

2. Біля пожежних щитів слід розміщувати [25]:

- ящики з піском (об'ємом 0,5, 1,3 м³);
- баки з водою (мінімальний об'єм – 0,2 м³).

Вимоги до тимчасових металевих печей

1. Висота ніжок металевих печей повинна бути не менше 0,2 м.

2. Згораємі підлоги під ногами печі ізолюються:

- одним рядом цегли на глиняному розчині;
- азбестовим картоном товщиною 12 мм із покриттям покрівельною сталлю.

3. Металеві печі слід розташовувати:

- на відстані не менше 1 м від дерев'яних конструкцій без захисту.

4. Металеві труби повинні знаходитися:

- не менше ніж за 0,1 м від згораємих стін без ізоляції;
- не менше ніж за 0,25 м при наявності ізоляції, яка запобігає підвищенню температури вище 90°C.

Варіння бітуму

1. Біля кожного котла для варіння бітуму має бути комплект пожежного обладнання: вогнегасник; лопати; сухий пісок.

2. Змішування бітуму з бензином проводиться на відстані не менше 50 м від місця його розігріву.

Порядок змішування: розігрітий бітум заливається в бензин, а не навпаки; перемішування здійснюється дерев'яною мішалкою.

3. Місця зберігання вогненебезпечних рідин розташовуються:

- на більш низьких відмітках;
- із забезпеченням обвалування.

7.3. Безпечна організація навантажувально-розвантажувальних робіт

Навантажувально-розвантажувальні роботи є невід'ємною частиною будь-якого виробничого процесу. Вони включають в себе переміщення вантажів різного розміру і ваги з одного місця на інше, що є потенційно небезпечним для працівників через використання вантажопідйомних механізмів, транспортних засобів та ручну працю. З огляду на це, питання безпеки на таких роботах є особливо важливими. Для збереження здоров'я працівників і запобігання нещасним випадкам необхідно дотримуватися суворих стандартів і вимог, що регулюються нормативними документами з охорони праці та безпеки [25, 26].

1. Обладнання робочих місць знаками безпеки та огорожами.

Одним із основних елементів безпеки є чітке маркування і огороження зон, де здійснюються навантажувально-розвантажувальні роботи. Для цього необхідно обладнати робочі місця відповідними знаками безпеки відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7010:2019. Це включає в себе як візуальні знаки для попередження про небезпеку, так і вказівники, які допомагають орієнтувати працівників і відвідувачів майданчика.

Крім того, зони складування вантажів, які переміщуються за допомогою кранів, повинні бути обнесені спеціальним інвентарним огороженням висотою не менше 1 метра. Це необхідно для того, щоб уникнути випадкового доступу до небезпечних зон під час виконання робіт.

2. Використання переносних драбин при роботах на висоті.

Для виконання робіт на штабелях висотою до 1,5 м необхідно використовувати переносні інвентарні драбини. Ці драбини повинні бути виготовлені із міцних матеріалів, щоб витримувати вагу людини та необхідний вантаж. Драбини мають бути стабільними і надійно зафіксованими, щоб запобігти їх ковзанню або падінню.

Важливо, щоб драбини були оснащені відповідними підкладками на нижній частині для запобігання ковзанню, а також мали спеціальні кріплення для фіксації на вертикальних поверхнях під час виконання робіт.

3. Освітлення робочих місць.

Однією з основних вимог до безпеки є забезпечення належного освітлення на робочих місцях, проходах і проїздах. Згідно з нормативами, освітлення не повинно бути менше 10 луксів (лн). Крім того, освітлення повинно бути рівномірним, без тіней і осліплюючої дії на працюючих.

Для створення належного освітлення на будівельних майданчиках рекомендується використовувати прожектори типу ПЗ або ПЗС потужністю до 1500 Вт. При цьому важливо розміщувати освітлювальні прилади так, щоб вони покривали всі робочі зони без залишків темних ділянок, які можуть стати причиною нещасних випадків.

4. Механізовані способи виконання робіт.

До механізованих способів виконання навантажувально-розвантажувальних робіт відносяться операції з переміщення вантажів масою понад 50 кг, особливо при підйомі вантажу на висоту, що перевищує 3 м. Для таких робіт використовуються вантажопідйомні машини, такі як крани, автокрани, а також механічні засоби для підйому і переміщення вантажів.

Переміщення матеріалів вручну на ношах по горизонтальних шляхах дозволяється тільки в особливих випадках і не на відстань більше 50 м. Важливо зазначити, що для працівників, які виконують ці роботи, існують обмеження на допустиму вагу вантажу. Для чоловіків старше 18 років вага не повинна перевищувати 50 кг, а для жінок — 20 кг.

5. Вимоги до персоналу, що працює з вантажопідйомними машинами.

До управління вантажопідйомними машинами та стропування вантажів допускаються лише особи, що досягли 18-річного віку і мають відповідні посвідчення на право виконання цих робіт. Крім того, для працівників, що виконують ці роботи, обов'язковим є проходження інструктажів не рідше одного разу на три місяці.

Для забезпечення належного контролю та запобігання помилок, відповідальність за виконання робіт з переміщення вантажів кранами повинна бути покладена лише на одну особу на зміну. Це оформляється наказом, який підписується працівником під розписку.

6. Заборона на використання несправного обладнання.

Використання вантажопідйомних пристроїв, які не мають маркування або несправні, є категорично забороненим. Необхідно також забезпечити відповідність вантажопідйомних засобів до типу вантажу та допустимої вантажопідйомності. Всі пристрої повинні проходити регулярні технічні огляди і ремонти, щоб забезпечити їх нормальну працездатність.

Також важливо, щоб працівники були обізнані з нормами для бракування канатів і визначення їх придатності для подальшого використання.

7. Вимоги до стропування вантажів.

При підйомі вантажів, на які не розроблені спеціальні способи стропування, роботи повинні виконуватись тільки в присутності відповідальних осіб, які контролюють правильність виконання стропування і підйому вантажу.

