

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
одеський державний екологічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ
«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ГІДРОТЕХНІЧНІ МЕЛІОРАЦІЇ З
ОСНОВАМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ
ОБ'ЄКТІВ»**

Одеса – 2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

з дисципліни

**„Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами
експлуатації водогосподарських об’єктів ”
для спеціалістів 1-го курсу денної форми навчання
Напрямок підготовки „Гідрометеорологія”
Спеціальність – 7.04010503 «Гідрологія»**

Затверджено
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № 9 від 16.06.2014 р.
Голова метод.комісії _____ Овчарук В.А.

Затверджено
на засіданні кафедри
гідрології суші
протокол № 12 від 03.06.2014 р.
Зав.кафедри _____ Гопченко Є.Д.

Одеса – 2014

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Загальна частина.....	5
1 Основні теоретичні положення для виконання курсового проекту..	6
1.1 Водоспоживання сільськогосподарських культур.....	6
1.2 Зрошувальна і поливна норми.....	7
1.3 Сівозміни.....	11
1.4 Режим зрошування.....	20
2 Побудова графіків гідромодуля і поливу.....	33
2.1 Графік поливу при поверхневому способі зрошування.....	36
2.2 Графік поливу при зрошуванні способом дощування (роботи дощувальних машин).....	40
3 Полив по борознах	44
3.1 Класифікація і будова поливних борозен	44
3.2 Розрахунок техніки поливу по борознах	46
3.3 Приклади проектування зрошення по борознах	50
4 Поняття водогосподарського об'єкту як економічної структури	56
4.1 Основні поняття економічної структури водного господарства	56
4.2 Порядок визначення економічного підходу до розрахунків економічної доцільності зрошення земель	61
4.3 Розрахунки економічної доцільності зрошення шляхом порівняння затрат на виробництво сільськогосподарської продукції, отриманої внаслідок зрошення.	62
4.4 Розрахунки економічної доцільності зрошення за питомими затратами електроенергії на 1 га зрошуваної площі і 1 м ³ подаваної води.	65
5 Вимоги до оформлення курсового проекту	68
6 Література	70

Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни **“Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об’єктів”** для спеціалістів 1-го курсу денної форми навчання за спеціальністю 7.04010503 «Гідрологія» / Укладачі: Кулібабін О.Г., Кічук Н.С. – Одеса, ОДЕКУ, 2014. – 70 с., укр. мова.

ВСТУП

Мета методичних вказівок - допомогти студентам денної та заочної форми навчання у виконанні курсового проекту з дисципліни “Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об’єктів”

Робота студентів складається з:

- вивчення зрошувальної системи та її елементів;
- вивчення оптимальних умов для розвитку рослин;
- поняття сівозміни сільськогосподарських культур;
- поняття водоспоживання сільськогосподарських культур;
- розрахунків зрошувальних норм і поливного режиму;
- гідравлічних розрахунків закритої зрошувальної мережі;
- поняття водогосподарського об’єкту як економічної структури.

Внаслідок виконання курсового проекту студент повинен отримати такі **знання**:

- поняття режиму зрошення;
- визначення зрошувальних і поливних норм для сільськогосподарських культур;
- побудова графіку гідромодуля та його укомплектування;
- оцінка природного зволоження території і водно-балансове обґрунтування потреби в меліорації;
- економічне обґрунтування доцільності зрошення.

та **вміння**:

- виконувати розрахунки режиму зрошення для визначення зрошувальних і поливних норм;
- виконувати розрахунки дефіциту водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період;
- побудувати графік поливу сільськогосподарських культур і встановити одночасну роботу дощувальних машин;
- встановити основні потреби водоспоживання для сільськогосподарських культур у сівозміні;
- визначення розрахункової витрати зрошувального трубопровода.

В методичних вказівках містяться:

- основні теоретичні положення для підготовки до роботи над курсовим і дипломним проектом;
- рекомендовані схеми сівозмін на зрошувальних землях;
- режим зрошення сільськогосподарських культур для південних областей України;
- рекомендовані розрахунки економічної доцільності зрошення проектованої ділянки;
- приклади розрахунків режиму зрошення сільськогосподарської

культури;

- порядок проектування закритої зрошувальної мережі;
- приклад проектування і розрахунки закритої зрошувальної мережі на сівозмінній ділянці при поливі дощувальною машиною «Фрегат»;
- приклад проектування і розрахунки елементів техніки поливу по борознах;
- вимоги до оформлення курсового та дипломного проекту.

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Зрошувальні меліорації спрямовані на створення і регулювання на полях водного режиму, який забезпечує одержання проектного врожаю сільськогосподарських культур. Водний режим знаходиться в прямій залежності від кліматичних, ґрунтових, гідрогеологічних і господарських умов, біологічних особливостей рослин, їх врожаю, агротехніки оброблення, а також від способу і техніки поливу.

Водний режим ґрунту регулює й інші фактори, які впливають на життя рослини і формування врожаю. Так, внесені добрива, особливо в зоні недостатнього зволоження, найбільш ефективні при зрошенні. Врожаї сільськогосподарських культур на зрошуваних землях у 2-3 рази вище, ніж на незрошуваних землях за інших рівних умов.

Тепловий режим ґрунту при зрошенні визначається як посиленням випаровуванням з поверхні поля, так і температурою самої зрошувальної води. У періоди з найбільш високими температурами повітря поливи знижують їх, а в періоди з низькими температурами (нічні години, ранні осінні і пізні весняні заморозки) підвищують за рахунок більшої теплоємності води і більш високої її температури в порівнянні з повітрям.

Поливи впливають на концентрацію ґрунтового розчину, змінюють вміст солей у ґрунті. Витісняючи повітря з ґрунтових пір, зрошувальна вода визначає повітряний режим ґрунту.

Оптимальний водний режим ґрунту створюється відповідним режимом зрошення, який визначає норми, терміни і кількість поливів сільськогосподарської культури.

Подача води на поле і перехід її в ґрунтову вологу здійснюється за допомогою різних способів і техніки поливу.

Розробка розрахункового режиму зрошення зв'язана з установленням проектного зволоження ґрунту, який залежить від намічуваного врожаю даної культури і визначається економічними розрахунками.

Метою даних методичних вказівок є вивчення і застосування на практиці одержаних навиків і знань з визначення режиму зрошування, побудови графіків гідромодуля і поливу, освоєння існуючих і прийнятих до використання методик визначення зрошувальних і поливних норм і, зрештою, визначення розрахункової витрати зрошувальної системи і загального об'єму водоспоживання, гідравлічні розрахунки закритої зрошувальної мережі, порядок проектування зрошення по борознах, економічне обґрунтування доцільності зрошення сільськогосподарських культур в умовах механічного водопідйому.

1 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1 Водоспоживання сільськогосподарських культур

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення її нормального росту і розвитку витрачається на транспірацію T і випаровування B з поверхні ґрунту (і листя при дощуванні). На випаровування діють тільки фактори зовнішнього середовища, а транспірація обумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічної особливості рослини.

Визначити роздільно частку випаровування і транспірації при вегетації культури досить складно. У практиці ці дві величини визначають як єдине ціле, що набагато спрощує розрахунки. Таку кількість води називають недоспоживанням або сумарним випаровуванням:

$$E = T + B \quad (1.1)$$

Витрата води з поля, зайнятого тією чи іншою культурою, залежить від метеорологічних умов, режиму мінерального живлення, густоти посіву, рівня агротехніки, залісеності і водозабезпеченості поля. Таким чином, режим зрошення однієї і тієї ж культури на різних ділянках складається по-різному.

Найчастіше водозабезпеченість району вирощування сільськогосподарських культур не покриває їх оптимального водоспоживання, що викликає необхідність штучного зволоження земель.

Для обчислення об'єму води, який необхідно подати на поле, варто встановити величину водоспоживання даної культури.

Сумарне випаровування можна виразити через випаровуваність. Випаровуваність E_o згідно світових стандартів визначають для стандартної зрошуваної культури - люцерни з висотою травостою 0.3-0.5 м при необмеженому надходженні води до кореневої системи рослин.

Відношення випаровуваності E_o до водоспоживання E різне для різних кліматичних районів і для років різної ступені посушливості. Для визначення цього відношення вводять поправковий коефіцієнт k , тоді

$$E = k \cdot E_o \quad (1.2)$$

Велика трудомісткість вимірювання випаровуваності і необхідність вивчення мінливості водоспоживання в часі і за площею привели до створення ряду розрахункових методів щодо визначення водоспоживання.

А.М.Костяков уперше запропонував формулу для визначення водоспоживання, яка одержала широке поширення в нашій країні і за кордоном:

$$E = K \cdot U, \quad (1.3)$$

де E - водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$; K - коефіцієнт водоспоживання культури (витрата води на одиницю врожаю, $\text{м}^3/\text{ц}$ чи $\text{м}^3/\text{т}$) визначається дослідним шляхом з урахуванням кліматичних умов району, властивостей ґрунтів, рівня агротехніки і біологічних особливостей культури; U - розрахунковий врожай сільськогосподарської культури, $\text{ц}/\text{га}$ чи $\text{т}/\text{га}$.

Недоліком даного методу є те, що не можна визначати значення водоспоживання культури за окремі проміжки часу, а також відсутній зв'язок сумарного випаровування з кліматичними факторами конкретного року.

Основний метод, яким користаються в даний час – це біокліматичний метод С. М. Алпатьєва. Перевага цього методу - простота і доступність розрахунків. Метод заснований на залежності сумарного випаровування вологи від дефіциту насичення повітря й особливостей рослини, які характеризуються коефіцієнтом біологічної кривої рослини. Біологічна крива являє собою залежність випаровування вологи з ґрунту (мм), яка витрачається на покриття дефіциту насичення повітря в 1 мілібар, від температури повітря. Такі криві встановлені для окремого виду культур і різних термінів вегетації, виражених сумою температур від моменту сходів з урахуванням поправок на довжину світлового дня (l - відношення тривалості дня до 12 годин).

1.2 Зрошувальна і поливна норми

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

Складова рівняння водного балансу $W_{\text{зр}}$ визначає вертикальний водообмін між ґрунтовими водами. Цей об'єм можна врахувати коефіцієнтом підживлення (K_n), який залежить від залягання рівня ґрунтових вод, виду і фази розвитку культури, механічного складу ґрунтів і інших факторів і обчислюється, як частка від E . Значення коефіцієнту підживлення можна прийняти з табл.1.1.

Зрошувальна норма розраховується за формулою:

$$M = E - \alpha P \pm \Delta W - W_{zp} + W_{вт}, \quad (1.4)$$

де M - зрошувальна норма, м³/га; E - водоспоживання, м³/га; αP - опади, які вбираються в ґрунт, м³/га; ΔW - кількість води, використовувана рослинами з кореневого шару ґрунту, м³/га; $\Delta W = W_n - W_k$, м³/га (W_n і W_k - запаси вологи в ґрунті на початок і кінець вегетаційного періоду); W_{zp} - об'єм ґрунтових вод, що йдуть на підживлення кореневого шару ґрунту, м³/га; $W_{вт}$ - втрати зрошувальної води на поверхнєве і глибинне скидання, м³/га.

Таблиця 1.1 - Приблизні значення коефіцієнтів, які враховують підживлення кореневого шару ґрунту ґрунтовими водами (K_n).

Глибина залягання рівня ґрунтових вод	Механічний склад ґрунтів і види культур					
	Легкі		Середні		Важкі	
	Польові	Овочеві	Польові	Овочеві	Польові	Овочеві
1.00 - 1.50	0.50	0.61	0.48	0.58	0.46	0.55
1.51 - 2.00	0.69	0.74	0.66	0.71	0.62	0.62
2.01 - 2.50	0.77	0.81	0.74	0.78	0.70	0.73
2.51 - 3.00	0.85	0.89	0.82	0.86	0.76	0.80
3.01 - 4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	0.98

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

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

Потреба рослин у воді в різні роки різна, тому розрахунковий режим зрошення вибрати важко. Його визначають для умов так названого розрахункового року, природні і господарські умови якого є вихідними даними для проектування.

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

розрахункового режиму зрошення. Чим вище цей відсоток, тим більше число років буде забезпечено необхідною кількістю поливної води, але буде потрібна велика пропускна здатність каналів, більш дорогі споруди на них і в остаточному підсумку великі витрати коштів на будівництво й експлуатацію.

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

Як показала практика найбільш обґрунтованими є метеорологічні дані року 75 %-ої забезпеченості.

Отриману зрошувальну норму необхідно подати на поле окремими нормованими поливами.

Поливна норма – об'єм води, подаваний на 1 га поля за один полив для підтримки оптимального водно-повітряного режиму в розрахунковому шарі ґрунту. Вона залежить від виду культури і фази її розвитку, потужності кореневого шару ґрунту і його водно-фізичних властивостей, вмісту солей у ґрунті, кліматичних і гідрогеологічних умов, способу і техніки поливу.

Чим краще розвита коренева система рослини, тим більшу поливну норму потрібно подати. У важких за механічним складом ґрунтах поливна норма більше, ніж у більш легких. Поливну норму визначають за формулою:

$$m = W_{\max} - W_{\min} , \quad (1.5)$$

де m - поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$; W_{\max} і W_{\min} - запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту після і до поливу, $\text{м}^3/\text{га}$. Запаси вологи в ґрунті визначають за рівнянням:

$$W = 100\gamma HB , \quad (1.6)$$

де H - розрахунковий шар ґрунту, м; γ - об'ємна маса розрахункового шару, $\text{т}/\text{м}^3$; B - вологість шару ґрунту, % від її сухої маси.

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

$$W = AH\beta_A , \quad (1.7)$$

де A - шпаруватість ґрунту, % від об'єму ґрунту; β_A - вологість ґрунту в розрахунковому шарі, в % від шпаруватості.

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

Розрахунковий шар ґрунту (H , м) визначається глибиною розвитку основної маси коренів рослини, і отже, фазою її розвитку, рівнем агротехніки, іншими умовами і складає для овочевих 0.3-0.7 м, для зернових культур і трав 0.7-1.0 м.

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

Запаси вологи в ґрунті, які відповідають найменшій вологомісткості, визначають за залежностями:

$$W_{\max} = 100\gamma H\beta_{HВ} \quad \text{чи} \quad W = AH\beta_{AHВ}, \quad (1.8)$$

де $\beta_{HВ}$ і $\beta_{AHВ}$ - вологості ґрунту, які відповідають $HВ$, % від маси і шпаруватості ґрунтів.

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

Мінімальний запас вологи в ґрунті визначають за залежністю:

$$W_{\min} = 100\gamma H\beta_{\min} \quad \text{чи} \quad W_{\min} = AH\beta_{A\min}, \quad (1.9)$$

де β_{\min} і $\beta_{A\min}$ - перед поливні пороги вологості в шарі H , в % від вологості, яка відповідає $HВ$.

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

Отже, полив варто здійснювати в той момент, коли запас води в ґрунті знизиться до мінімально припустимої величини, і доводити цей запас поливом треба до вологості, яка відповідає $HВ$; поливна норма ($\text{м}^3/\text{га}$) при цьому визначається за залежністю:

$$m = 100\gamma H(\beta_{HB} - \beta_{\min}); \quad m = AH(\beta_{AHB} - \beta_{A\min}), \quad (1.10)$$

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

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

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

1.3 Сівозміни

При землеробстві, системі агротехнічних заходів, направлених на отримання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур, велике значення має їх обґрунтоване чергування – сівозміна, яка дозволяє ефективно боротися з бур'янами, хворобами і шкідниками культур, сприяє, особливо при зрошуванні, кращому використанню добрив, що вносяться, покращує поживний і водний режим рослин, допомагає створенню найсприятливішого структурного стану ґрунту, оберігає ґрунт від водної і вітрової ерозії. Площі полів сівозміни не повинні розрізнятися між собою більш, ніж на 10%.