Усі команди на підйом вантажу повинні бути подані лише стропальниками або іншими уповноваженими особами. Забороняється виконувати команди, які виходять від інших робітників, окрім команди “стоп”, яка може бути подана будь-яким працівником, якщо є загроза безпеці.

8. Вимоги до укладання вантажів на транспорті.

Укладання вантажів на транспортних засобах повинно здійснюватися таким чином, щоб запобігти їх зміщенню або падінню під час транспортування. Забороняється знаходження людей в кузові автомобіля під час навантаження. Водій транспортного засобу повинен покинути кабінку при навантаженні.

Для запобігання падінню вантажів повинні використовуватись спеціальні пристрої для кріплення, такі як ремені, ланцюги або інші засоби фіксації. У разі необхідності борти кузова можна наростити, щоб забезпечити стійкість вантажу.

9. Рекомендації щодо роботи з самоскидами.

Крім того, важливо дотримуватися правил безпеки при роботі з самоскидами. Наприклад, при засипці виймок самоскид повинен зупинитися на відстані не менше 1 м від бровки природного відкосу, щоб уникнути можливості перекидання або зміщення вантажу.

Забороняється перевезення довгомірних вантажів, які виходять за межі кузова, оскільки це може створити небезпеку як для водія, так і для інших учасників руху. Водії самоскидів повинні дотримуватись обмеження швидкості, яка не повинна перевищувати 10 км/год на будівельному майданчику і 5 км/год на поворотах [25].

Забезпечення безпеки при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт є важливим аспектом будь-якої виробничої діяльності. Для цього необхідно дотримуватися встановлених стандартів, виконувати регулярні інструктажі для працівників і забезпечувати належний контроль за виконанням робіт. Дотримання цих вимог дозволяє знизити ризики нещасних випадків і забезпечити безпечні умови праці для всіх учасників процесу.

Вантажні бортові автомобілі, призначені для перевезення людей, повинні бути обладнані лавками, надійно прикріпленими до кузова на 15 см нижче верхньої кромки борта. Кількість людей, які перевозяться в кузові автомобіля не повинна перевищувати для автомобілів вантажопідйомністю [25, 26]:

<1,5 т – 9 чол.

1,5 - 2 т – 16 чол.

2,5 – 3,5 т – 20 чол.

3,5 – 4,5 т – 24 чол.

від 5 до 7 т – 30 чол.

7 і більше – 36 чол.

При перевезенні вантажів автонавантажувачами забороняється перевозити їх піднятими на висоту більше 1 м.

Розрахунок кран-балки насосної станції

1. Знаходимо навантаження, що діє на головну балку крана

$$P = G * K_n * K_{\partial} + G_m * K_n ,$$

де G – вага обладнання, що піднімається, кг; G_m – вага плити, кг.

$$P = 3200 * 1,1 * 1,1 + 560 * 1,1 = 4488 \text{ кгс}$$

2. Визначаємо максимальний згинаючий момент в балці:

$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{4},$$

$$M_{\max} = 4488 * 600 / 4 = 561000 \text{ кгс см}$$

3. Підраховуємо потрібний момент опору поперечного перерізу балки крану

$$W_{tr} = \frac{M_{\max}}{m \cdot R} = \frac{561000}{0,85 \cdot 2100} = 314 \text{ см}^2$$

Підбираємо двотавр

4. Перевіряємо прогин балки крана:

$$f = P * l^3 / (48 * E * j^D) = 4488 * 600^3 / (48 * 2,1 * 10^6 * 5010) = 0,56 \text{ см}$$

$$f = 0,56 \text{ см} < [f] = l / 400 = 600 / 400 = 1,5 \text{ см}$$

6. Визначаємо максимальне завантаження на ходову кінцеву балку крану

$$R_K = P \cdot \frac{(l - a)}{l} + G_{б.к} \cdot \frac{K_{\Pi}}{2},$$

$$\text{де } G = g^D * l = 31,5 * 6 = 158 \text{ кг}$$

$$R_K = 4488 \cdot \frac{(600 - 50)}{600} + 158 \cdot \frac{1,1}{2} = 4126 \text{ кгс.}$$

7. Потрібний момент опору поперечного перерізу кінцевої балки складає

$$W_{mp} = \frac{M_K}{m \cdot R}$$

$$W_{mp} = \frac{206305}{0,85 \cdot 2100} = 116 \text{ см}^3.$$

8. Для кінцевої балки приймаємо швелер

$$W''' = 70,2 \text{ см}^3 \quad (W = 2W''' = 2 * 70,2 = 140,4 \text{ см}^3)$$

7.4 Влаштування тимчасових доріг

Організація тимчасових доріг і під'їздів на є ключовим елементом для забезпечення безпеки, ефективності та безперебійної роботи транспорту, що транспортує матеріали, техніку та обладнання. Для успішного виконання будівельних робіт необхідно забезпечити зручний доступ до всіх важливих ділянок будівельного майданчика, а також створити умови для ефективного виконання монтажних і навантажувально-розвантажувальних робіт.

1. Загальні вимоги до організації тимчасових доріг.

Перед початком зведення підземної частини будівлі або споруди тимчасові дороги та під'їзди повинні бути повністю готові. Вони повинні забезпечувати безперешкодний проїзд транспорту до таких важливих об'єктів, як монтажні майданчики, склади та побутові приміщення. Окрім того, вони повинні сприяти безпечному й швидкому переміщенню техніки, що використовується під час будівництва.

Організація руху транспорту повинна бути продумана таким чином, щоб забезпечити безпеку та уникнути заторів. Крім того, схема розташування тимчасових доріг повинна враховувати всі важливі елементи майданчика, включаючи місця для навантаження і розвантаження, а також проходи до складів і побутових приміщень [14, 23].

Для забезпечення ефективного руху дорога на будівельному майданчику повинна мати кільцеву організацію, що дозволяє уникнути затримок. Для тупикових під'їздів необхідно передбачити майданчики для розвороту та роз'їзди.

2. Вимоги до мінімальних відстаней між елементами майданчика.