В умовах зрошування в сівозмінах не передбачають чисті пари.

Зрошування і добриво змінюють оцінку попередників і розміщення культур в сівозміні порівняно з прийнятою в богарному землеробстві.

На зрошуваних землях проводять поживно і поукісно посіви сільськогосподарських культур для отримання двох-трьох урожаїв в рік на одному або декількох полях сівозміни.

Теоретичну основу сівозміни складає чергування культур. Чергування здійснюється шляхом зміни рослин на полі. Зміна може бути щорічною, коли кожен культуру обробляють тільки один рік, а потім її

змінюють іншою; періодичною, коли культури, що чергують, залишають на полі два роки і більше; змішаною, коли однорічні рослини при обробці їх на полі один рік змінюють рослинами, що займають два і більше роки.

Культура, яка займала поле в попередньому році є попередником, для тієї культури, що висівається в цьому році. Перелік культур або їх груп у порядку чергування в сівозміні називається схемою сівозміни.

Період, за який кожна культура побуває на всіх полях сівозміни, називається ротацією сівозміни. Ротаційний період сівозміни дорівнює кількості полів у ній. Таблиця, в якій показано чергування культур у сівозміні на протязі ротації, називається ротаційною таблицею.

Схему сівозміни часто доводиться переглядати, адаптуючи її до змін в структурі ґрунту, вмісту в ньому тих або інших поживних речовин, нових сортів, культур і економічних умов. Правильний вибір сівозміни і своєчасна її модернізація – запорука успіху сучасного землеробства.

За використанням визначають типи сівозміни:

1) польові (вирощують переважно польові зернові і технічні культури на долю в яких в цих сівозмінах припадає понад 50% усієї площі);

2)кормові (до таких відносяться переважно кормові культури);

3)спеціальні (вирощують переважно певні специфічні культури, які не доцільно вирощувати в польових сівозмінах – овочеві, рисові, льонові);

За наявності провідних культур у сівозміні визначають їх види.

За кількістю полів сівозміни бувають: - десяти, - дев'яти, - восьми і т.д. пільними.

Порівняльна (середня) врожайність сільськогосподарських культур в умовах зрошеного і богарного землеробства приведена в таблиці 1.2, оцінка попередників в таблиці 1.3, проектна врожайність в таблиці 1.4.

Таблиця 1.2 – Урожай сільськогосподарських культур на зрошуваних і богарних землях (степова зона України)

№ п/п	Найменування культур	Урожай, ц/га (середній)	
		Без зрошування	При зрошуванні
1	2	3	4
1	Озима пшениця	25	45
2	Кукурудза на зерно	30	65

3	Ярові колосові	20	38
4	Рис	-	55
5	Цукровий буряк	200	450
6	Соняшник	17	30
7	Картопля рання	40	140
8	Овочі (в середньому)	70	225
9	Кукурудза на силос	190	450
10	Кормові коренеплоди	200	500
11	Багаторічні трави (сіно)	30	90
12	Однорічні трави (сіно)	20	50
13	Культурні пасовища	-	450
14	Виноград	60	100
15	Сади пальметні	45	300
Повторні посіви			
1	Кукурудза на силос	-	320
2	Озимі на зелений корм	100	170
3	Ячмінь	-	26
4	Гречка	-	11

Таблиця 1.3 – Оцінка попередників в умовах зрошування

№ п/п	Найменування культури	Попередники													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Озима пшениця	Д	Х	Н	Х	Н	Н	Х	Х	УД	УД	Х	Х	Х	Д
2	Люцерна	Х	Н	ДУ	Д	Х	Х	Н	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х
3	Кукурудза на зерно	Х	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х
4	Кукурудза на силос	Х	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
5	Цукровий буряк	Х	Н	УД	УД	Х	УД	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х
6	Кормовий буряк	Х	Н	УД	УД	Д	Н	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х
7	Горох на зерно	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Н	Х	УД	Х	Х	Х	Х	Х
8	Горох з вівсом на зелений корм	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
9	Соняшник	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х
10	Помідори, перець, баклажани	Х	Х	УД	УД	Д	Д	Х	Х	Н	Н	Н	Х	Х	Х
11	Картопля	Х	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Н	Н	Н	Х	Х	Х
12	Огірки, кабачки	Х	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Х	Н	Х	Х
13	Капуста	Х	Х	УД	УД	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Н	Х
14	Цибуля	Х	Н	УД	УД	Х	Х	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Н

Умовні позначення: Х – добре; Д – допустимо; Н – недопустимо; УД – допустимо умовно.

Таблиця 1.4 – Проектна урожайність сільськогосподарських культур на зрошуваних землях, ц/га
(в учбових цілях)

№ п/п	Культура	Проектна урожайність, ц/га									
		Крим- ська	Хер- сонська Мико- лайівська	Оде- ська	Луган- ська	Запо- різька	Дніпро- пет- рівська	Хар- ківська	Кірово- град- ська	Київ- ська	До- нецька
1	Рис	53	52	48	-	-	-	-	-	-	-
2	Озима пшениця	50	50	52	48	50	50	50	50	45	48
3	Кукурудза на зерно	65	65	67	62	65	66	66	66	55	62
4	Ячмінь яровий	34	34	34	30	34	34	34	35	34	30
5	Зернобобові	30	28	30	27	29	29	29	29	28	27
6	Овочі	240	240	240	240	230	240	230	230	230	240
7	Картопля	135	125	130	120	130	130	145	140	140	125
8	Цукровий буряк	-	440	450	420	-	440	450	450	460	420
9	Кукурудза на силос	480	470	480	450	470	500	470	470	410	470
10	Багаторічні трави (на сіно)	100	95	95	85	90	100	85	90	68	85
11	Кормові коренеплоди	600	600	600	550	550	600	580	600	550	550
12	Сади	160	100	120	100	130	130	105	110	100	130
13	Виноградники	110	110	110	-	110	-	-	-	-	-
14	Зрошувані культурні пасовища	500	500	500	470	500	500	500	500	500	500
Повторні посіви											
1	Кукурудза на силос	Середнє по зоні зрошення 320 ц/га									
2	Озимі на зелений корм	Середнє по зоні зрошення 170 ц/га									
3	Ячмінь	Середнє по зоні зрошення 26 ц/га									
4	Гречка	Середнє по зоні зрошення 11 ц/га									

Рекомендовані схеми сівозмін на зрошуваних землях

У приведених нижче схемах сівозмін враховані наступні вимоги:

- посіви культур бобів чергуються з не бобами;
- рослини суцільної сівби чергуються з просапними;
- провідні культури розміщуються по кращих попередниках;
- чергуються культури з глибокою і дрібною проникаючою кореневою системою з різними вимогами до поживних речовин і їх засвоєнням;
- не розміщують поряд культури, а тим більше немає посівів культур, які піддаються одним і тим же захворюванням, пошкодженням одними і тими ж шкідниками.

А. Зерно - кормові сівозміни

№ 1	№ 2
1.Яровий ячмінь з підсівом люцерни	1. Озима пшениця + літній посів люцерни
2. Люцерна	2. Люцерна
3. Люцерна	3. Люцерна
4. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм	4. Озима пшениця
5. Цукровий буряк	5.Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
6. Кукурудза на силос	6. Кукурудза на силос
7. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм	7. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
8. Горох	8.Горох
№ 3	№ 4
1.Люцерна	1.Зернобобові на зелений корм + літній посів люцерни
2. Люцерна	2. Люцерна
3.Озима пшениця + гороховівсяна суміш	3.Люцерна
4. Кормові коренеплоди	4. Кукурудза на силос
5. Кукурудза на силос	5. Озимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на зелений корм + літній посів люцерни
6.Озима пшениця + кукурудза на силос	6.Люцерна
7. Кукурудза на зерно	7.Люцерна
8. Яровий ячмінь з підсівом	8. Кукурудза на зелений корм +

люцерни

№ 5

- 1.Озима пшениця + літній посів люцерни
- 2.Люцерна
- 3.Люцерна
- 4.Люцерна
- 5.Озима пшениця
6. Осима пшениця + злакобобові на зелений корм
- 7.Кукурудза на зелений корм
- 8.Горох на зерно

№ 7

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця
4. Осима пшениця + кукурудза на зелений корм
5. Горох на зерно + просо на зерно
6. Кукурудза на силос
7. Осима пшениця + літній посів люцерни

№ 9

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця
- 4.Озима пшениця + просо на зерно
- 5.Кукурудза на зерно
6. Горох на зерно + просо на зерно
7. Кукурудза на зерно
- 8.Кукурудза на силос
- 9.Озима пшениця + кукурудза
10. Яровий ячмінь + літній посів

злакобобові на зелений корм

№ 6

- 1.Озима пшениця + літній посів люцерни
2. Люцерна
3. Люцерна
- 4.Озима пшениця
- 5.Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
6. Кукурудза на силос
7. Осима пшениця + кукурудза на зелений корм
- 8.Горох

№ 8

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Осима пшениця
4. Осима пшениця
5. Кукурудза на силос
6. Осима пшениця + просо на зерно
7. Кукурудза на силос
- 8.Озима пшениця + літній посів люцерни

№ 10

1. Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця + гороховівсяна суміш
- 4.Кукурудза на силос
5. Осима пшениця + кукурудза на зелений корм
- 6.Кукурудза на силос
- 7.Озима пшениця + гороховівсяна суміш
- 8.Кукурудза на силос
- 9.Яровий ячмінь з підсівом люцерни

люцерни

Б. Зерно - фуражні сівозміни

№ 1

1. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
2. Люцерна
3. Люцерна
4. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
5. Кукурудза на силос
6. Озимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на силос
7. Кукурудза на зерно
8. Ярові злакобобові на зелений корм + кукурудза на зелений корм

№ 3

1. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
2. Люцерна
3. Люцерна
4. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
5. Кукурудза на силос
6. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
7. Кукурудза на силос
8. Ярові злакобобові на зелений корм
9. Кукурудза на силос
10. Озимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на зелений корм

№ 2

1. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
2. Люцерна
3. Люцерна
4. Кукурудза на зерно
5. Ярові злакобобові на зелений корм + кукурудза на силос
6. Кукурудза на силос
7. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
8. Кукурудза на силос
9. Озимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на силос
10. Ярові злакобобові на зелений корм + кукурудза на зелений корм

№ 4

1. Яровий ячмінь з посівом люцерни
2. Люцерна
3. Люцерна
4. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
5. Ярові злакобобові
6. Кукурудза на силос
7. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
8. Кукурудза на зерно

№ 5

- 1.Яровий ячмінь з підсівом люцерни
- 2.Люцерна
- 3.Люцерна
4. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
- 5.Кукурудза на силос
6. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
- 7.Кукурудза на силос
- 8.Озима пшениця + кукурудза на силос
- 9.Кукурудза на зерно

№ 6

- 1.Яровий ячмінь з підсівом люцерни
2. Люцерна
3. Люцерна
- 4.Озима пшениця
- 5.Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
6. Кукурудза на зерно
7. Кукурудза на силос
8. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
- 9.Кукурудза на зелений корм і силос
- 10.Озима пшениця + злакобобові на зелений корм

В.Зерно-бурякові**№ 1**

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця + кукурудза на силос
4. Цукровий буряк
5. Кукурудза на силос
6. Озима пшениця + кукурудза на силос
- 7.Кукурудза на зерно
- 8.Яровий ячмінь з підсівом люцерни

№ 2

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Озима пшениця + кукурудза на силос
4. Цукровий буряк
5. Ранні овочі і картопля
6. Озима пшениця + кукурудза на силос
- 7.Цукровий буряк
- 8.Кукурудза на силос
- 9.Озима пшениця + літній посів люцерни

№ 3

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця + гороховівсяна суміш
- 4.Цукровий буряк
- 5.Кукурудза на силос

№ 4

1. Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця + кукурудза на силос
- 4.Цукровий буряк
5. Ячмінь яровий + гороховівсяна

6. Озима пшениця + гороховівсяна суміш
 7. Цукровий буряк
 8. Яровий ячмінь під покривом люцерни

- суміш
 6.Цукровий буряк
 7.Яровий ячмінь з підсівом люцерни

Г.Кормові сівозміни

№ 1 (зелений конвеєр)

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
3. Кукурудза з бобовими на зелений корм
- 4.1/4 озиме жито з викою + суміш кукурудзи з суданською травою
- 5.1/2 озиме жито з викою + кукурудза з соняшником на зелений корм
6. Кормові коренеплоди
7. Ранні злакобобові суміші на зелений корм + суміш кукурудзи з суданською травою
8. Кукурудза з соняшником на зелений корм + осінні злакобобові суміші на зелений корм
9. Суміш кукурудзи і суданської трави
10. Кормові коренеплоди
11. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм.

№ 2

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
3. Кукурудза на силос
- 4.Озимі на зелений корм + кукурудза і суданська трава
5. Ранні злакобобові + кукурудза з соняшником на зелений корм
6. Кукурудза на силос
7. Люцерна на покрив кукурудзи на зелений корм

Д.Овочеві і овоче - кормові сівозміни

№ 1

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Помідори, перець, баклажани
- 4.Огірки, кабачки
5. Цибуля, столові коренеплоди
- 6.Капуста

№ 2

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця + гороховівсяна суміш
4. Овочі пізні
- 5.Кукурудза на силос
- 6.Озима пшениця + кукурудза на зелений корм

7. Картопля рання + літній посів люцерни

№ 3

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Помідори
4. Огірки, кабачки
5. столові коренеплоди і цибуля
6. Горох на зелений горошок + картопля ранньої посадки
7. Перець, баклажани, збірні овочі
8. Яровий ячмінь з підсівом люцерни

7. Овочі ранні

8. Овочі і картопля ранні + літній посів люцерни

Зерно-бурякові сівозміни проектуються тільки в північній частині Миколаївській, Одеській, Запорізькій областей, а також в Дніпропетровській, Кіровоградській, Харківській, Київській областях.

1.4 Режим зрошування

Режим зрошування – це поєднання норм, кількості і строків поливів сільськогосподарських культур.

Режим зрошування сільськогосподарських культур, що становлять сівозміну, визначає об'єм подачі води на площу сівозміни протягом зрошувального сезону, який в різні періоди різний не тільки через величину поливних норм кожної сільськогосподарської культури, але і через тривалість її вегетаційного періоду.

Тривалість вегетаційного періоду деяких провідних сільськогосподарських культур і необхідні суми температур для їх вирощування приведені в таблиці 1.5.

В поняття режим зрошування входять визначення:

- загального водоспоживання тієї або іншої сільськогосподарської культури;
- зрошувальної норми для даної культури;
- термінів і норм поливу і узгодження режимів поливів із загальною величиною зрошувальної норми;
- графіка гідромодуля для сівозміни ділянки і його укомплектовування.

Запроектований режим зрошування повинен:

- відповідати потребам рослини у воді в кожному її розвитку з урахуванням вимог агротехніки і виду культури;
- регулювати водний, поживний, сольовий і тепловий режими ґрунту;
- сприяти підвищенню родючості зрошуваних земель, не допускаючи заболочування, засолення і ерозії ґрунтів.