Проектуючи тимчасові дороги, важливо дотримуватися мінімальних відстаней між дорогами та іншими елементами будівельного майданчика. Це допомагає забезпечити безпечний рух транспорту та дозволяє ефективно використовувати територію.

Згідно з нормами, мінімальні відстані між дорогами та різними об'єктами повинні становити:

- між дорогою та складською площадкою — від 0,5 до 1,0 м;
- між дорогою та підкрановими шляхами — від 6,5 до 12,5 м;
- між дорогою та загорожею будівельного майданчика — не менше 1,5 м;
- між дорогою та бровкою траншеї, в залежності від типу ґрунту та глибини траншеї:
 - для суглинистих ґрунтів — 0,5-0,75 м;
 - для піщаних ґрунтів — 1,0-1,5 м.

Неможливо прокласти тимчасові дороги на місцях, де проходять підземні комунікації або де вони будуть прокладені в майбутньому, оскільки це може призвести до деформації доріг і просідання ґрунту.

3. Проектування тимчасових доріг для різних погодних умов.

Тимчасові дороги повинні бути спроектовані так, щоб забезпечити проїзд транспорту в будь-яку пору року та за будь-яких погодних умов. Це особливо важливо для забезпечення безпеки робітників і безперебійного постачання матеріалів на майданчик.

Для цього необхідно враховувати такі параметри [25]:

- ширина дороги для одностороннього руху – не менше 3,5 м;
- для двостороннього руху – не менше 6 м;
- радіус закруглення повинен бути не менше 10 м, а для великих машин – не менше 12 м.

У разі використання важкої будівельної техніки ширина проїжджої частини має бути збільшена до 8 м. Це дозволяє забезпечити комфортний проїзд великих транспортних засобів та техніки.

На ділянках доріг з одностороннім рухом, де проводяться навантажувально-розвантажувальні роботи в зоні роботи крана, повинні бути передбачені спеціальні майданчики для виконання цих робіт. Такий майданчик має мати ширину не менше 6 м і довжину 12-18 м.

4. Ворота та конструкція тимчасових доріг.

Ширина воріт для в'їзду на територію будівельного майданчика повинна складати не менше 4,5 м, що дозволяє безперешкодно пропускати великогабаритний транспорт.

Конструкція тимчасових доріг може варіюватися в залежності від умов, таких як інтенсивність руху, тип ґрунту та навантаження. Основні типи конструкцій включають:

- природні ґрунтові дороги, що використовуються в сприятливих умовах і при низькій інтенсивності руху;
- ґрунтові дороги покращеної конструкції для більш інтенсивного руху;
- дороги з твердим покриттям, що забезпечують високу прохідність і зручні для руху в будь-яку пору року;
- дороги з збірних залізобетонних плит, які можуть бути використані в особливих випадках, коли необхідно створити максимально міцне та надійне покриття.

Тип дороги вибирається в залежності від інтенсивності руху транспорту, типу ґрунту та інших умов будівельного майданчика.

5. Підготовка ґрунтових доріг.

Ґрунтові дороги є ефективним рішенням для будівельних майданчиків з невеликою інтенсивністю руху (до трьох автомобілів на годину). Вони можуть бути використані в сприятливих ґрунтових і гідрогеологічних умовах, коли необхідно швидко організувати доступ до різних ділянок майданчика. Для профілювання таких доріг необхідно враховувати поперечний ухил, що має складати від 40% до 60%, щоб забезпечити належне відведення води.

Ґрунтові дороги можуть бути закріплені різними матеріалами, такими як гравій, шлак або піщано-гравійні суміші. Це дозволяє значно покращити їх стійкість і прохідність в умовах різних погодних явищ.

Правильне проектування та організація тимчасових доріг на будівельних майданчиках є важливою умовою для забезпечення безпеки і ефективності будівельних робіт. Вибір типу доріг, їх конструкція, ширина та розташування повинні відповідати вимогам щодо безпеки руху, зручності та стабільності транспорту. Важливо також враховувати погодні умови та особливості майданчика для забезпечення стабільності доріг протягом всього будівельного процесу.

8. ВИТРАТИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

8.1 Загальні положення

Визначення сумарних щорічних затрат при експлуатації зрошувальної системи є ключовим етапом оцінки економічної ефективності її функціонування. Ці витрати можна умовно розділити на такі основні складові [14, 28]:

- Експлуатаційні витрати, що включають витрати на оплату праці персоналу (зарплата операторів насосних станцій, технічного персоналу, інженерів, адміністраторів); витрати на електроенергію (робота насосних агрегатів та іншого обладнання); витрати на ремонт і технічне обслуговування (заміна обладнання, профілактичний ремонт, ремонт магістральних трубопроводів і каналів); витрати за спеціальне водокористування.
- Адміністративні витрати складаються із оренди або утримання офісів, канцелярські витрати, оплата послуг зв'язку, бухгалтерського обліку та аудиту.
- Амортизаційні витрати основних засобів, таких як насосні станції, гідротехнічні споруди, трубопроводи, канали, дороги, зв'язок, техніка, тощо.
- Витрати на модернізацію, тобто інвестиції в оновлення обладнання або покращення системи зрошення (наприклад, перехід на краплинне зрошення).
- Витрати на дотримання вимог щодо впливу на навколишнє середовище, очищення дренажного стоку та моніторинг стану ґрунту.

8.2 Амортизаційні відрахування та затрати на поточний ремонт

Амортизаційні відрахування приймаються за усередненими показниками, це означає, що використовується стандартизована величина, яка враховує типове зношення та терміни служби основних засобів зрошувальної

системи. У такому випадку амортизаційні витрати розраховуються за формулою:

$$C_{\text{амортизація}} = A \cdot V, \quad (8.1)$$

де A – усереднений коефіцієнт амортизації (у частках від вартості обладнання на рік); V – загальна первісна вартість основних засобів.

Ця сума враховується у зведеній відомості як одна із складових сумарних щорічних витрат.

Важливо відзначити, що усереднені значення базуються на галузевих рекомендаціях і досвіді експлуатації подібних систем. Але використання усереднених коефіцієнтів знижує трудомісткість розрахунків, але може впливати на точність прогнозів. При цьому рекомендується переглядати усереднені показники, якщо відбувається значне оновлення обладнання чи змінюються умови експлуатації.