Таблиця 1.5 – Тривалість вегетаційного періоду
сільськогосподарських культур

Культура	Тривалість вегетаційного періоду в добах	Сума середньодобових температур за вегетаційний період
1	2	3
Люцерна на сіно	190	3335
Кукурудза на силос	102	2074
Цукровий і кормовий буряк	171	3162
Суданська трава	107	2218
Озиме жито з викою	80	1100
Пожнивна кукурудза	79	1516
Кукурудза на зерно	144	2848
Озима пшениця	193	2381
Ярові і зернобобові	89	1542
Саго	132	2662
Соя	139	2759
Картопля	125	2540
Томати	140	2700

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

Про споживання і ефективність використання води рослинами можна судити по коефіцієнтах транспірації, водоспоживання і сумарного випаровування.

Коефіцієнт транспірації – це кількість води в м³, витрачена рослиною на утворення 1 т сухої речовини всієї рослини (стебла, листя, коріння, зерна).

Коефіцієнт водоспоживання – це кількість води в м³, що витрачається на випаровування з поверхні ґрунту і транспірації для утворення 1 ц товарної продукції.

У проектній практиці використовується напівемпіричний метод, який називається біокліматичним. Він був розроблений А.М. Алпатьєвим (УкрНДІГМІ).

У основу цього методу покладена залежність водоспоживання від дефіциту вологості повітря і біологічної особливості сільськогосподарської культури:

$$E = K \sum d \quad (1.11)$$

де: E – водоспоживання, мм; K - біологічний коефіцієнт, який має різні значення для окремих культур і для різних періодів вегетації; $\sum d$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря (мб) по метеостанціях.

Коефіцієнт K визначається дослідним шляхом (таблиця Алпатьєва).

Його називають ще і коефіцієнтом біологічної кривої або коефіцієнтом сумарного випаровування, тобто це є відношення води, що випарувалася з поверхні ґрунту і рослин до суми середньодобових дефіцитів вологості повітря за період вегетації.

Величина “ K ” змінюється за характерною для кожного виду рослин біологічною кривою і встановлюється дослідним шляхом для кожної декади (розрахункового періоду)

$$K_{\partial} = \frac{E_{\partial}}{\sum d_{\alpha}}. \quad (1.12)$$

УкрНДІГмом для України розроблені таблиці коефіцієнтів “ K ” залежно від суми середньодобових температур повітря. В середньому, значення цього коефіцієнту за травень-серпень дорівнюють:

Кукурудза – 0.38;

Озима пшениця – 0.40;

Ярові зернові – 0.40;

Цукровий буряк і томати – 0.42;

Люцерна – 0.45;

Багаторічні насадження – 0.40.

Якщо виходити з визначення водоспоживання біокліматичним методом, то зрошувальну норму можна назвати інакше – дефіцитом водного балансу.

Дефіцит водного балансу (або M) у метровому шарі ґрунту при глибокому заляганні рівня ґрунтових вод визначають за формулою С.М.Алпатєва:

$$\Delta W = \gamma E - P, \text{ мм} \quad (1.13)$$

де: E - сумарне випаровування в розрахунковий рік, мм; P – опади розрахункового року, мм; γ - коефіцієнт вологообміну.

Враховуються всі опади без розподілу їх на ефективні і неефективні.

Для всіх кліматичних зон України УкрНДІГМІ визначені величини дефіциту водного балансу, строки і норми поливів в рік 95% забезпеченості опадами для основних сільськогосподарських культур. Ці рекомендації використовуються при складанні проектів режиму зрошування сільськогосподарських культур і, у міру отримання зональних коефіцієнтів сумарного водоспоживання, уточнюються.

За часом проведення всі поливи ділять на дві групи:

- вегетаційні, які проводять в період вегетації поливної культури;
- не вегетаційні, які проводять на полі ще не зайнятому сільськогосподарською культурою.

Визначення стоків проведення поливу є дуже важливим в зрошуваному землеробстві. Вони визначаються різними методами. Один з основних, використовуваний при проектуванні і в польових умовах – за фазами зростання і розвитку рослин. Фази зростання і розвитку рослин – це так би мовити, окремі етапи їх розвитку, які характеризуються зміною зовнішніх ознак: сходи, утворення листя, поява бутонів, цвітіння, формування плодів, дозрівання.

Нижче, в таблицях 1.6.-1.13 приведені режими зрошування основних сільськогосподарських культур для півдня України з розвитком зрошуваного землеробства.

Таблиця 1.6 – Режим зрошування озимої пшениці

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)				
			0*	1	2	3	4
1	Кримська	$\frac{4}{2500}$	$\frac{16-30.09}{1000}$	$\frac{13-17.05}{500}$	$\frac{24-28.05}{500}$	$\frac{11-15.05}{500}$	-
2	Херсонська, Миколаївська	$\frac{4}{2500}$	$\frac{1-15.09}{1000}$	$\frac{10-14.05}{500}$	$\frac{26-30.05}{500}$	$\frac{14-18.06}{500}$	-
3	Одеська (північні райони)	$\frac{4}{2500}$	$\frac{1-15.09}{1000}$	$\frac{13-17.05}{500}$	$\frac{31.05-4.06}{500}$	$\frac{18-22.06}{500}$	-
4	Одеська (південно-західні райони)	$\frac{3}{2000}$	$\frac{1-15.09}{1000}$	$\frac{13-17.05}{500}$	$\frac{2-6.06}{500}$	-	-
5	Луганська	$\frac{4}{2500}$	$\frac{26.08-10.09}{1000}$	$\frac{15-19.05}{500}$	$\frac{3-7.06}{500}$	$\frac{16-20.06}{500}$	-
6	Запорізька (північні райони)	$\frac{4}{2500}$	$\frac{26.08-10.09}{1000}$	$\frac{13-17.05}{500}$	$\frac{1-5.06}{500}$	$\frac{14-18.06}{500}$	-
7	Запорізька (південні райони)	$\frac{5}{2900}$	$\frac{26.08-10.09}{1000}$	$\frac{5-9.05}{500}$	$\frac{18-22.05}{500}$	$\frac{3-7.06}{500}$	$\frac{15-19.06}{400}$
8	Дніпропетровська	$\frac{3}{2000}$	$\frac{1-15.09}{1000}$	$\frac{15-19.05}{500}$	$\frac{6-10.06}{500}$	-	-
9	Харківська, Полтавська	$\frac{3}{1800}$	$\frac{11-25.08}{800}$	$\frac{20-24.05}{500}$	$\frac{9-13.06}{500}$	-	-
10	Кіровоградська, Черкаська	$\frac{3}{1800}$	$\frac{16-30.08}{800}$	$\frac{19-23.05}{500}$	$\frac{9-13.05}{500}$	-	-
11	Київська	$\frac{3}{1600}$	$\frac{11-25.08}{600}$	$\frac{29.05-2.06}{500}$	$\frac{17-21.06}{500}$	-	-
12	Донецька	$\frac{4}{2400}$	$\frac{26.08-10.09}{1000}$	$\frac{17-21.05}{500}$	$\frac{6-10.06}{500}$	$\frac{18-22.06}{400}$	-

Таблиця 1.7. – Режим зрошування кукурудзи

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)					
			1	2	3	4	5	6
1	Кримська	<u>5</u> 3000	<u>21-25.06</u> 600	<u>11-15.07</u> 600	<u>24-28.07</u> 600	<u>6-10.08</u> 600	<u>18-22.08</u> 600	-
2	Херсонська, Миколаївська	<u>5</u> 3000	<u>18-22.06</u> 600	<u>8-12.07</u> 600	<u>18-22.07</u> 600	<u>31.07-4.08</u> 600	<u>12-16.08</u> 600	-
3	Одеська (північні райони)	<u>5</u> 3000	<u>22-26.06</u> 600	<u>9-13.07</u> 600	<u>20-24.07</u> 600	<u>1-5.08</u> 600	<u>16-20.08</u> 600	-
4	Одеська (південно- західні райони)	<u>4</u> 2400	<u>12-16.07</u> 600	<u>23-27.07</u> 600	<u>04-08.08</u> 600	<u>21-25.08</u> 600	-	-
5	Луганська	<u>6</u> 3600	<u>20-24.06</u> 600	<u>4-8.07</u> 600	<u>17-21.07</u> 600	<u>27-31.07</u> 600	<u>5-9.08</u> 600	<u>18-22.08</u> 600
6	Запорізька (північні райони)	<u>5</u> 3000	<u>22-26.06</u> 600	<u>11-15.07</u> 600	<u>22-27.07</u> 600	<u>3-7.08</u> 600	<u>15-19.08</u> 600	-
7	Запорізька (південні райони)	<u>5</u> 3000	<u>4-8.06</u> 600	<u>2-6.07</u> 600	<u>15-19.07</u> 600	<u>28.07-1.08</u> 600	<u>10-14.08</u> 600	-
8	Дніпропетровська	<u>4</u> 2400	<u>30.06-4.07</u> 600	<u>14-18.07</u> 600	<u>28.07-1.08</u> 600	<u>11-15.08</u> 600	-	-
9	Харківська, Полтавська	<u>4</u> 2400	<u>1-05.07</u> 600	<u>14.-18.07</u> 600	<u>29.07-2.08</u> 600	<u>14-18.08</u> 600	-	-
10	Кіровоградська, Черкаська	<u>3</u> 1800	<u>19-23.06</u> 600	<u>22-26.07</u> 600	<u>8-12.08</u> 600	-	-	-
11	Київська	<u>3</u> 1800	<u>19-23.06</u> 600	<u>19-23.06</u> 600	<u>16-20.07</u> 600	<u>31.07-4.08</u> 600	-	-
12	Донецька	<u>4</u> 2400	<u>24-28.06</u> 600	<u>14-18.07</u> 600	<u>4.08</u> 600	<u>15-19.08</u> 600	-	-

Таблиця 1.8 – Режим зрошування люцерни 2-го і 3-го років життя

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Кримська	$\frac{7}{4200}$	$\frac{23-27.05}{600}$	$\frac{18-22.06}{600}$	$\frac{28.06-2.07}{600}$	$\frac{19-23.07}{600}$	$\frac{2-6.08}{600}$	$\frac{12-16.08}{600}$	$\frac{29.08-2.09}{600}$
2	Херсонська, Миколаївська	$\frac{7}{4200}$	$\frac{16-20.05}{600}$	$\frac{17-21.06}{600}$	$\frac{28.06-2.07}{600}$	$\frac{15-19.07}{600}$	$\frac{27-31.07}{600}$	$\frac{12-16.08}{600}$	$\frac{24-28.08}{600}$
3	Одеська (північні райони)	$\frac{7}{4200}$	$\frac{4-8.06}{600}$	$\frac{22-26.06}{600}$	$\frac{6-10.07}{600}$	$\frac{19-23.07}{600}$	$\frac{30.07-3.08}{600}$	$\frac{15-19.08}{600}$	$\frac{27-31.08}{600}$
4	Одеська (південно- західні райони)	$\frac{7}{4200}$	$\frac{17-21.05}{600}$	$\frac{22-26.06}{600}$	$\frac{14-18.07}{600}$	$\frac{22-26.07}{600}$	$\frac{13-17.08}{600}$	$\frac{26-30.08}{600}$	$\frac{13-17.09}{600}$
5	Луганська	$\frac{7}{4200}$	$\frac{18-22.05}{600}$	$\frac{14-18.06}{600}$	$\frac{27.06-1.07}{600}$	$\frac{11-15.07}{600}$	$\frac{23-27.07}{600}$	$\frac{2-6.08}{600}$	$\frac{15-19.08}{600}$
6	Запорізька (північні райони)	$\frac{7}{4200}$	$\frac{5-9.05}{600}$	$\frac{5-9.06}{600}$	$\frac{24-28.06}{600}$	$\frac{9-13.07}{600}$	$\frac{23-27.07}{600}$	$\frac{2-6.08}{600}$	$\frac{21-25.08}{600}$
7	Запорізька (південні райони)	$\frac{7}{4200}$	$\frac{11-15.06}{600}$	$\frac{30.05-3.06}{600}$	$\frac{18-22.06}{600}$	$\frac{30.06-4.07}{600}$	$\frac{19-23.07}{600}$	$\frac{10-14.08}{600}$	$\frac{27-31.08}{600}$
8	Дніпропетровська	$\frac{6}{3600}$	$\frac{26-30.06}{600}$	$\frac{26-30.06}{600}$	$\frac{11-15.07}{600}$	$\frac{25-29.07}{600}$	$\frac{10-14.08}{600}$	$\frac{26-30.08}{600}$	-
9	Харківська, Полтавська	$\frac{5}{3000}$	$\frac{25-29.06}{600}$	$\frac{23-27.06}{600}$	$\frac{13-17.07}{600}$	$\frac{30.07-3.08}{600}$	$\frac{15-19.08}{600}$	-	-
10	Кіровоградська, Черкаська	$\frac{5}{3000}$	$\frac{27-31.05}{600}$	$\frac{17-21.06}{600}$	$\frac{14-18.07}{600}$	$\frac{6-10.08}{600}$	$\frac{24-28.08}{600}$	-	-
11	Київська	$\frac{4}{2400}$	$\frac{14-18.06}{600}$	$\frac{2-6.07}{600}$	$\frac{20-24.07}{600}$	$\frac{11-15.08}{600}$	-	-	-
12	Донецька	$\frac{6}{3600}$	$\frac{13-17.05}{600}$	$\frac{11-15.06}{600}$	$\frac{2-6.07}{600}$	$\frac{21-25.07}{600}$	$\frac{11-15.08}{600}$	$\frac{24-28.08}{600}$	-

Таблиця 1.9 – Режим зрошування цукрового і кормового буряка, м³/га

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Кримська	<u>5</u> 3000	<u>19-23.06</u> 600	<u>3-7.07</u> 600	<u>19-23.07</u> 600	<u>1-5.08</u> 600	<u>23-27.08</u> 600	-	-
2	Херсонська, Миколаївська	<u>6</u> 3600	<u>16-20.06</u> 600	<u>1-5.07</u> 600	<u>14-18.07</u> 600	<u>25-29.07</u> 600	<u>7-11.08</u> 600	<u>19-23.08</u> 600	-
3	Одеська (північні райони)	<u>6</u> 3600	<u>21-25.06</u> 600	<u>6-10.07</u> 600	<u>16-20.07</u> 600	<u>27-31.07</u> 600	<u>11-15.08</u> 600	<u>26-30.08</u> 600	-
4	Одеська (південно-західні райони)	<u>5</u> 3000	<u>29.6-3.7</u> 600	<u>15-19.07</u> 600	<u>26-30.07</u> 600	<u>10-14.08</u> 600	<u>26-30.08</u> 600	-	-
5	Луганська	<u>7</u> 4200	<u>7-11.06</u> 600	<u>28.6-2.7</u> 600	<u>8-12.07</u> 600	<u>21-25.07</u> 600	<u>30.7-3.8</u> 600	<u>8-12.08</u> 600	<u>19-23.06</u> 600
6	Запорізька (північні райони)	<u>6</u> 3600	<u>8-12.07</u> 600	<u>2-6.07</u> 600	<u>16-20.07</u> 600	<u>26-30.07</u> 600	<u>7-11.08</u> 600	<u>18-22.08</u> 600	-
7	Запорізька (південні райони)	<u>6</u> 3600	<u>28.5-1.6</u> 600	<u>24-28.06</u> 600	<u>6-10.07</u> 600	<u>19-23.07</u> 600	<u>1-5.08</u> 600	<u>14-18.08</u> 600	-
8	Дніпропет- рівська	<u>5</u> 3000	<u>28.6-2.7</u> 600	<u>11-15.07</u> 600	<u>24-28.07</u> 600	<u>8-12.08</u> 600	<u>19-23.08</u> 600	-	-
9	Кіровоградська, Черкаська	<u>4</u> 2400	-	<u>15-19.06</u> 600	<u>15-19.07</u> 600	<u>3-7.08</u> 600	<u>23-27.08</u> 600	-	-
10	Донецька	<u>5</u> 3000	<u>21-25.06</u> 600	<u>8-12.07</u> 600	<u>25-29.07</u> 600	<u>9-13.08</u> 600	<u>26-30.08</u> 600	-	-