Початкову вартість елементів системи визначаємо за формулою

$$A = \alpha \cdot F_{\text{нтс}}, \quad (8.2)$$

де α – вартість будівель, споруд, елементів системи на 1га площі зрошення, грн.

Щорічні амортизаційні відрахування, затрати на поточний ремонт визначаються за формулою

$$K(K/) = \beta(\beta/)A, \quad (8.3)$$

Розрахунки з визначення розміру щорічних амортизаційних відрахувань та затрат на поточний ремонт виконуємо в табличній формі (табл. 8.1)

Відрахування на амортизацію з розрахунку на 1 га площі зрошення в середньому складає

$$K_c = 907480/12301 = 74 \text{ грн.}$$

Таблиця 8.1 - Амортизаційні відрахування та затрати на поточний ремонт

F_n = 12301 га

| Основні фонди зрошувальної системи | Капітальні вкладення | | Амортизаційні відрахування | | Відрахування на поточний ремонт | |
|--|----------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------------------|----------|
| | грн/га | тис.грн. | норма,% | тис.грн. | норма,% | тис.грн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Головна споруда | 265 | 3259,77 | 3,5 | 114,09 | 1,5 | 48,90 |
| Будівля НС | 98 | 1205,50 | 3,9 | 47,01 | 2,2 | 26,52 |
| Обладнання НС | 120 | 1476,12 | 19,3 | 284,89 | 5,0 | 73,81 |
| Зрошувальні канали | 230 | 2829,23 | 3,6 | 101,85 | 3,0 | 84,88 |
| Колекторно-денажна мережа | 180 | 2214,18 | 3,8 | 84,14 | 0,5 | 11,07 |
| ГТС | 230 | 2829,23 | 4,5 | 127,32 | 2,0 | 56,58 |
| Гідромеліоративні створи | 80 | 984,08 | 9,2 | 90,54 | 5,3 | 52,16 |
| Гідромеліоративні пости | 58 | 713,46 | 4,5 | 32,11 | 2,2 | 15,70 |
| Дорожня мережа | 45 | 553,55 | 10,3 | 57,02 | 4,0 | 22,14 |
| Засоби зв'язку | 112 | 1377,71 | 9,2 | 126,75 | 3,0 | 41,33 |
| Засоби автоматизації управління водозабором і водорозподілом | 42 | 516,64 | 29,5 | 152,41 | 4,5 | 23,25 |
| Допоміжні споруди | 65 | 799,57 | 6,0 | 47,97 | 2,5 | 19,99 |
| Всього | | | | 1266,09 | | 476,32 |

8.3 Штат управління зрошувальних систем і експлуатаційних ділянок

Чисельність адміністративно-управлінського персоналу визначається в залежності від групи системи. Для організації та управління зрошувальними системами і насосними станціями необхідно передбачити штат управління зрошувальної системи та експлуатаційних ділянок. Встановлюємо за діючими нормами.

Посадові оклади для експлуатаційних працівників визначаються на основі категорії системи та інших умов

Розрахунки для визначення кількості персоналу та витрат на їх утримання зводяться в таблиці 8.2.

Штат експлуатаційних ділянок представлений в таблиці 8.3.

Штат насосної станції і його річна заробітна плата наводяться в таблиці 8.4.

Ці таблиці містять детальну інформацію про чисельність працівників, їх оклади, умови праці та необхідні розрахунки для планування витрат.

Річний фонд заробітної плати по системі визначаємо за формулою

$$\Sigma\Phi = \Sigma\Phi_{\text{упр}} + \Sigma\Phi_{\text{діл}} + \Sigma\Phi_{\text{НС}}, \quad (8.4)$$

$$\Sigma\Phi = 3171240 + 12420000 + 1912680 = 17503920 \text{ грн.}$$

Аналогічно фонду заробітної плати визначаємо загальну кількість працівників, зайнятих на експлуатації зрошувальної системи за формулою

$$\Sigma N = \Sigma N_{\text{упр}} + \Sigma N_{\text{діл}} + \Sigma N_{\text{НС}}, \quad (8.5)$$

$$\Sigma N = 10 + 65 + 11 = 86 \text{ чол.}$$

Визначаємо кількість одиниць персоналу на 1000 га зрошуваних земель за формулою

$$N_{1000} = \frac{\Sigma_1^3 N}{F_n^c} \cdot 1000, \quad (8.6)$$

$$N_{1000} = \left(\frac{86}{12301} \right) \cdot 1000 = 7 \text{ осіб.}$$

Показник заробітної плати на 1га зрошуваної площі

$$\Phi_{\text{пит}} = \frac{\Sigma\Phi}{F_n^c}, \quad (8.7)$$

$$\Phi_{\text{пит}} = 17503920 / 12301 = 1422,96 \text{ грн/га.}$$

Таблиця 8.2 - Штат управління зрошувальної системи

Категорія системи IV

| Посада | Кількість одиниць | Посадовий Місячний оклад, грн. | Заробітна плата за рік, грн. |
|---|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Начальник управління | 1 | 25000 | 300000 |
| Заступник начальника управління | 1 | 22000 | 264000 |
| Головний інженер | 1 | 22000 | 264000 |
| Головний бухгалтер | 1 | 22000 | 264000 |
| Провідний спеціаліст з охорони праці | 1 | 12500 | 150000 |
| Начальник відділу водокористування | 1 | 20000 | 240000 |
| Інженер II-ї категорії | 1 | 18000 | 216000 |
| Інженер III-ї категорії | 1 | 16000 | 192000 |
| Головний механік | 1 | 16000 | 192000 |
| Начальник ремонтно-експлуатаційного відділу | 1 | 18000 | 216000 |
| Всього | 10 | - | 2298000 |
| Нарахування на ЗП (38%) | - | - | 873240 |
| Разом по системі за рік | - | - | 3171240 |

Таблиця 8.3 - Лінійний штат експлуатаційних дільниць

| Посада | Експлуатаційна дільниця | | | | | Разом | Зарплата в місяць, грн | Річна зарплата грн |
|------------------------------------|-------------------------|-----|----|----|----|-------|------------------------|--------------------|
| | II | III | IV | V | VI | | | |
| Начальник експлуатаційної дільниці | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 15000 | 900000 |
| Інженер по водокористуванню | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 13000 | 780000 |
| Інженер ремонтних робіт | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 13000 | 780000 |
| Інженер-меліоратор | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 13000 | 780000 |
| Технік по водоспоживанню | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 12000 | 720000 |
| Регулювальник споруд | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10500 | 630000 |
| Технік – механік | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10500 | 630000 |
| Технік – меліоратор | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10500 | 630000 |
| Технік зі зв'язку | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10500 | 630000 |
| Водій | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | 10500 | 2520000 |
| Разом | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 65 | - | 9000000 |
| Нарахування на ЗП (38%) | | | | | | | | 3420000 |
| Всього за рік | | | | | | | | 12420000 |

Таблиця 8.4 - Штат насосної станції

| Посада | Кількість одиниць | Зарплата в місяць, грн | Річна зарплата, грн |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Начальник НС | 1 | 12500 | 150000 |
| Старший інженер електромеханік | 1 | 12500 | 150000 |
| Старший диспетчер | 1 | 10500 | 126000 |
| Диспетчер | 2 | 8500 | 204000 |
| Електромеханік | 2 | 10500 | 252000 |
| Машиністи НС | 4 | 10500 | 504000 |
| Разом | 11 | - | 1386000 |
| Нарахування на ЗП (38%) | - | - | 526680 |
| Всього по НС | - | - | 1912680 |

Всього експлуатаційного штату по УЗС 72 одиниці.

Заробітна плата за рік 17503920 грн.

Кількість одиниць на 1000 га зрошення 3,48 одиниці.

Адміністративно-господарські витрати включають: витрати на відрядження; витрати на службові роз'їзди; канцелярські витрати. Ці витрати по системі можуть бути визначені як певний відсоток від загальної суми експлуатаційних витрат без урахування вартості електроенергії або, як альтернатива, ці витрати можуть бути виражені як фіксована сума на одиницю площі (в цьому випадку — 360 грн на 1 гектар).

В нашому випадку

$$\Phi_{AGB} = 360 \cdot 12301 = 4428360 \text{ грн.}$$

8.4. Визначення затрат на очистку каналів від наносів

Об'єм завислих наносів, що надходить в систему за місяць визначається за формулою

$$W_3 = W_n \cdot \rho / (1000 \gamma_1), \quad (8.4)$$

де ρ - середньомісячна каламутність води в річці, $\text{кг}/\text{м}^3$; γ_1 - щільність завислих наносів (1,2-1,4 $\text{т}/\text{м}^3$).

Розрахунки з визначення загальної кількості наносів, що надішли в зрошувальну систему щомісячно і за рік в цілому зводимо в табл. 8.4

Таблиця 8.5 - Об'єм наносів, що надходять в зрошувальну систему за рік

| Показник | Місяці роботи системи | | | | | | Сума за рік, м^3 |
|---|-----------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|---------------------------|
| | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | |
| Середньомісячні витрати, $Q_{\text{ор}}, \text{м}^3/\text{с}$ | 2714446 | 11571492 | 11940048 | 14906635 | 13488155 | 10196150 | 64816926 |
| Середньомісячна каламутність, $\text{г}/\text{м}^3$ | 2,0 | 1,2 | 2,0 | 2,4 | 2,9 | 1,8 | 12,3 |
| Об'єм зважених наносів, $W_{\text{зв}}, \text{м}^3$ | 3877,78 | 9918,422 | 17057,21 | 25554,231 | 27939,75 | 13109,336 | 97456,73 |
| Об'єм донних наносів, м^3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Разом | 3877,78 | 9918,422 | 17057,21 | 25554,231 | 27939,75 | 13109,336 | 97456,73 |

Таблиця 8.6 - Розподіл наносів по окремих ділянках зрошувальної системи

| Найменування | Одиниці виміру | Завислі наноси |
|------------------------|-------------------|----------------|
| Головна ділянка | $\% / \text{м}^3$ | 20 / 19491,35 |
| Магістральний канал | $\% / \text{м}^3$ | 38 / 37033,55 |
| Міжгосподарські канали | $\% / \text{м}^3$ | 42 / 40931,83 |
| Всього | $\% / \text{м}^3$ | 100 / 97456,73 |

Таблиця 8.7 - Заходи по боротьбі з наносами

| Вид роботи | Одиниці виміру | Завислі наноси |
|--------------------|-------------------|----------------|
| Промивка на Г.Д | $\% / \text{м}^3$ | 20 / 19491,35 |
| Механічне очищення | $\% / \text{м}^3$ | 80 / 77965,38 |
| Всього | - | 100 / 97456,73 |

Вартість робіт по боротьбі з наносами приведена в табл.8.8.

Таблиця 8.8 - Визначення вартості робіт по боротьбі з наносами

| Найменування | Об'єм робіт | Вартість, грн/м ³ | Загальна вартість, тис. грн. |
|--|-------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Головна ділянка і магістральний канал | | | |
| Промивка на Г.Д | 19491,35 | 220,00 | 4288,097 |
| Очистка екскаватором з відновленням профілю | 33330,20 | 170,00 | 5666,133 |
| Доочистка вручну | 3703,35 | 300,00 | 1111,005 |
| Всього | 56524,90 | - | 11065,24 |
| Міжгосподарські канали | | | |
| Очистка земснарядом | 18419,32 | 200,00 | 3683,864 |
| Очистка екскаватором з відновленням проектного профілю | 18419,32 | 170,00 | 3131,284 |
| Доочистка вручну | 4093,19 | 300,00 | 1227,957 |
| Всього | 40931,82 | - | 8043,11 |
| Разом | 97456,72 | | 19108,34 |

Затрати на очистку каналів включають в загальні експлуатаційні затрати. Показники заходів по боротьбі з наносами по системі зводимо в табл.8.9.