Таблиця 1.10 –Режим зрошування картоплі весінньої посадки

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)					
			1	2	3	4	5	6
1	Кримська	<u>5</u> 1800	<u>1-5.05</u> 300	<u>24-28.05</u> 300	<u>15-19.06</u> 400	<u>24-28.06</u> 400	<u>2-6.07</u> 400	-
2	Херсонська, Миколаївська	<u>5</u> 1800	<u>1-5.05</u> 300	<u>22-26.05</u> 300	<u>6-10.06</u> 400	<u>20-24.06</u> 400	<u>29.06-3.07</u> 400	-
3	Одеська (північні райони)	<u>5</u> 1900	<u>1-5.05</u> 300	<u>6-10.06</u> 400	<u>19-21.06</u> 400	<u>26-21.06</u> 400	<u>4-8.07</u> 400	-
4	Одеська (південно- західні райони)	<u>4</u> 1400	<u>1-5.05</u> 300	<u>19-23.05</u> 300	<u>18-22.06</u> 400	<u>21.6-1.7</u> 400	-	-
5	Луганська	<u>6</u> 2200	<u>6-10.05</u> 300	<u>31.05-4.06</u> 300	<u>10-14.06</u> 400	<u>18-22.06</u> 400	<u>27.06-1.08</u> 400	<u>2-6.07</u> 400
6	Запорізька (північні райони)	<u>5</u> 1800	<u>6-10.05</u> 300	<u>30.05-3.06</u> 300	<u>7-11.06</u> 400	<u>17-22.06</u> 400	<u>28.06-2.07</u> 600	-
7	Запорізька (південні райони)	<u>6</u> 2200	<u>1-5.05</u> 300	<u>15-19.05</u> 300	<u>2-6.06</u> 400	<u>11-15.06</u> 400	<u>22-26.06</u> 400	<u>30.06-4.7</u> 400
8	Дніпропетровська	<u>5</u> 1900	<u>1-5.05</u> 300	<u>7-11.06</u> 400	<u>17-21.06</u> 400	<u>23-27.06</u> 400	<u>3-7.07</u> 400	-
10	Кіровоградська, Черкаська	<u>5</u> 1900	<u>8-12.06</u> 300	<u>20-24.06</u> 400	<u>6-10.07</u> 600	<u>23-27.07</u> 400	<u>3-7.08</u> 400	-
12	Донецька	<u>5</u> 1800	<u>6-10.06</u> 300	<u>4-8.06</u> 300	<u>13-17.06</u> 400	<u>22-26.06</u> 400	<u>1-5.07</u> 400	-

Примітка: для Кіровоградської області – середньостиглі сорти, для решти областей – ранні.

Таблиця 1.11 – Режим зрошення озимих злакобобових на зелений корм

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)				
			0*	1	2	3	4
1	Кримська	$\frac{3}{2200}$	$\frac{20-30.08}{800}$	$\frac{24-28.04}{700}$	$\frac{13-17.05}{700}$	-	-
2	Херсонська, Миколаївська	$\frac{3}{2200}$	$\frac{20-30.08}{800}$	$\frac{24-28.04}{700}$	$\frac{13-17.05}{700}$	-	-
3	Одеська (північні райони)	$\frac{3}{2000}$	$\frac{20-30.08}{700}$	$\frac{24-28.04}{600}$	$\frac{13-17.05}{700}$	-	-
4	Одеська (південно-західні райони)	$\frac{3}{2200}$	$\frac{20-30.08}{800}$	$\frac{24-28.04}{700}$	$\frac{13-17.05}{700}$	-	-
5	Луганська	$\frac{3}{1800}$	$\frac{20-30.08}{600}$	$\frac{28.04-2.05}{600}$	$\frac{8-12.05}{600}$	-	-
6	Запорізька (північні райони)	$\frac{3}{1800}$	$\frac{20-30.08}{600}$	$\frac{28.04-2.05}{600}$	$\frac{8-12.05}{600}$	-	-
7	Запорізька (південні райони)	$\frac{3}{2200}$	$\frac{20-30.08}{800}$	$\frac{24-26.04}{700}$	$\frac{13-17.05}{700}$	-	-
8	Дніпропетровська	$\frac{3}{1800}$	$\frac{20-30.08}{600}$	$\frac{28.04-2.05}{600}$	$\frac{13-17.05}{600}$	-	-
9	Харківська, Полтавська	$\frac{2}{1400}$	$\frac{30.08-10.09}{700}$	$\frac{8-12.05}{700}$	-	-	-
10	Кіровоградська, Черкаська	$\frac{2}{1400}$	$\frac{30.08-10.09}{700}$	$\frac{11-15.05}{700}$	-	-	-
11	Київська	$\frac{2}{1400}$	$\frac{20-30.08}{700}$	$\frac{28.04-2.05}{700}$	-	-	-
12	Донецька	$\frac{3}{1800}$	$\frac{20-30.08}{600}$	$\frac{28.04-2.05}{600}$	$\frac{13-17.05}{600}$	-	-

Таблиця 1.12 – Режим зрошування помідорів, м³/га

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)					
			1	2	3	4	5	6
1	Кримська	<u>9</u> 3400	<u>23-27.05</u> 300	<u>21-25.06</u> 300	<u>30.6-4.7</u> 300	<u>11-15.07</u> 400	<u>20-24.07</u> 400	<u>29.7-2.8</u> 400
2	Херсонська, Миколаївська	<u>10</u> 3800	<u>30-3.06</u> 300	<u>19-23.06</u> 300	<u>28.06-2.07</u> 400	<u>8-12.07</u> 400	<u>15-19.07</u> 400	<u>23-27.07</u> 400
3	Одеська (північні райони)	<u>9</u> 3500	<u>18-22.06</u> 300	<u>28.06-2.07</u> 400	<u>6-10.07</u> 400	<u>13-17.07</u> 400	<u>19-23.07</u> 400	<u>27-31.07</u> 400
4	Одеська (південно- західні райони)	<u>8</u> 3100	<u>12-16.05</u> 300	<u>28.06-2.07</u> 400	<u>11-15.07</u> 400	<u>18-22.07</u> 400	<u>26-30.07</u> 400	<u>4-8.08</u> 400
5	Луганська	<u>11</u> 4200	<u>8-12.05</u> 300	<u>8-12.06</u> 300	<u>25-29.06</u> 400	<u>2-6.07</u> 400	<u>9-13.07</u> 400	<u>10-22.07</u> 400
6	Запорізька (північні райони)	<u>10</u> 3800	<u>24-28.05</u> 300	<u>14-18.06</u> 300	<u>28.06-2.07</u> 300	<u>6-10.06</u> 300	<u>14-18.07</u> 400	<u>21-25.07</u> 400
7	Запорізька (південні райони)	<u>10</u> 3800	<u>19-23.05</u> 300	<u>7-11.06</u> 300	<u>24-28.06</u> 400	<u>3-7.07</u> 400	<u>10-14.07</u> 400	<u>20-24.07</u> 400
8	Дніпропетровська	<u>7</u> 2700	<u>24-28.06</u> 300	<u>2-6.07</u> 400	<u>10-14.07</u> 400	<u>18-22.07</u> 400	<u>28.07-1.08</u> 400	<u>7-11.08</u> 400
9	Кіровоградська, Черкаська	<u>6</u> 2300	<u>12-16.06</u> 300	<u>2-6.07</u> 400	<u>20-24.07</u> 400	<u>1-5.08</u> 400	<u>12-16.08</u> 400	<u>25-29.08</u> 400
10	Донецька	<u>8</u> 3000	<u>30.5-3.6</u> 300	<u>24-30.06</u> 300	<u>5-9.07</u> 400	<u>15-19.07</u> 400	<u>27-31.07</u> 400	<u>6-10.08</u> 400

Продовження таблиці 1.12

№ п/п	Область	К-ть поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)				
			7	8	9	10	11
1	Кримська	<u>9</u> 3400	<u>6-10.08</u> 400	<u>13-17.08</u> 400	<u>21-25.08</u> 400	-	-
2	Херсонська, Миколаївська	<u>10</u> 3800	<u>31.07-4.08</u> 400	<u>8-12.08</u> 400	<u>17-21.08</u> 400	<u>24-28.08</u> 400	
3	Одеська (північні райони)	<u>9</u> 3500	<u>6-10.08</u> 400	<u>16-20.08</u> 400	<u>27-31.08</u> 400	-	-
4	Одеська (південно- західні райони)	<u>8</u> 3100	<u>13-17.08</u> 400	<u>22-26.08</u> 400	-	-	-
5	Луганська	<u>11</u> 4200	<u>24-28.07</u> 400	<u>31.07-4.08</u> 400	<u>5-9.08</u> 400	<u>12-16.08</u> 400	<u>20-24.08</u> 400
6	Запорізька (північні райони)	<u>10</u> 3800	<u>29.07-2.08</u> 400	<u>7-11.08</u> 400	<u>15-19.08</u> 400	<u>27-31.08</u> 400	-
7	Запорізька (південні райони)	<u>10</u> 3800	<u>28.07-1.08</u> 400	<u>5-9.08</u> 400	<u>14-18.08</u> 400	<u>1-5.09</u> 400	-
8	Дніпропетровська	<u>7</u> 2700	<u>15-19.07</u> 400	-	-	-	-
9	Кіровоградська, Черкаська						
10	Донецька	<u>8</u> 3000	<u>15-19.08</u> 400	<u>26-30.08</u> 400	-	-	-

Таблиця 1.13 - Режим зрошування огірків, кабачків

№ п/п	Область	Кількість поливів Зрошувальна норма, м ³ /га	№№ поливів, поливний період, поливна норма (м ³ /га)									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Кримська	$\frac{10}{3800}$	$\frac{11-15.5}{200}$	$\frac{20-25.6}{300}$	$\frac{1-6.06}{300}$	$\frac{10-15.6}{300}$	$\frac{18-23.6}{400}$	$\frac{25-30.6}{400}$	$\frac{2-7.07}{400}$	$\frac{10-15.7}{500}$	$\frac{20-25.7}{500}$	$\frac{5-10.08}{500}$
2	Херсонська, Миколаївська	$\frac{10}{3800}$	Теж саме									
3	Одеська (північні ра-ни)	$\frac{9}{3500}$	$\frac{20-25.5}{300}$	$\frac{1-5.6}{400}$	$\frac{11-16.6}{400}$	$\frac{21-25.6}{400}$	$\frac{2-5.7}{400}$	$\frac{6-10.7}{400}$	$\frac{11-15.7}{400}$	$\frac{16-20.7}{500}$	$\frac{25-30.7}{400}$	-
4	Одеська (південно- західні ра-ни)	$\frac{10}{3800}$	Аналогічно Кримській області									
5	Луганська	$\frac{9}{3500}$	Аналогічно Одеській області (північні райони)									
6	Запорізька (північні ра-ни)	$\frac{9}{3500}$	Аналогічно Одеській області (північні райони)									
7	Запорізька (південні р-они)	$\frac{10}{3800}$	Аналогічно Кримській області									
8	Дніпропет- ровська	$\frac{9}{3500}$	Аналогічно Одеській області (північні райони)									
9	Харківська, Полтавська	$\frac{5}{2000}$	-	$\frac{25-30.5}{400}$	$\frac{21-25.6}{400}$	$\frac{5-10.7}{400}$	$\frac{20-25.7}{400}$	$\frac{1-5.8}{400}$	-	-	-	-
10	Кіровоградська, Черкаська	Те ж саме										
11	Київська	Те ж саме										
12	Донецька	$\frac{9}{3500}$	Аналогічно Одеській області (північні райони)									

2 ПОБУДОВА ГРАФІКІВ ГІДРОМОДУЛЯ І ПОЛИВУ

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

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

З приведених вище режимів зрошування сільськогосподарських культур, які входять в сівозміну, видно, що в окремі періоди треба поливати три, чотири і більш культур, а в решту часу одну, дві. У зв'язку з цим витрата води, що подається на зрошувану ділянку в напружений період, може бути в 2-4 рази більше, ніж в решту часу вегетаційного періоду.

Тривалість напруженого періоду 15-20 днів. Очевидно, що будувати водоподавальні споруди на пропуск максимальної витрати недоцільно як економічно, так і за організаційно-господарськими умовами.

У зв'язку з цим розрахунковий режим зрошування сільськогосподарських культур, сівозміни, які зображають у вигляді графіка гідромодуля або графіка поливу, необхідно погоджувати (уконплектовувати). На графіку по осі абсцис відкладають час, а по осі ординат – розрахункові витрати (л/с) або ординати гідромодуля (питома витрата води л/с з га).

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

Графіки прийнято будувати на міліметрівці, приймаючи по осі абсцис 1 мм – 0.5 діб, а по осі ординат – 1 см – 0.1 л/с га для графіка гідромодуля і 20, 30, 50 л/с для графіка поливу – залежно від кількості культур в сівозміні і розрахункової витрати.

Ордината графіка гідромодуля визначається за формулою:

$$q = \frac{\alpha_K m_K}{86.4t} \quad (2.1)$$

де q – ордината гідромодуля, л/с га; α_k – частка площі поля, зайнята культурою, в сівозміні; m_k – поливна норма культури, м³/га; t – рекомендована тривалість поливу в добах.

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

$$Q = \frac{F_k m_k}{86.4t}, \quad (2.2)$$

де F_k – площа поля сівозміни (нетто), зайнята культурою, га.

У цих формулах прийнятий цілодобовий полив. У випадку, якщо полив не цілодобовий, хоча це і небажано, оскільки збільшується ордината гідромодуля або витрата води, та і нічні поливи найбільш сприятливі, вказані вище формули набувають вигляду:

$$q = \frac{\alpha_k m_k}{3.6Tt}; \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{F_k m_k}{3.6Tt}. \quad (2.4)$$

За наведеними формулами з використанням рекомендованих норм і строків поливу визначають витрату води на полив кожної культури.

Якщо строки поливів співпадають, то витрати води підсумовуються.

При підсумовуванні витрат води на окремі культури графік виходить нерівномірний (так званий неукомплектований), у зв'язку з чим, як вказано вище, його необхідно укомплектувати, тобто побудувати укомплектований графік (гідромодуля або поливу). Його будують на одному креслярському листі з неукомплектованим графіком: у верхній половині неукомплектований, а в нижній – укомплектований.

Задача комплектування полягає в наступному:

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

Укомплектовування графіків здійснюють:

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

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

- починати полив можна раніше наміченого терміну для овочевих культур на 3, а для зернових і кормових – 5 днів;
- інтервали між середніми датами двох сусідніх поливів однієї культури не змінювати з умови 3 дні для овочевих і 5 – для зернових і кормових культур;
- не проводити одночасно полив більше двох культур;
- укомплектовування, здійснюване, в основному, за рахунок стиснення поливного періоду, не повинне бути надмірним, тобто одержана в укомплектованому графіку витрата (гідромодуль) не повинна перевищувати розрахункову максимальну ординату неуккомплектованого графіка.

Спосіб укомплектовування графіка поливів (аналогічно гідромодуля) наведений нижче.

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

При дощуванні графік поливу культур, що входять в сівозміну, необхідно пов'язати з витратою і продуктивністю дощувальних машин і установок.

У зв'язку з тим, що витрата дощувальної машини відома, для побудови графіка визначають тривалість кожного поливу (t , діб) за формулою:

$$t = \frac{m_k F_k K_{mn}}{84.4 Q \beta K_{вр}}, \quad (2.5)$$

де m_k - поливна норма культури, м³/га; F_k - площа поля (нетто); Q – витрата дощувальної машини, л/с (або групи машин, що одночасно працюють на даному полі); β - коефіцієнт, що характеризує тривалість роботи машини за добу; K_{mn} - коефіцієнт техніки поливу; $K_{вр}$ - коефіцієнт корисного використання робочого часу машини за добу.

2.1 Графік поливу при поверхневому способі зрошування

Вихідні дані: структура сівозміни, режим зрошування і ін..

За формулою (2.4) розраховуємо витрату води для кожного поливу кожної культури сівозміни і результати записуємо у відомість неукomплектованого графіка поливу.

Приклад розрахунку: люцерна 1-го року, поле – 50 га, поливна норма першого поливу – 500 м³/га, тривалість поливного періоду – 5 днів. Витрата з формули (2.4) буде рівна:

$$Q = \frac{500 \cdot 50 \cdot 1000}{5 \cdot 16 \cdot 60 \cdot 60} = 86.8 \approx 87 \text{ л/с}$$

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

Третій полив необхідно розрахувати, оскільки змінилася поливна норма і період поливу.

На графіку (рис.2.1) по осі абсцис будується календар зрошувального сезону, на якому відкладаються початок і кінець поливу, а по осі ординат – величина витрати в л/с.

Починати будувати графік потрібно з передпосівного поливу озимої пшениці. Озима пшениця поливається з 11.09. по 20.09, обидві дати включаються. Поливний період складає 10 днів. На графіку по горизонтальній осі знаходимо дати 11.09. і 20.09. З цих крапок проводимо перпендикуляри, на яких відкладається величина витрати нульового поливу – 87 л/с. Одержані крапки з'єднуємо прямою лінією, і утворюється прямокутник, що зображає перший полив - третє поле озимої пшениці.

Четверте і сьоме поля озимої пшениці поливаються в ті ж строки – з 11.09 по 20.09, тому над поливом 3 поля треба надбудувати полив 4-го і 7-го полів, і витрата буде $87 + 87 + 87 = 261$ л/с.

Перший полив пшениці починається 23.05, а закінчується 27.05, другий з 8 по 12 червня. Таким же чином наносимо на графік всі поливи решти культур. Якщо строки співпадають за часом, то поливи надбудовують, а витрати підсумовують. Наприклад, з 23.05 по 27.05 поливаються три поля озимої пшениці витратою 261 л/с і цукровий буряк витратою 69 л/с. Над поливом озимої пшениці надбудовуємо полив цукрового буряка, і витрата складає $261 + 69 = 330$ л/с. З 25 по 29.05 полив люцерни 1-го року життя надбудовується над поливом цукрового буряка, і витрата буде $330 + 87 = 417$ л/с, а 28 і 29 травня два дні поливатимемо тільки люцерну витратою 87 л/с.

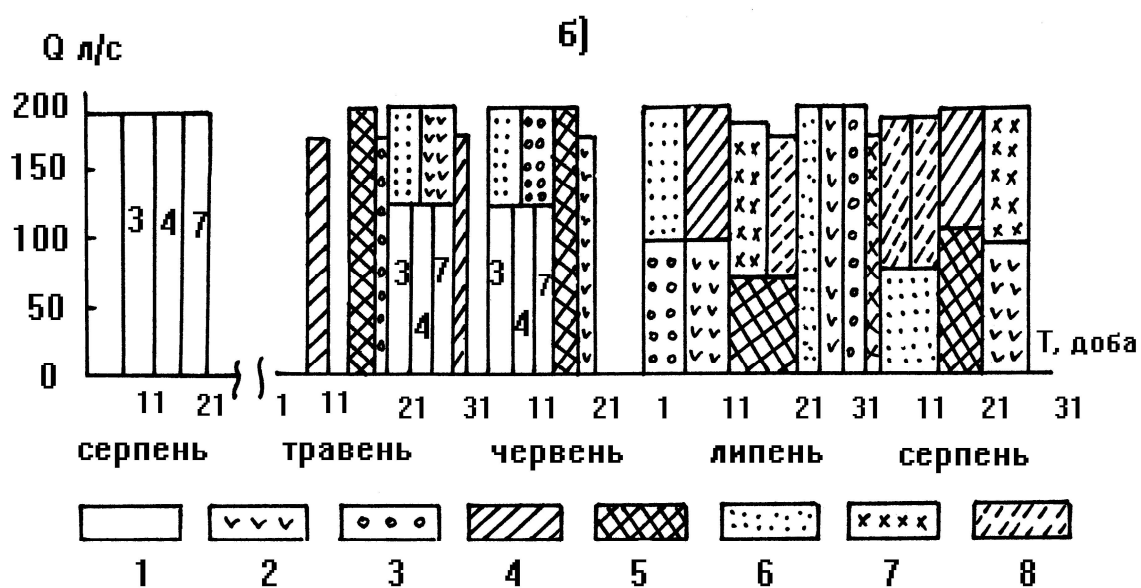
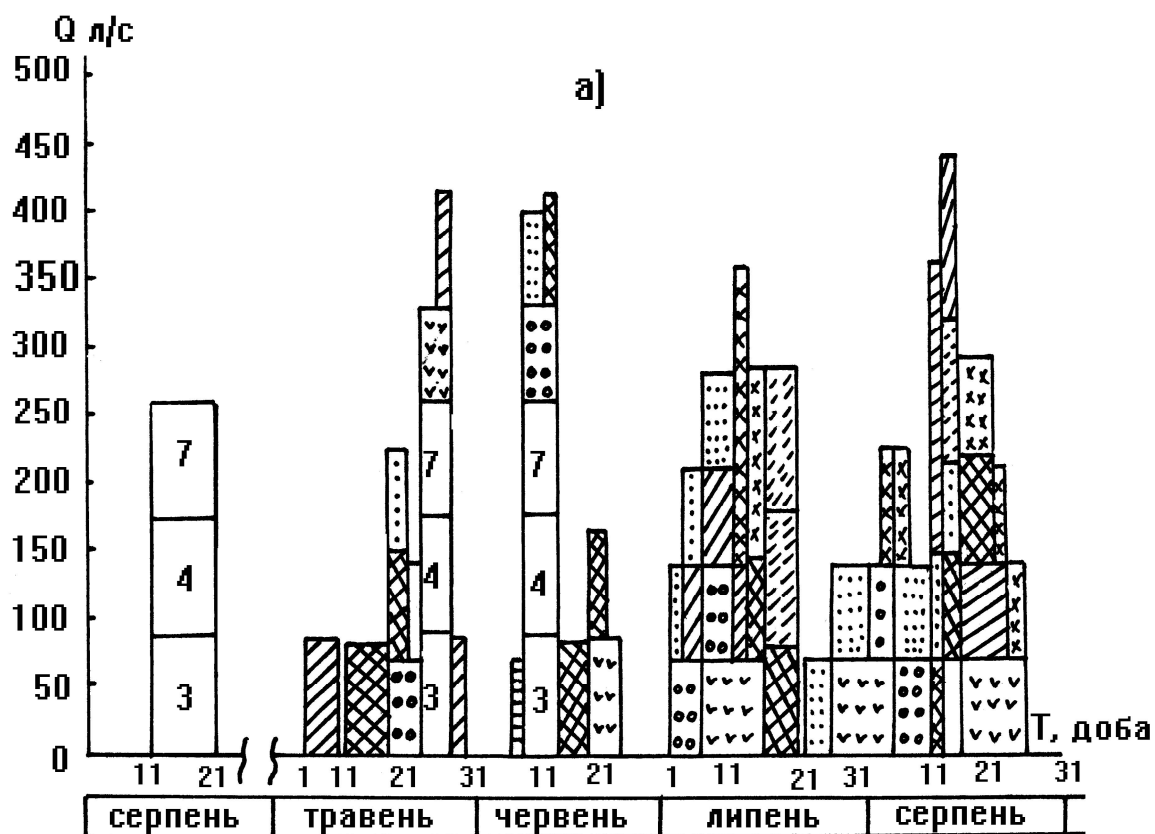


Рисунок 2.1 – Графіки поливів

а) не укомплектований, б) укомплектований

1 – озима пшениця; 2 - цукровий буряк; 3 – соняшник;
4 – люцерна 1-го року; 5 – люцерна 2-го року; 6 – кукурудза;
7 – пожнивно – кукурудза; 8 – пожнивно – зернова суміш.

В результаті такої побудови одержимо неукomплектований графік (рис.2.1 а).

Для комплектування графіків поливів спочатку необхідно визначити максимальну ординату укomплектованого графіка поливів, яка розраховується по напруженому періоду. Такий період в неукomплектованому графіку буде з 8.06 по 12.06.

Максимальна витрата в цей період досягає 410 л/с, а тривалість 5 діб.

Подовживши поливний період на 5 діб і довівши його в даному випадку до 10 діб, одержуємо максимальну ординату укomплектованого графіка поливу:

$$Q_m = \frac{2013}{10} = 201 \text{ л/с}$$

У практиці експлуатації зрошувальних систем при комплектуванні графіка поливу необхідно полив кожного поля озимої пшениці і інших культур, якими зайнято два поля, позначити окремо.

Таблиця 2.1 – Визначення максимальної ординати укomплектованого графіка поливів

Культура	Порядковий номер поливу	По неукomплектованому графіку поливів		
		Витрата, л/с	Час поливу, доба	$Q \cdot T$
Озима пшениця*	3	261	5	1305
Соняшник	2	69	5	345
Кукурудза на зерно	2	69	3	207
Люцерна 2-го року життя	2	78	2	156
				2013

Примітка: * - озимою пшеницею зайнято 3 поля, загальна витрата 261 л/с.

При комплектуванні графіка в період з 8.06 по 12.06 другий полив озимої пшениці необхідно проводити спільно з поливом кукурудзи і соняшнику раніше наміченого терміну на 5 днів, тобто не 8.06, а 3.06. Тривалість поливного періоду замість 5 днів прийняти 3.5 дні. При стисненні поливного періоду витрата збільшиться до 124 л/с.

$$\text{Приклад: } 87 \cdot 5 = 435 = \frac{435}{3.5} = 124.3 \text{ л/с} \approx 124 \text{ л/с}.$$

Полив 4-го поля будемо поряд: з 6.06 по 9.06 – 3.5 дні, витрата 124 л/с. Полив 7-го поля буде проведений з 9 по 12.06 витратою 124 л/с.

Другий полив кукурудзи почнемо на 3 дні раніше наміченого терміну, 3.06 замість 6.06 і закінчимо 7.06. Витрата залишається попередня - 69 л/с, поливний період – 5 днів.

Термін поливу кукурудзи співпав з терміном поливу озимої пшениці, тому полив кукурудзи треба надбудовувати над поливом озимої пшениці, і витрата двох культур складе $124 + 69 = 193$ л/с

Другий полив соняшнику надбудовується над поливом озимої пшениці. Термін поливу і витрата залишаються попередніми $124 + 69 = 193$ л/с. $Q = 69$ л/с. Загальна витрата за цей час складе $124 + 69 = 193$ л/с.

Другий полив люцерни 2-го року життя на графіку помістимо самостійно з 13.06. У неукomплектованому графіку витрата води на полив люцерни склала 78 л/с, а поливний період 10 днів $78 \cdot 10 = 780$.

Число днів поливу розраховується шляхом розподілу загальної кількості води на максимальну ординату укомплектованого графіка поливу:

$$T_2 = \frac{780}{200} = 3.9 \approx 4 \text{ дні}$$

Якщо округлити поливний період до 4 днів, то витрата дорівнюватиме: $\frac{780}{4} = 195$ л/с.

Таким же чином розраховується і укомплектовується другий полив цукрового буряка. У неукomплектованому графіку $Q = 87$ л/с, $T_1 = 5$ днів.

$87 \cdot 5 = 435$; $\frac{435}{200} = 2.17$ дня. Округляємо цю величину до 2.5 днів. Тоді

витрата буде: $\frac{435}{2.5} = 174$ л/с. Термін поливу замість з 18.06 по 22.06 в

укомплектованому графіку буде з 17.06 по 19.06.

Наступний напружений період з 23.05 по 27.05. Озиму пшеницю поливатимемо також по 3.5 дні кожне поле і почнемо полив на 5 днів раніше, з 18.05 по 28.05 (10.5 днів). Спільно з озимою пшеницею поливатиметься кукурудза з 18.05 по 22.05 і цукровий буряк з 23.05 по 27.05 однаковою витратою. Загальна витрата складе 199 л/с.

Після укомплектовування цієї частини графіка приступимо до наступного періоду з 1.07 по 20.07, який комплектується аналогічно.

Після того, як будуть укомплектовані всі напружені періоди графіка, треба укомплектувати проміжки між ними. Поливи окремих культур

необхідно укомплектувати шляхом скорочення поливного періоду і збільшення витрати.

Після комплектування графіка нові терміни і витрата води вписуються у відомість укомплектованого графіка поливів.

З рисунка видно, що витрата впродовж зрошувального сезону рівномірна з невеликими коливаннями. Одержані 3-4 інтервали між поливами необхідні для профілактики і ремонту зрошувальної мережі і насосної установки.

Максимальна ордината укомплектованого графіка поливів є основою проектування зрошувальної системи, а сам укомплектований графік поливу – основою планування всіх робіт на зрошуваній ділянці

2.2 Графік поливу при зрошуванні способом дощування (роботи дощувальних машин)

Зрошування передбачається дощувальною машиною ДФ120 «Дніпро». Витрата 120 л/с. Полив цілодобовий ($t=86400$ секунд) з коефіцієнтом використання робочого часу $K_{gp} = 0.80$ і коефіцієнтом техніки поливу $K_{mn} = 1.15$. Структура сівозміни, режим зрошування приведені в табл 2.2.

Поля сівозміни рівновеликі, площа поля нетто $F = 72$ га.

Для побудови графіка поливу сівозміни в таблицю укомплектовування (табл.2.3) вписуються строки і норми поливів всіх полів, зайнятих відповідними культурами. Після чого визначається тривалість кожного поливу за формулою:

$$n = \frac{F_n m_k K_{mn}}{Q t K_{gp}} \quad (2.6)$$

При поливній нормі $m_k = 600 \text{ м}^3/\text{га}$ тривалість поливів складе

$$n = \frac{72 \cdot 600 \cdot 1.15}{120 \cdot 86.4 \cdot 0.80} = 5.99 \approx 6 \text{ діб.}$$

Аналогічно визначається тривалість поливу кожного поля сівозміни (культури).

Нижче за таблицю укомплектовування будується графік поливів (рис.2.2). Кожен полив представлений на цьому графіку прямокутником, ордината якого рівна витраті води дощувальної машини, абсциса – тривалості поливу.