Таблиця 8.9 - Показники заходів по боротьбі з наносами

| Найменування | Площа системи, F _н га; об'єм води поданий в систему, W ₁ , м ³ | Об'єм наносів, W, м ³ | Вартість очистки, грн. | Показник* | | |
|----------------------------|---|----------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | | W', м ³ /га | S ₀ ', грн./га | S', грн./м ³ |
| По системі | 12301 | 97456,73 | 19108,34 | 7,92 | 1553,4 | 0,29 |
| На ГД і МК | | 56524,9 | 11065,24 | 4,60 | 899,54 | 0,17 |
| На міжгосподарській мережі | 64816926 | 40931,83 | 8043,11 | 3,33 | 653,86 | 0,12 |

*Примітка: W' - об'єм наносів на 1га; S₀' - вартість очистки наносів на 1 га зрошуваної площі; S' - вартість очистки наносів на 1 м³ поданої води, грн/ м³.

8.5. Антифільтраційні заходи

На зрошувальних системах проводять заходи по боротьбі з фільтрацією води із каналів, з метою підвищення ККД міжгосподарської мережі і системи взагалі. Боротьбу з фільтрацією можна проводити на окремих ділянках системи, на

окремих каналах, або на системі взагалі. Для цього визначають чергу протягом ряду років.

Для розробки заходів по боротьбі з фільтрацією на міжгосподарській мережі каналів встановлюємо середній ККД водопровідної мережі $\eta_{МГМ} = 0,69$, якщо цей коефіцієнт менше проектного $\eta_{пл} = 0,85$, то назначаємо протифільтраційні заходи, необхідний процент зниження втрат визначаємо за формулою

$$\delta = \frac{\eta_{пр} - \eta_{МГМ}}{1 - \eta_{МГМ}} \cdot 100, \quad (8.10)$$

де $\eta_{пл}$ - плановий ККД міжгосподарської мережі; $\eta_{МГМ}$ – ККД до проведення протифільтраційних заходів.

В нашому випадку

$$\delta = (0,85 - 0,69) / (1 - 0,69) \cdot 100 = 51,6 \text{ \%}.$$

Якщо заходи боротьби з втратами води дають більший процент зниження, ніж планувалось, тоді необхідно визначити новий ККД за формулою

$$\eta_{пл} = \eta_{МГМ} + (1 - \eta_{МГМ}) \cdot \frac{\delta^1}{100}, \quad (8.11)$$

$$\eta_{пл} = 0,69 + (1 - 0,69) \cdot \frac{51,6}{100} = 0,84996 \approx 0,85,$$

В залежності від необхідного зниження втрат води і властивості ґрунтів, що складають поперечний розріз каналів у відповідності з табл. 8.10.

Таблиця 8.10 - Відсоток зниження втрат води, тривалість дії і вартість протифільтраційних заходів

| Противільтраційні заходи | Зниження втрат води | Термін служби, Т, років | Вартість 1м ² ,грн |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Ущільнення ґрунту | 50-60% | 5-9 | 90 |
| Кальматація глиною: | | | |
| - без ущільнення | 50-60% | 5 | 110 |
| - з ущільненням | 66-75% | 12 | 130 |
| Глиняний екран | 75-80% | 5 | 330 |

З табл.8.10. для зниження втрат води вибираємо протифільтраційний захід – в нашому випадку приймаємо ущільнення ґрунту.

Встановлюємо змочену поверхню каналу, що підлягає протифільтраційному обробітку. Наближено для зрошувальних каналів визначаємо за формулою

$$\omega_{обр} = \frac{4,5\sqrt{Q_{обр}} \cdot l}{T}, \quad (8.12)$$

де $Q_{обр}$ - максимальна витрата каналу, м³/с; l - довжина каналу, м.

Сумарну змочувану поверхню каналів, що підлягає протифільтраційному обробітку зводимо в табл. 8.11.

Таблиця 8.11 - Визначення сумарної змоченої поверхні каналів, що підлягають ущільненню

| Найменування каналу | $Q_{обр}$, м ³ /с | Довжина каналу, м | $\omega_{зм}$, м ² |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| МК | 5,5655 | 4600 | 9766,8 |
| I-II | 0,9821 | 6400 | 5708,2 |
| I-III | 4,3396 | 4200 | 7874,4 |
| III-IV | 0,9102 | 6800 | 5838,7 |
| III-V | 1,0035 | 11200 | 10098 |
| III-VI | 1,6678 | 5000 | 5811,4 |
| VI-VII | 1,0901 | 2800 | 2631,1 |
| II-14 | 0,2987 | 3600 | 1770,8 |
| II-13 | 0,1874 | 3400 | 1324,7 |
| II-15 | 0,3808 | 3000 | 1666,1 |

Продовження табл.8.11

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|--------|----------------|----------------|
| III-8 | 0,2664 | 1400 | 650,34 |
| III-9 | 0,2943 | 2800 | 1367,1 |
| IV-10 | 0,2996 | 2400 | 1182,3 |
| IV-11 | 0,2396 | 5000 | 2202,7 |
| IV-12 | 0,2621 | 3200 | 1474,4 |
| V-5 | 0,3004 | 3800 | 1874,5 |
| V-6 | 0,2535 | 3600 | 1631,3 |
| V-7 | 0,2703 | 4200 | 1965,2 |
| VI-4 | 0,4477 | 2600 | 1565,7 |
| VII-1 | 0,4036 | 2000 | 1143,5 |
| VII-2 | 0,1212 | 2200 | 689,31 |
| VII-3 | 0,5093 | 1600 | 1027,7 |
| Разом | - | $\Sigma 85800$ | $\Sigma 69264$ |

Протифільтраційні заходи проводимо протягом декількох років.