Таблиця 2.2 – Режим зрошування сільськогосподарських культур сівозмінної ділянки

Культура	Кількість поливів	Номер поливу	Поливна норма, м ³ /га	Терміни поливу	
	Зрошувальна норма			Початок	Кінець
Люцерна 2 і 3-го року	$\frac{7}{4200}$	1	600	16.05	20.05
		2	600	17.06	21.06
		3	600	28.06	02.07
		4	600	15.07	19.07
		5	600	27.07	31.07
		6	600	12.08	16.08
		7	600	24.08	28.08
Озима пшениця	$\frac{4}{2500}$	0	1000	05.09	15.09
		1	500	10.05	14.05
		2	500	26.05	30.05
		3	500	14.06	18.06
Горох на зерно	$\frac{3}{1300}$	1	500	18.05	22.05
		2	500	03.06	07.06
		3	300	18.06	22.06
Злакобобові (пожнивні)	$\frac{5}{2400}$	1	600	26.07	31.07
		2	300	07.08	11.08
		3	500	20.08	24.08
		4	500	02.09	06.09
		5	500	14.09	18.09
Просо на зерно (пожнивні)	$\frac{5}{2500}$	1	600	11.07	21.07
		2	400	01.08	05.08
		3	500	14.08	15.08
		4	500	26.08	01.09
		5	500	05.09	09.09
Люцерна літнього посіву	$\frac{5}{3000}$	1	600	11.07	15.07
		2	600	02.08	06.08
		3	600	13.08	17.08
		4	600	29.08	02.09
		5	600	18.09	22.09
Кукурудза на силос	$\frac{6}{3750}$	0	1000	05.09	15.09
		1	600	20.06	14.06
		2	600	01.07	05.07
		3	600	10.07	15.07
		4	600	25.07	30.07
		5	350	08.08	12.08

Таблиця 2.3 - Таблиця укомплектування графіку поливів

№ поля	Культура	F, га	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Люцерна	72					$\frac{600}{6}$			$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$				
2	Люцерна	72					$\frac{600}{6}$			$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$		$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$		$\frac{1000}{6}$	$\frac{10}{6}$	
3	Озима пшениця	72				$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$		$\frac{500}{5}$								$\frac{1000}{5}$			
4	Озима пшениця + злакобобові	72				$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$		$\frac{500}{5}$			$\frac{600}{6}$	$\frac{300}{3}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	
5	Горох на зерно + просо на зерно	72				$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$		$\frac{300}{3}$			$\frac{600}{6}$		$\frac{400}{2}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$			
6	Кукурудза на силос	72								$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{350}{3}$		$\frac{1000}{6}$	$\frac{10}{6}$			
7	Озима пшениця + посів люцерни	72				$\frac{500}{5}$	$\frac{500}{5}$		$\frac{500}{5}$			$\frac{600}{6}$		$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	$\frac{600}{6}$	

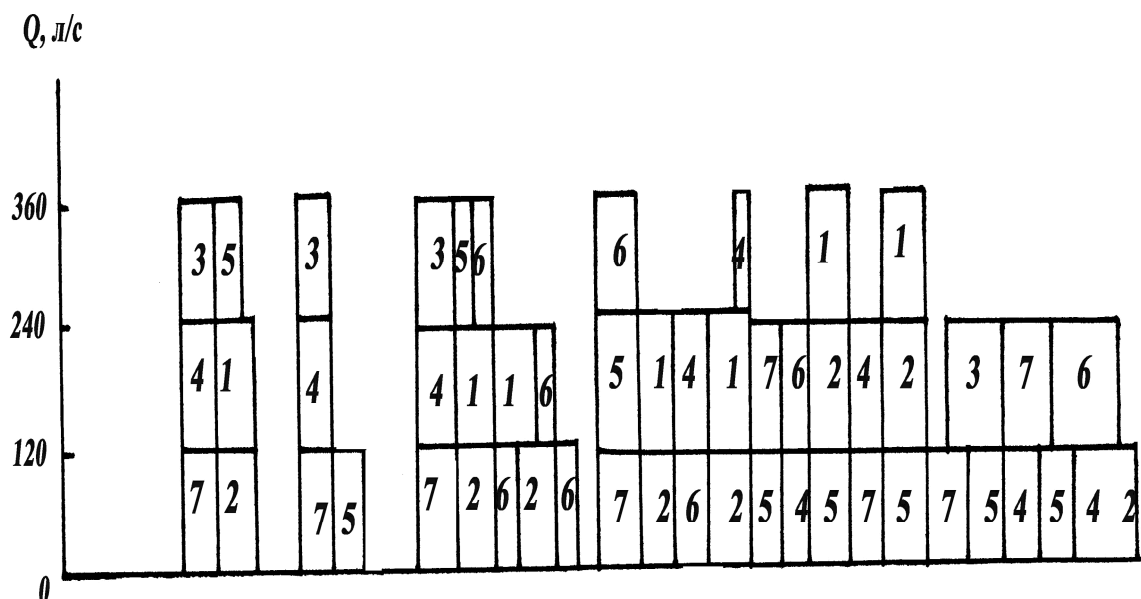


Рисунок 2.2 – Укомплектований графік поливів сівозміни дощувальною машиною „Дніпро”

Умовні позначення:

7

 - тривалість поливу і номер поливу

У таблицю укомплектовування вносяться поливи кожного поля сівозміни в окремий рядок. Після цього приступають до укомплектовування графіка поливів.

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

У даному прикладі одночасно працюють три дощувальні машини.

Одержані строки поливу в укомплектованому графіку роботи дощувальних машин змістилися в якихось межах по відношенню до рекомендованих.

Для наочності нові терміни поливів необхідно винести в таблицю укомплектовування (пунктирні лінії) і порівняти з рекомендованими.

У даному прикладі тільки перший і третій поливи пожнивних злакобобових культур зміщені вліво на 4 і вологозарядковий полив для озимої пшениці (3 поля) на 8 діб. Такий зсув небажаний, але враховуючи, що це не основні культури, а пожнивні, його можна допустити. Інакше необхідно було б збільшити витрату насосної станції і напірних трубопроводів на витрату четвертої дощувальної машини. Оскільки одночасно працюють три дощувальні машини, витрата води, необхідна для зрошування даної сівозмінної ділянки, складе $3 \cdot 120 = 360$ л/с.

3. Полив по борознах

3.1 Класифікація і будова поливних борозен

Полив по борознах - найбільш доскональний спосіб поверхневого зрошення - застосовується для поливу переважно широкорядних просапних культур (кукурудза, цукровий буряк, овочі, плодові і ягідні насадження й ін.). Застосовується на незасолених ґрунтах на території з ухилами не більше 0,03, тому що при більшому ухилі вода розмие борозни, змие ґрунт і викличе ерозію.

Класифікація і будова поливних борозен показана на рис.3.1.

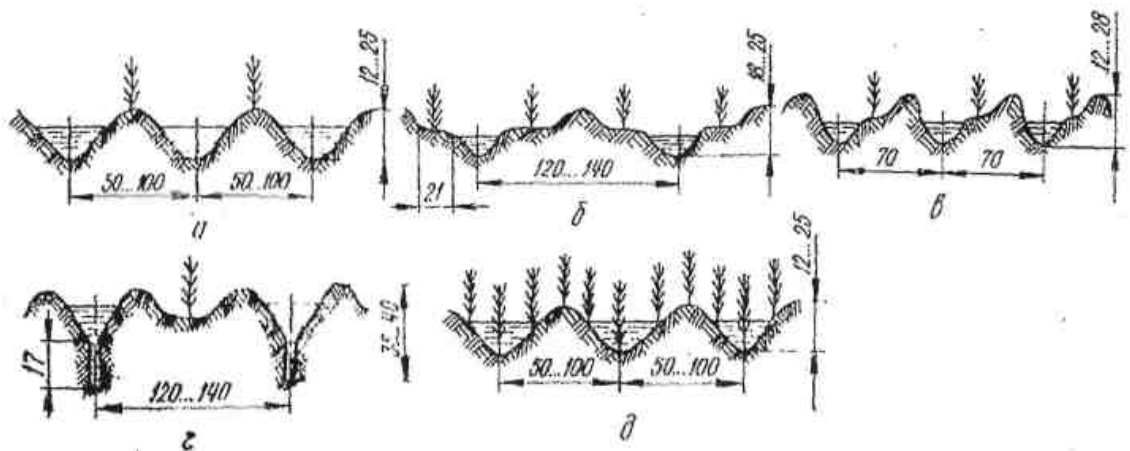


Рисунок 3.1 Поливні борозни.

- а) мілкі і глибокі; б) з терасами; в) з бермою; г) борозни-щілини;
д) засіяні борозни.

За глибиною борозни розділяються на мілкі (8-12 см), середні (12-18 см) і глибокі (18-25 см); за проточністю - на проточні (незатоплювані) і тупі (затоплювані); за профілем перерізу - на параболічні, трапецієподібні, з бермою, з терасами, борозни-щілини, за довжиною - на короткі (60- 250 м) і довгі (250-500 м); за ступенем сільськогосподарського використання - на ті що засіваються й що не засіваються.

Полівні борозни нарізають навісними культиваторами-підгортальниками КОН-2,8 П, КРН-4,2.

Борозни мають переважно параболічний або трапецієподібний переріз із шириною по дну 8-10 см, із закладенням укосів 1:1.

Глибину поливних борозен приймають 8-25 см. Відстань між ними залежить від водопроникності й капілярних властивостей ґрунтів і повинна бути прийнята такою, щоб контури зволоження двох сусідніх борозен замикалися. З врахуванням цього відстань між борознами приймають: на легких ґрунтах-50...65 см, на середніх-65...80 і на важких ґрунтах - 80...100 см (рис. 3.2).

Полив по мілких борознах застосовується на добре спланованих полях з дрібнонасіnnими культурами вузькорядного посіву: цибулею, морквою й ін.

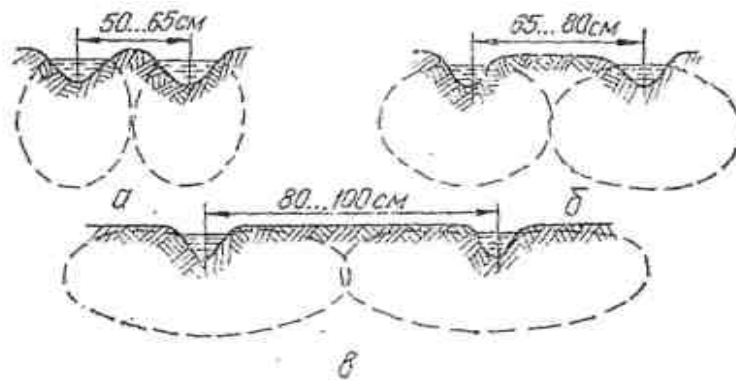


Рисунок 3.2 Контури зволоження ґрунту при поливі по борознах
а) на легких ґрунтах; б) на середніх суглинках; в) на важких ґрунтах

Мілкі борозни мають глибину 8-12 см, ширину поверху – 30-35 см. Проходять вони в орному шарі й мають гарну водовіддачу. Оптимальний ухил зрошуваної території 0,0005-0,003, що характерно для заплав, плавнів і дельт річок.

Полив по глибоких тупих борознах застосовується для поливу овочевих і просапних культур при ухилах території менше 0,002. Глибина цих борозен досягає 25 см, а ширина — 60 см. Борозни заповнюють водою на глибину 18-20 см, після чого подачу її припиняють і вода усмоктується в ґрунт. Довжина затоплюваної борозни залежить від ухилу місцевості й може бути визначена за формулою

$$l = (h_2 - h_1) / i \quad (3.1)$$

де h_1 і h_2 - глибини наповнення відповідно наприкінці й голові борозни, м;
 i — ухил дна борозни.

Полив по проточних борознах застосовується для зрошення всіх просапних культур при ухилах території 0,002-0,02. Полив може здійснюватися з постійним або змінним поливним струменем, без скидання й зі скиданням. Частіше застосовується полив змінним струменем. Спочатку воду подають із витратою 1-3 л/с. Коли вода пройде 85-90 % довжини борозни, витрата зменшується до 0,5- 1 л/с.

Полив по проточних борознах залежно від вологості ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод, періоду росту й розвитку рослин може проводитися в кожне міжряддя або через міжряддя. При поливі через міжряддя поливна норма знижується на 45-50%, а продуктивність праці підвищується на 35-40%.

Полив по борознах з терасами це різновидність поливу по проточних борознах. Суть його полягає в тому, що поливні борозни нарізають на відстані, рівній подвійній ширині міжрядь – 120-140 см одна від одної, між ними насипають невеликий валик. Між валиком і поливною борозною утвориться невелика (20-21 см) тераска, на яку висаджують розсаду овочевих культур. Тераски дозволяють розсадопосадковим машинам краще заглиблювати розсаду в ґрунт. Борозни-тераси нарізають до посадки спеціальними підгортальниками, що навішуються на культиватор-підгортальник КІН-2,8.

Полив по борознах - щілинам застосовують для проведення вологозарядкових і передпосівних поливів великими поливними нормами на ділянках з недостатньо рівною поверхнею й на ґрунтах зі слабкою водопроникністю. Борозни-щілини - звичайні борозни, у дні яких робиться щілина глибиною 17-20 см і шириною 3,5 см. Загальна глибина борозни-щілини - 35-40 см. Довжину їх приймають таку ж, як і незатоплюваних борозен, а витрату води в кожную борозну збільшують в 2-3 рази. У зв'язку із цим продуктивність праці збільшується в кілька разів у порівнянні з поливом по звичайних борознах. Відстань між борознами-щілинами-120-140 см. Нарізають їх борозноробом - щілинорізом БЩН-2 або БЩН-3. По борознах-щілинах можна проводити й вегетаційні поливи овочів і картоплі. У цьому випадку борозни-щілини нарізають через міжряддя.

Полив по довгих борознах. Цей спосіб поливу можна використовувати на добре вирівняних ділянках з ухилами не менше 0,002 і на ґрунтах із середньою й слабкою водопроникністю при глибині залягання ґрунтових вод більше 2 м. При поливі по довгих борознах одночасно включається в роботу до 100 борозен, що сприяє значному збільшенню продуктивності праці поливальників.

Довжина борозен залежить від механічного складу ґрунтів, ухилу зрошуваної ділянки і може досягати 500 м.

Для забезпечення водоподачі одночасно у велике число поливних борозен, вивідні борозни нарізають по горизонталях з ухилом не більше 0,001. Рівномірне зволоження ґрунту по довжині борозни, особливо при ухилу більше 0,003, досягається шляхом проведення поливів змінним струменем.

3.2 Розрахунки техніки поливу по борознах

Розрахунок техніки поливу по проточних борознах без скидання з добіганням постійного струменя полягає у визначенні площі живого перерізу борозни ω , швидкості руху v і витрати води в борозні q , тривалості усмоктування (подачі) води у борозну t , довжини борозни l .

Вихідні дані та схема для розрахунку техніки поливу по борознах наводиться на рис. 3.3

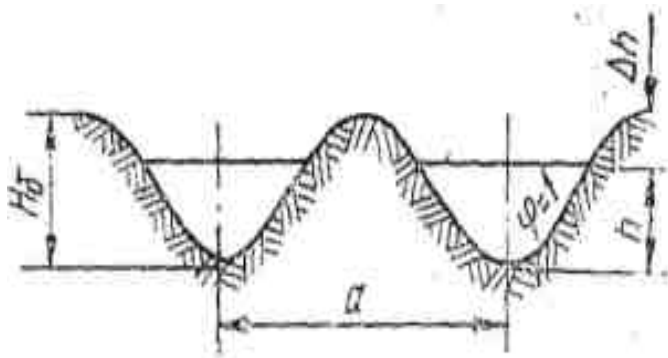


Рисунок 3.3 Схема для розрахунку техніки поливу по борознах

h - глибина борозни, ширина по дну $b=0$, закладення відкосів $\varphi=1$, коефіцієнт шереховатості - $n=0,04$, припустима швидкість руху води в борозні $V_{np.}=0,1-0,2$ м/с, відстань між борознами a ; поливна норма - m , середня швидкість усмоктування води в ґрунт в першу годину, $K_{сер}$; ухил зрошуваної ділянки i .

За наведеними нижче формулами розраховують:

площу живого перерізу-

$$\omega = (b + \varphi h)h = \varphi h^2, \quad (3.2)$$

змочений периметр борозни

$$x = b + 2h\sqrt{1 + \varphi^2} = 2h\sqrt{1 + \varphi^2}, \quad (3.3)$$

гідравлічний радіус

$$R = \omega / x, \quad (3.4)$$

(в першому наближенні $R \cong h/2$),

швидкісний коефіцієнт за Павловським М.П.

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{3}}; \quad (3.5)$$

швидкість руху води в борозні

$$V_{np} = C\sqrt{RI}; \quad (3.6)$$

Підставляючи значення C і R , отримують

$$V_{np} = 1/1,04(h/2)^{1/3} \cdot (h/2)^{1/2} \cdot I^{1/2} = 1/0,04(h/2)^{5/6} \cdot I^{1/2}. \quad (3.7)$$

З цього рівняння визначають h

$$h = 2(0,04V_{np}/I^{1/2})^{6/5}. \quad (3.8)$$

За відомими φ, h, V_{np} знаходять

$$q_{\max} = \varphi h^2 V_{np}. \quad (3.9)$$

Довжину борозни l визначають за умови, що вона обслуговує площу, яка дорівнює $a \cdot l$. При поливній нормі m на цю площу необхідно подати об'єм води $mal/1000$ витратою q за час t .

З рівняння

$$mal/10000 = qt, \quad (3.10)$$

визначають довжину борозни

$$l = 3,6qt10000/ma. \quad (3.11)$$

Щоб знайти два невідомих l, t складають друге рівняння, виходячи з того, що об'єм води, що подають на 1м довжини борозни складає $ma/10000$ повинен усмоктуватися за час t з середньою швидкістю усмоктування K_{cp} по площі усмоктування β , тобто

$$ma/10000 = K_{cp}t\beta \quad (3.12)$$

Підставляючи в цю формулу значення $K_{cp} = K_0/t^a$, отримують

$$ma/10000 = K_0/t^a \cdot \beta t = K_0\beta t^{1-a}. \quad (3.13)$$

Звідки

$$t = (ma/10000 \cdot K_0\beta)^{1/1-a} \quad (3.14)$$

При

$$\beta = \lambda h \sqrt{1 + \varphi^2} \quad (3.15)$$

Де λ - коефіцієнт, що враховує бокове усмоктування води в відкоси борозни (для легких ґрунтів – 1,5, для важких- 2,5).

Отримане значення t використовується для визначення довжини борозни l . Обчислену довжину борозни округляють до величини, яка кратна довжині зрошуваної ділянки L .

Для правильної організації поливу визначають кількість вивідних борозен за довжиною ділянки

$$N_1 = L / l , \quad (3.16)$$

загальну кількість всіх поливних борозен на поливній ділянці шириною B

$$N_2 = N_1 B / a , \quad (3.17)$$

Кількість одночасно працюючих борозен , вважаючи, що полив проводиться цілодобово ($T=24$ год.)

$$N = N_2 t / T , \quad (3.18)$$

Витрату, яку необхідно подати на зрошувану ділянку

$$Q = qN , \quad (3.19)$$

Продуктивність праці поливальника в залежності від тривалості поливу t , поливної норми m , поливного струменю q і умови поливу K ($K < 1$)

$$\Pi = 3,6 q t k / m , \quad (3.20)$$

Кількість поливальників, що необхідна для проведення поливу

$$n = \omega / \Pi t . \quad (3.21)$$

де ω - площа зрошення, га;

t - тривалість поливу (з укомплектованого графіку гідромодуля), діб.

При поливі по борознам можливо використати рекомендації науково-дослідних установ (табл.1.)

Таблиця 3.1 Довжина поливних борозен, смуг та питомі витрати води в залежності від ухилів і водопроникності ґрунтів (за даними інституту гідротехніки і меліорації ІГІМ ААН)

Сер.швидк. усмоктування води в ґрунт в першу годину. см/хв	Ухил зрошуван. ділянки	Борозни		Борозни-щілини		Смуги	
		Довжина, м	Питома витрата, л/с	Довжина, м	Питома витрата, л/с	Довжина, м	Питома витрата, л/с
Менше 0,15 (низька)	0,002-0,004	250-300	1,2-1,5	250-300	2,4-3,0	250-300	6,0-8,0
	0,004-0,007	300-500	0,8-1,2	300-500	1,6-2,4	300-500	5,0-6,0
	0,007-0,010	350-400	0,5-0,8	350-400	1,0-1,6	350-400	4,0-5,0
0,15- 0,30 (середня)	0,002-0,004	200-250	1,2-1,5	150-250	2,4-3,0	200-250	8,0-10
	0,004-0,007	250-300	1,0-1,2	250-300	2,0-2,4	250-300	6,0-8,0
	0,007-0,010	300-400	0,8-1,0	350-400	1,4-2,0	300-350	5,0-6,0
Більше 0,30 (висока)	0,002-0,004	120-200	1,5-2,0	120-200	3,0-4,0	150-200	10-12
	0,004-0,007	200-250	1,2-1,5	200-250	2,4-3,0	200-250	8,0-10
	0,007-0,010	250-350	1,0-1,2	250-350	2,0-2,4	250-300	6,0-8,0

Основні недоліки поливу по борознах: нерівномірне зволоження ґрунту за довжиною борозни, невисока продуктивність праці поливальників (0,4-2,0 га за зміну), неможливість подачі невеликих поливних норм.

3.2 Приклади проектування зрошення по борознах

Завдання. Обчислити та показати на схемі елементи техніки поливу по борознах і смугах.

Вихідні дані. Середній ухил поверхні поля за напрямом поливу $I = 0,003$. Швидкість поглинання води у ґрунт в першу годину $K_0 = 0,06$ м/ч; показник динаміки поглинання води $\alpha = 0,5$; нерозмиваюча швидкість $v_n = 0,15$ м/с; коефіцієнт шорсткості поверхні поля $n = 0,04$. Посівна площа 46,4 га при довжині поля $L_n = 760$ м та ширині $B_n = 610$ м; тимчасових зрошувачів 5; поливна норма $500 \text{ м}^3/\text{га}$; ширина поливної смуги $b_n = 3,6$ м, висота валика $h_g = 0,2$ м; відстань між борознами $a = 0,7$ м; ширина по дну $b = 0,05$ м; коефіцієнт закладання відкосу борозни $\varphi = 1$; глибина поливної борозни $h_{\bar{b}} = 0,21$ м; тривалість поливу 2 доби.

Розрахунок елементів техніки поливу по проточних борознах.

Розраховується глибина води в борозні

$$h = h_{\bar{b}} / 3 = 0,21 / 3 = 0,07 \text{ м}.$$

Площа живого перетину борозни за формулою (3.2)

$$\omega = (b + \varphi h)h = (0,05 + 1 \cdot 0,07)0,07 = 0,0084 \text{ м}^2.$$

Змочений периметр борозни за формулою (3.3)

$$z = b + 2h\sqrt{1 + \varphi^2} = 0,05 + 2 \cdot 0,07\sqrt{1 + 1^2} = 0,25 \text{ м}.$$

Гідравлічний радіус за формулою (3.4)

$$R = \omega / z = 0,0084 : 0,25 = 0,03 \text{ м}.$$

Швидкісний коефіцієнт по Н.П. Павловському за формулою (3.5)

$$C = \frac{1}{n} R^y = \frac{1}{0,04} 0,03^{1,5\sqrt{0,07}} = 6,4.$$

Фактична швидкість руху води в борозні за формулою (3.6)

$$v_\phi = C\sqrt{RI} = 6,4\sqrt{0,03 \cdot 0,003} = 0,061 \text{ м/с}.$$

Оскільки $v_\phi < v_n$, іригаційної ерозії не буде.

Витрата води у борозні

$$q = v_\phi \omega = 0,061 \cdot 0,0084 = 0,00051 \text{ м}^3 / \text{с} = 0,51 \text{ л/с}.$$

Площа поглинання води на 1 м борозни з урахуванням капілярного поглинання ($\lambda = 2,5$) за формулою (3.15)

$$\beta = b + \lambda h\sqrt{1 + \varphi^2} = 0,05 + 2,5 \cdot 0,07\sqrt{1 + 1^2} = 0,30 \text{ м}.$$

Тривалість поглинання ґрунтом поливної норми за формулою (3. 14)

$$t = \left(\frac{ma}{10000 K_0 \beta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{500 \cdot 0,7}{10000 \cdot 0,06 \cdot 0,30} \right)^{\frac{1}{1-0,5}} = 3,8 \text{ год}.$$

Розрахункова, довжина поливної борозни за формулою (3.11)

$$l = \frac{3,6qt \cdot 10000}{ma} = \frac{3,6 \cdot 0,51 \cdot 3,8 \cdot 10000}{500 \cdot 0,7} = 200 \text{ м.}$$

Кількість вивідних борозен на тимчасовому зрошувачі розраховуємо за формулою (3.16) приймаємо кратним довжині поля $L_n = 760$ м.

$$N_1 = \frac{L_n}{l} = \frac{760}{200} = 3,8, \text{ приймаємо } 4.$$

Уточнюємо довжину поливної борозни $l = 760 : 4 = 190$ м.

Враховуючи, що ухил зрошуваної території $I = 0,003$, приймаємо повздовжню схему розташування тимчасової зрошувальної мережі (рис.3.4).

Кількість поливних борозен на кожній вивідній борозні розраховуємо за формулою (3.17)

$$N_2 = 122 : 0,7 = 175 \text{ шт.}$$

Один тимчасовий зрошувач обслуговує

$$N_3 = N_1 N_2 = 4 \cdot 175 = 700 \text{ поливних борозен.}$$

При цілодобових поливах ($T = 24$ год) з одного тимчасового зрошувача одночасно може забирати воду наступна кількість поливних борозен:

$$N = \frac{N_3 t}{24} = \frac{700 \cdot 3,8}{24} = 111.$$

Витрата води нетто, яку необхідно подавати до одночасно працюючих поливних борозен за формулою (3.19),

$$Q = qN = 0,51 \cdot 111 = 56,6 \text{ л/с.}$$

Така витрата близька до стандартної витрати тимчасового зрошувача 60 л/с.

Продуктивність праці поливальника за зміну визначаємо за формулою (3.20),

$$\Pi = \frac{3,6QtK}{m} = \frac{3,6 \cdot 56,6 \cdot 3,8 \cdot 0,9}{500} = 1,39 \text{ га.}$$

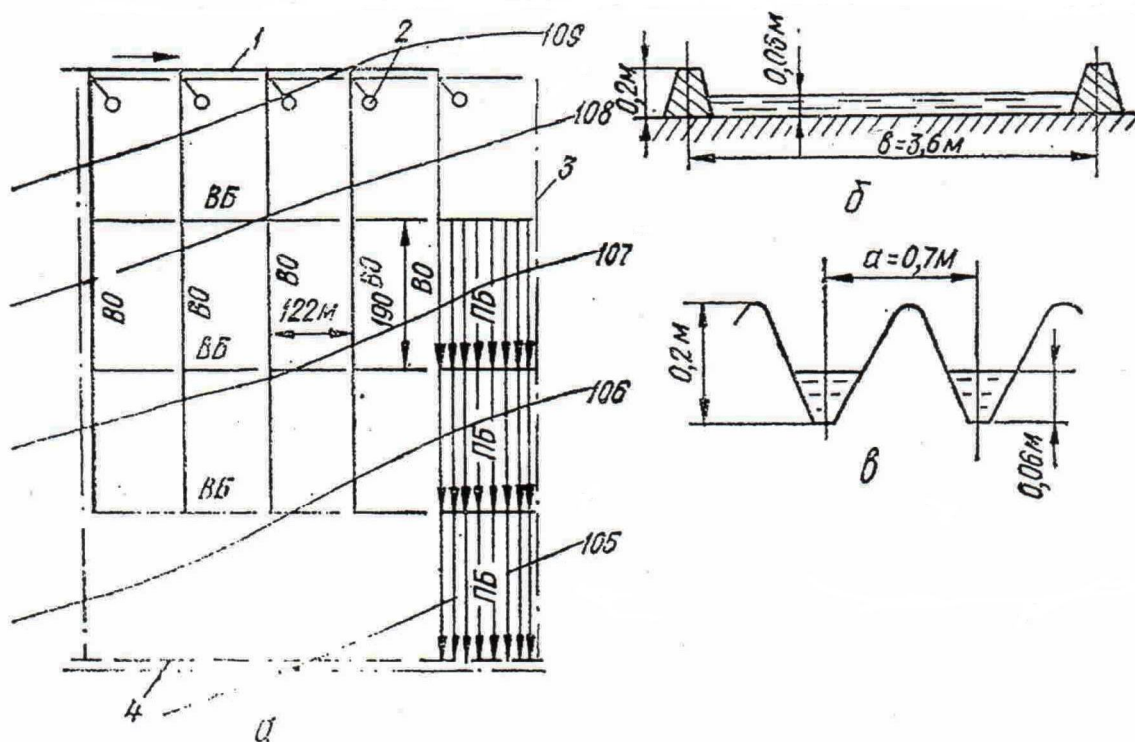


Рисунок 3.4 – Схема зрошувальної мережі (а) та повздовжній перетин поливної смуги (б) і борозни (в):

1 – ділянковий зрошувачі; 2 – водовипуск; 3 – межа поля; 4 – польова дорога;
ВО – тимчасові зрошувачі; ВБ – вивідні борозни; ПБ – поливні борозни.

Кількість поливальників, необхідна для проведення поливів розраховуємо за формулою (3.21),

$$n = \frac{\omega}{\Pi t} = \frac{46,4}{1,39 \cdot 2} = 26 \text{ чоловік}.$$

Розрахунок елементів техніки поливу напуском по смугах без скидання проводимо для тієї ж ділянки.

Розрахунки проводимо за формулами наведеними в попередньому прикладі.

Обчислюємо тривалість поглинання поливної норми ґрунтом

$$t = \left(\frac{m}{10000 K_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{500}{10000 \cdot 0,06} \right)^{\frac{1}{1-0,5}} = 0,69 \text{ год}$$

Відповідно до рекомендацій табл. 3.1 заздалегідь призначається питома витрата на 1 м ширини смуги 6 л/с. Тоді розрахункова довжина поливної смуги буде рівна

$$l = \frac{3,6qt \cdot 10000}{m} = \frac{3,6 \cdot 6 \cdot 0,69 \cdot 10000}{500} = 298 \text{ м.}$$

Зв'язуємо довжину поливної смуги з довжиною поля і визначаємо кількість вивідних борозен на тимчасовому зрошувачі при повздовжній схемі

$$N_1 = \frac{760}{298} = 2,55, \text{ приймаємо } 3.$$

Уточнюється довжина поливної смуги $l = 760 : 3 = 253 \text{ м.}$

При цьому уточнені питома витрата буде рівна

$$q = \frac{lm}{3,6 \cdot t \cdot 10000} = \frac{253 \cdot 500}{3,6 \cdot 0,69 \cdot 10000} = 5,1 \text{ л/с} = 0,0051 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Шар води на поливній смузі

$$h = \left(\frac{0,04 v_n}{I^{1/2}} \right)^{\frac{5}{6}} = \left(\frac{0,04 \cdot 0,15}{0,003^{0,5}} \right)^{\frac{5}{6}} = 0,06 \text{ м}$$

Швидкісний коефіцієнт по. Н.П. Павловському при $R \approx h$

$$C = \frac{1}{n} R^y = \frac{1}{0,04} 0,06^{1,5 \sqrt{0,07}} = 9,9.$$

Фактична швидкість руху води по смузі

$$v_\phi = C \sqrt{RI} = 9,9 \sqrt{0,06 \cdot 0,003} = 0,13 \text{ м/с}.$$

отже, іригаційній ерозії на полі не буде.