Загальні затрати на боротьбу з фільтрацією води із каналів визначаємо за формулою

$$C = a \cdot \omega_{обр}, \quad (8.14)$$

де a – вартість 1 м^2 протифільтраційних заходів, $a=90$ грн.

$$C = 90 \cdot 69264 = 6233760 \text{ грн.}$$

8.6 Заходи по боротьбі з бур'янами в каналах

Площу очищення каналів від бур'янів визначаємо за формулою

$$\omega_{обк} = 0,001 \cdot l \cdot \sqrt{Q_{обр}^{max}}, \quad (8.15)$$

де $Q_{обр}^{max}$ – максимальна пропускна здатність каналу, $\text{м}^3/\text{с}$; l – довжина каналу, м.

Розрахунки виконуємо в табличній формі (табл.8.12.)

Таблиця 8.12 - Визначення сумарної змоченої поверхні каналів, що підлягають ущільненню

| Найменування каналу | $Q_{бр}$, м ³ /с | Довжина каналу, м | $\omega_{зм}$, м ² |
|---------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| МК | 5,5655 | 4600 | 10,852 |
| I-II | 0,9821 | 6400 | 6,342 |
| I-III | 4,3396 | 4200 | 8,749 |
| III-IV | 0,9102 | 6800 | 6,487 |
| III-V | 1,0035 | 11200 | 11,219 |
| III-VI | 1,6678 | 5000 | 6,457 |
| VI-VII | 1,0901 | 2800 | 2,923 |
| II-14 | 0,2987 | 3600 | 1,967 |
| II-13 | 0,1874 | 3400 | 1,471 |
| II-15 | 0,3808 | 3000 | 1,851 |
| III-8 | 0,2664 | 1400 | 0,722 |
| III-9 | 0,2943 | 2800 | 1,518 |
| IV-10 | 0,2996 | 2400 | 1,313 |
| IV-11 | 0,2396 | 5000 | 2,447 |
| IV-12 | 0,2621 | 3200 | 1,638 |
| V-5 | 0,3004 | 3800 | 2,082 |
| V-6 | 0,2535 | 3600 | 1,812 |
| V-7 | 0,2703 | 4200 | 2,183 |
| VI-4 | 0,4477 | 2600 | 1,739 |
| VII-1 | 0,4036 | 2000 | 1,270 |
| VII-2 | 2200 | 0,765 | 0,1212 |
| VII-3 | 1600 | 1,141 | 0,5093 |
| Разом | | $\Sigma 85800$ | $\Sigma 76,948$ |

Щорічні затрати по боротьбі з бур'янами при дворазовому обкошенні визначаємо за формулою

$$S_{об} = 4(\alpha'_1 \cdot c_1 \cdot \sum \omega_{об} + \alpha'_2 \cdot c_2 \cdot \sum \omega_{об}) , \quad (8.16)$$

де α'_1 і α'_2 - частка площі, що підлягає обкошування вручну та механічними косарками відповідно, $\alpha'_1=(0,2\div 0,3)$; $\alpha'_2=(0,8\div 0,7)$; c_1 - вартість обкошування вручну (1500 грн/га); c_2 - вартість обкошування механічними косарками (750 грн/га).

$$C = 4 \cdot (0,3 \cdot 150 \cdot 76,948 + 0,7 \cdot 75 \cdot 76,948) = 300097,20 \text{ грн.}$$

8.7. Затрати на утримання насосної станції

При механічному водозаборі експлуатаційні витрати складаються:

- вартість електроенергії;
- утримання штату НС;
- поточного ремонту.

Витрати на утримання штату розглянуті в табл.8.4.

Вартість електроенергії НС визначаємо за формулою

$$C_e = 0,0045 \cdot W \cdot H \cdot a , \quad (8.17)$$

де W - об'єм поданої води, тис.м³; H – висота підняття води, м; a - вартість електроенергії за 1кВт/год, $a=0,50$ грн/кВт.

В нашому випадку

$$C_e = 0,0045 \cdot 64816926 \cdot 18 \cdot 6,50 = 34126112 \text{ грн.}$$

Затрати на поточний ремонт насосної станції враховані в загальних затратах на ремонт зрошувальної системи (див. табл. 12.1). Сума затрат на утримання насосної станції складається з затрат на утримання штату та затрат на електроенергію, розраховується таким чином

$$\Sigma C = 331910 + 34126112 = 34458022 \text{ грн.}$$

8.8 Затрати на паливно-мастильні матеріали

Затрати на ПММ – складають 5% - 10% від вартості електроенергії

$$C_{ПММ} = 0,05 \cdot S_{НС}, \quad (8.18)$$

В нашому випадку

$$C_{\text{ПММ}} = 0,05 \cdot 34126112 = 1706306 \text{ грн.}$$

8.9 Затрати на утримання і поточний ремонт зрошувальної системи

Щорічні затрати на поточний ремонт визначаємо за діючими нормативами.

Визначення затрат проводимо в табличній формі (табл. 8.13)

Таблиця 8.13 - Щорічні затрати і структура собівартості експлуатаційних робіт на зрошувальній системі

| Вид затрат | Щорічні затрати | | Собівартість 1м ³ води, грн | Структура собівартості |
|--|-----------------|----------------|---|---------------------------|
| | всього, грн | на 1га, грн | | |
| Амортизаційні відрахування | 1266090 | 103 | 0,02 | 1,48 |
| Затрати на поточний ремонт | 476320 | 39 | 0,01 | 4,60 |
| Утримання експлуатаційного штату | 17503920 | 1423 | 0,27 | 20,48 |
| Адміністративно-господарські затрати | 4428360 | 360 | 0,07 | 5,18 |
| Затрати по боротьбі з наносами | 19108340 | 1553 | 0,29 | 22,35 |
| Затрати з очистки каналів від бур'янів | 300097 | 24 | 0,0046 | 0,35 |
| Затрати на боротьбу з фільтрацією | 6233760 | 507 | 0,10 | 7,29 |
| Затрати на утримання НС | 34458022 | 2801 | 0,53 | 40,31 |
| Затрати на паливно-мастильні матеріали | 1706306 | 139 | 0,03 | 2,00 |
| Всього витрат | 85481215 | 6949 | 1,32 | 100 |

Собівартість 1м³ зрошувальної води поданої на поля, в точки виділу і голові системи становить

$$C_1 = \frac{\sum 3}{W_3}, \quad (8.19)$$

$$C_2 = \frac{\sum 3}{W_2}, \quad (8.20)$$

$$C_3 = \frac{\sum 3}{W_1}. \quad (8.21)$$

В нашому випадку собівартість зрошувальної води поданої на поля, в точки виділу і голові системи становить:

$$C_1 = 8431781/45603020 = 0,185 \text{ грн/м}^3;$$

$$C_2 = 8431781/46778280 = 0,180 \text{ грн/м}^3;$$

$$C_3 = 8431781/64816926 = 0,130 \text{ грн/м}^3.$$

ВИСНОВКИ

У межах дипломного проекту для зрошувальної системи було виконано комплексний аналіз та розроблено заходи з оптимізації її експлуатації.

Організація експлуатації системи: сформовано структуру служби експлуатації; розроблено системний план водозабору та водорозподілу.

Оцінка роботи системи: проведено аналіз основних показників функціонування системи за вегетаційний період; складено водно-меліоративний баланс, який показав підняття рівня ґрунтових вод на 0,54 м за рік.

Визначено сольовий баланс поливних земель, що засвідчив процес засолення ґрунтів (+3,62 т/га).

Запроєктовано необхідне обладнання та технічне оснащення для системи зрошення.

Розроблено заходи з охорони меліоративних земель, включно із захистом водних і земельних ресурсів. Передбачено дотримання правил охорони праці під час ремонтно-експлуатаційних робіт.

Проведено оцінку витрат на експлуатацію системи, включно з основними статтями:

Адміністративно-господарські витрати: 4428360 грн.

Боротьба з наносами: 19108340 грн.

Заходи з боротьби з фільтрацією: 6233760 грн.

Затрати на боротьбу з бур'янами: 300097 грн.

Витрати на паливно-мастильні матеріали: 1706306 грн.

Загальні річні витрати на експлуатацію системи становлять 85481215 грн, що відповідає 6949,12 грн/га.

Собівартість 1 м³ зрошувальної води: у точці виділу: 0,185 грн/м³; при подачі на поле: 0,130 грн/м³.

Проєкт визначив ключові технічні та економічні показники ефективності роботи системи, розробив заходи з її модернізації, а також запропонував способи зниження витрат і підвищення продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ромащенко М., Вожегова Р., Шатковський А. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України : монографія. Київ : Олді+, 2024. 438 с.
2. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шлях поліпшення. - К.: Видавництво „Світ”, 2000. - 114с.
3. Агрокліматичний довідник по Дніпропетровській області (1986 - 2005 рр.) / За редакцією О.Т. Прохоренко, Т.І. Адаменко. – Дніпропетровськ: Поліграфічний центр ПШВКФ „Поліграф-Медіа”, 2011. – 231 с.
4. Географічна енциклопедія України: В 3-х т. / Редкол.: О.М.Маринич та ін. – К.: Українська радянська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1989-1993. Т. 3: П-Я. – 480с.
5. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 696 с.
6. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.III. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 708с.
7. Справочник по климату СССР. Выпуск 10.ч.II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 608с.
8. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України/ С.А. Рубан, М.А. Шинкаревский. – К. УкрДГРІ – 2005. – 572 с.
9. Гідрохімія України: Підручник / Л.М. Горєв, В.Г. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К.: Вища школа, 1995. – 307с.
10. Геологічна будова України: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/fizichna_geografija_ukrajini/geologichna_budova_ukrajini/39-1-0-516.
11. ДСТУ 7591:2014 Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії
12. Доценко В.І. Оцінка якості води для поливу сільськогосподарських культур: навчальний посібник. – Дніпро: ДДАЕУ, АКЦЕНТ ПП, 2023 – 131 с.

13. Правила експлуатації меліоративних систем. Частина 1. Зрошувальні системи. // Держводгосп України. –Київ: 1998. – 56 с.
14. Правила технічної експлуатації меліоративних систем. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/ozsymb>.
15. Эксплуатация гидромелиоративных систем / Под редакцией Орловой Н.А. - К.: Вища школа, 1985. – 368 с.
16. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу. Частина 1. – Зрошувані землі. ВБН 33-5.-5-01-97. Видання офіційне / Держводгосп України, Київ, - 1997. – 56 с.
17. Киенчук А.Ф. Водораспределение на оросительных системах. – К.: Урожай, 1989. – 176.
18. Эксплуатация гидромелиоративных систем [Текст]: учеб. пособие / С. Р. Оффенгенден, А. Д. Панадиади, А. Ф. Радько. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Колос, 1972. - 608 с.
19. Земельний кодекс України / Всеукраїнська газета “Сільський Час”, 16 листопада 2001 р. № 66. – 24 с.
20. Закон України “Про меліорацію земель”/ “Голос України”, 3 березня 2000р. № 39.
21. Керівництво по організації та здійсненню моніторингу меліоративних і прилеглих до них земель. ВНД 33.-5.5-04-98. Видання офіційне / Держводгосп України, - 1998. – 58 с.
22. Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2079-20#Text> (дата звернення: 10.12.2024).
23. Правила технічної експлуатації меліоративних систем затверджені наказом Держводгоспу України від 25.12.01 № 285.
24. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) - Офіц. вид. – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.

25. Беликов А.С., Касьян А.И, Дмитрюк С.П., Устимович Л. Д., Годяев С.Г., Голендер В.А., Основы охраны труда: Учебник для студентов высших учебных заведений Украины III-IV уровня аккредитации / Под ред. д.т.н., профессора А. С. Беликова. – Днепропетровск.: «Журфонд», 2007. – 494 с.
26. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення / - К.: Мінрегіон України, 2012. – 94с.
27. ДСТУ 7237:2011. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. На заміну ГОСТ 12.1.019-79 ; чинний від 2011-08-01. Вид. офіц. Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011. 31 с.
28. Положення про проведення планово-попереджувальних ремонтів меліоративних систем і споруд. Укрводексплуатація. –К., 2000. – 68 с.