Витрата у голові смуги при її ширині 3,6 м дорівнює

$$Q_n = qb = 5,1 \cdot 3,6 = 18,4 \text{ л/с}.$$

Кількість поливних смуг на вивідній борозні $N_2 = 122 : 3,6 = 35$.

Кількість смуг, що обслуговуються одним тимчасовим зрошувачем, дорівнює

$$N_3 = 35 \cdot 3 = 105.$$

Кількість смуг, що одночасно поливаються, протягом доби

$$N = \frac{N_3 t}{24} = \frac{105 \cdot 0,69}{24} = 3.$$

Витрата води нетто, що подається до цих смуг,

$$Q = NQ_n = 3 \cdot 18,4 = 55 \text{ л/с}.$$

Така витрата близька до стандартної витрати бруто тимчасового зрошувача, який рівний 60 л/с.

4 Поняття водогосподарського об'єкту як економічної структури

4.1 Основні поняття економічної структури водного господарства

Водогосподарські системи (ВГС), водогосподарські комплекси (ВГК) і водогосподарські об'єкти (ВГО) – це різні рівні складних природотехнічних систем, що відіграють визначну роль у життєзабезпеченні та в економіці суспільства.

Вода – складова і невід'ємна частина природи, що необхідна для життя як і повітря. Без неї не може існувати ні окрема людина, ні суспільство в цілому, і в той же час водні ресурси – це дуже важливий економічний ресурс, матеріальна субстанція, що часто і повсюдно використовується у виробничих процесах.

У кожному водогосподарському об'єкті (комплексі) умовно можна виділити такі підсистеми:

- технологічну (водогосподарську чи водогосподарсько-меліоративну);
- природну;
- соціальну та економічну.

Ці підсистеми у кожному об'єкті взаємно пов'язані і, об'єднуючись, виступають як цілісна структура.

Якщо розглядати водогосподарський об'єкт як економічну структуру, то *вода є продуктом*, що виробляється об'єктом внаслідок технологічних операцій над природним ресурсом. Це здійснюється шляхом накопичення, транспортування, розподілу, забезпечення потрібного режиму (часу подачі, напору, якості води тощо), тобто вода має вартість внаслідок затраченої на її добування та подачу праці та інших матеріальних ресурсів.

Виходячи із загальної економічної концепції про *засоби виробництва* як об'єкти, що використовуються у виробництві товарів і послуг і доведенні їх до споживача, до цієї економічної категорії (засобів виробництва) слід віднести всю сукупність водогосподарських споруд і обладнання, тобто з економічної точки зору – це капітал, що бере участь у виробленні споживчого товару – води з певними якісними показниками.

Галузь водного господарства в Україні сформована як державна структур що у національному масштабі виконує такі важливі функції як соціальну (життєзабезпечення населення), екологічну (підтримання водних ресурсів як невід'ємної частини природи), економічну (вода як продукт).

Ці функції конкретизовані у статті 16 Водного кодексу України (ВКУ) про компетенцію Комітету України по водному господарству в галузі управління и контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів та в інших статтях ВКУ.

Матеріальну структуру водного господарства (засоби виробництва) складають: гідроспоруди – греблі, водоскиди, канали, гідроелектростанції, насосні станції та інші водогосподарські об'єкти, що створюються

гідротехнічними спорудами (водосховище на річці створюється греблею), гідровузли – сукупність взаємопов'язаних гідротехнічних споруд.

Водогосподарський комплекс (ВГК) створюється на базі комплексного гідровузла і супутніх об'єктів. Супутні об'єкти здійснюють технологічні зв'язки між гідровузлами та системами народного господарства (наприклад, трубопроводи, лінії електропередач і т.п.). Окремо можуть розглядатись басейнові водогосподарські система (БВГС) – основою для їх формування є каскади водосховищ на річці та її притоках.

У забезпеченні населення і народного господарства (суспільства у цілому) водою розрізняються:

- *Витрати держави* – на утримання управлінських структур, що управляють водними ресурсами та їх розподіленням, і на підтримання водних ресурсів у належному екологічному стані як частини природного середовища.

- *Витрати підприємств і домогосподарств* – на оплату вартості води як продукту.

У ринковій економіці важливим є фактор *власності*. *Власність на води (водні об'єкти)* (стаття 6 Водного кодексу України).

«Води (водні об'єкти) є виключно власністю народу України і надаються ними у користування.

Основні економічні і виробничі характеристики водогосподарських об'єктів.

До них відносяться:

- виробнича потужність;
- кількість отриманої продукції;
- собівартість продукції.

У гідротехнічному та водогосподарському будівництві використовують такі економічні показники:

K – капітальні вклади, тобто повна вартість будівельно-монтажних робіт по введенню споруди, об'єкта або комплексу, включаючи вартість всього технічного обладнання, грн.

Основні виробничі фонди діючого об'єкта складають повну балансову вартість діючого об'єкта – споруд і обладнання, грн.

P_p – продукція, яка щорічно отримується окремими об'єктами чи всім водогосподарським комплексом, тобто кількість поданої водокористувачам води м^3 , млн. м^3

$K_{\text{нм}}$ – питомі капіталовклади – вклади на одиницю продукції

$$K_{\text{нм}} = \frac{K}{N}, \quad (4.1)$$

N – обсяг продукції.

B – щорічні витрати на експлуатацію окремого об'єкта чи всього водогосподарського комплексу. Складаються з прямих експлуатаційних

витрат (заробітна плата експлуатаційному персоналу; вартість сировини, матеріалів, поточного ремонту та ін.) та відрахувань на амортизацію (реновацію, тобто на повне відновлення споруд та обладнання, і на капітальний ремонт), грн./рік. Щорічні витрати рівні собівартості C річного випуску продукції:

C – собівартість річного випуску продукції, грн./рік;

c – собівартість отримання одиниці продукції, тобто подачі одного кубометра води; визначається відношенням повних щорічних витрат (включаючи відрахування на амортизацію) до отриманої продукції, коп./м³.

Π – вартість річного випуску продукції, отриманої водогосподарським комплексом або окремим об'єктом, в цінах, з урахуванням плати за ресурси відповідно з постановами Кабінету Міністрів України, грн./рік. Вартість річного випуску продукції становить *валовий прибуток*.

$\Pi = \Pi - B$ – чистий прибуток водогосподарського комплексу або окремого об'єкту, грн./рік [9].

Кошторисна вартість будівництва водогосподарського об'єкта визначається кошторисом. Затверджена кошторисна вартість становить ліміт на весь період будівництва.

Загальний обсяг фінансування (або грошові засоби, що витрачаються на будівництво) складається із таких основних витрат

$$\Phi = S_{\text{бюд.}} + S_{\text{об}} + S_{\text{із}}, \quad (4.2)$$

де $S_{\text{бюд.}}$ – витрати на будівельні і монтажні роботи по зведенню споруд, монтажу технологічного обладнання, будівельних машин і конструкцій;

$S_{\text{об}}$ – затрати на придбання основного та допоміжного обладнання водогосподарського комплексу;

$S_{\text{із}}$ – інші види затрат (затрати на проектно-вишукувальні та науково-дослідні роботи, підготовку будівельного майданчика, проведення заходів для введення об'єктів в експлуатацію – утримання дирекції, підготовка кадрів і т.п.).

Собівартість продукції у прийнятих позначення визначається як:

$$C = \frac{B}{\Pi_p} \text{ грн. (коп.)} \quad (4.3)$$

Щорічні витрати поділяються на три групи:

1. Прямі експлуатаційні витрати, до складу яких входять:

- заробітна плата обслуговуючого персоналу з нарахуваннями;
- матеріали, що витрачаються для випуску продукції;
- витрати на поточний ремонт споруд і обладнання.

2. Амортизаційні нарахування (реновація та капремонт).

3. Загальні пооб'єктні та інші витрати, до складу яких входять витрати:

- на утримання будівель, приміщень і обладнання;
- на експлуатацію транспорту, охорону споруд;
- на боротьбу з льодовими заторами, завислими наносами та ін.

Особливими вважаються непередбачені роботи з ліквідації стихійного лиха – повені, паводка, розмиву, руйнування будівель і обладнання при землетрусах, зсуву, обвалу тощо.

Повна величина витрат нормальної експлуатації виразиться формулою:

$$B = B_{zn} + M + P_{np} + A + O + H_{iv.}, \quad (4.4)$$

де B_{zn} – зарплата з нарахуваннями;

M – необхідні матеріали, сировина;

P_{np} – поточний ремонт;

A – амортизаційні нарахування на реновацію A_p і капітальний ремонт $A_{кр.}$, ($A_p + A_{кр.}$);

O – охорона;

$H_{iv.}$ – інші витрати.

Витрати на зарплату з нарахуваннями визначаються відповідно до штатного розкладу, тарифної сітки та трудового законодавства.

Витрати матеріалів, необхідних при експлуатації споруд і обладнання, визначається у залежності від конкретних умов ВГК чи гідровузла, норм витрат та діючих преїскурантів.

Витрати на поточний ремонт технологічного обладнання, окремих споруд звичайно пропорційні їх вартості і можуть бути виражені формулою:

$$P_{inp} = \alpha_{inp} K, \quad (4.5)$$

де α_{inp} – коефіцієнт, що визначає частку вартості даної споруди або обладнання, що припадає на щорічний поточний ремонт;

K – повна вартість об'єкта чи споруди.

Орієнтовно ці затрати для споруд складають (α_{inp} , %):

Греблі	– 0,2 - 0,25
Канали	– 0,2 - 0,35
Інші гідротехнічні споруди	– 0,2 - 0,25
Підводна частина будов ГЕС	– 0,25 - 0,5
Механічне обладнання	– 0,7 - 1,0
Енергетичне обладнання	– 0,7 - 1,0
Лінії електропередач	– 0,7 - 2,75
Будівлі, склади та ін.	– 0,7 - 1,0

Амортизаційні відрахування. Відрахування на *реновацію* (від латинського *renovato* – відновлення) пов'язані з необхідністю заміщення частин основних виробничих фондів, що вибувають внаслідок морального та фізичного зношення, новими. Цей економічний процес є необхідною умовою *простого відтворення*. Джерелом капітальних вкладень у реновацію є амортизаційний фонд, що створюється за рахунок амортизаційних відрахувань.

Величина відрахувань на реновацію ΔP насправді є поступовим перенесенням вартості основних фондів, враховуючи їх поступове зношення, на вироблену продукцію.

Це перенесення повинно здійснюватись таким чином, щоб до моменту повного зношення обладнання або закінчення строку експлуатації споруди вся їх вартість була перенесена на вартість виробленої за цей час продукції.

Таким чином, можна записати:

$$A_p = \frac{K}{T_a} \quad (4.6)$$

де A_p – величина щорічних відрахувань на реновацію;

T_a – період амортизації, тобто фізичного або морального зношення споруди, обладнання.

Якщо до складу гідровузла чи іншого комплексу входять декілька різних об'єктів або окремих споруд, то повна величина амортизаційних відрахувань складе:

$$A_p = \sum_i^n A_i = \sum_i^n \left(\frac{K_i}{T_{ia}} \right). \quad (4.7)$$

Звідси випливає, що до кінця строку морального чи фізичного зношення суми амортизаційних відрахувань буде дорівнювати його повній вартості K , тобто будуть повернуті кошти, витрачені на спорудження цього об'єкту. Величина амортизаційних відрахувань залежить від терміну зношення T_a , тому його визначення має першорядне значення.

Наведені вище розрахункові залежності стосуються умов простого відтворення і не враховують того факту, що щорічні амортизаційні відрахування протягом всього строку, що залишився до повного зношення споруди, використовуються у процесі розширеного відтворення, приносячи відповідний економічний ефект.

В умовах розширеного відтворення величина необхідних амортизаційних відрахувань складе:

$$A_p = \frac{pK}{(1+p)^1 - 1} = \alpha^a K. \quad (4.8)$$

Врахування цих обставин призводить до зниження щорічних амортизаційних відрахувань, яке особливо відчутне при великих строках T_a (що характерно для гідротехнічних споруд).

Відрахування на капітальний ремонт. Величина відрахувань на капітальний ремонт становить частку від повної вартості споруди за весь період її експлуатації.

4.2 Порядок визначення економічного підходу до розрахунків економічної доцільності зрошення земель

Меліоративні системи – це водогосподарські об'єкти, вихідною продукцією яких є додатковий урожай на зрошуваному полі. Складовою частиною витрат для досягнення проектного врожаю є:

- вартість поданої води (при зрошенні земель);
- водовідведення дренажних вод зі зрошуваної території;
- вартість заходів для забезпечення скиду надлишкових вод з осушуваної території.

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 8.02.1997 р. № 164 до нормативів плати за спеціальне використання водних ресурсів сільськогосподарських виробників, включаючи тих, то здійснюють експлуатацію (виробництво сільськогосподарської продукції та зрошення) застосовується коефіцієнт 0,2.

Затрати на подачу води (зрошувані землі) повинні підраховуватись для точок (місць) господарських водовиділів. Господарська ланка меліоративних систем може представляти різні форми власності (у тому числі і фермерські господарства). Вона належить до структури агрокомплексу і економічним показником для неї є отримана сільськогосподарська продукція.

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

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

- джерела води (річки, озера, водосховища);
- водозабірні споруди;
- головні насосні станції;
- магістральні канали зі спорудами та насосними станціями;
- міжгосподарські канали;

- колекторно-дренажна мережа (міжгосподарська);
- водоприймачі осушувальних систем;
- магістральні канали та групові збирачі (міжгосподарські);
- водозахисні споруди;
- інші споруди та заходи, що забезпечують екологічну цілісність водних об'єктів як частини природного середовища України.

Розрахунки економічної ефективності слід провадити за двома напрямками:

- порівнюючи затрати на отримання сільськогосподарської продукції (у т.ч. електроенергію) з вартістю додаткової продукції, отриманої в наслідок зрошення;
- за питомими затратам електроенергії на водоподачу на 1 га зрошуваної площі та 1 м³ поданої води.

4.3 Розрахунки економічної доцільності зрошення шляхом порівняння затрат на виробництво сільськогосподарської продукції з вартістю додаткової продукції, отриманої внаслідок зрошення

Для цих розрахунків слід прийняти наступні вихідні дані:

- площа зрошення в га (надається в завданні);
- витрати води на зрошення (отримується внаслідок розрахунків режиму зрошення і визначається за одночасно працюючими дощувальними машинами);
- тиск (визначається внаслідок гідравлічних розрахунків зрошувальної мережі);
- річний об'єм подаваної води (визначається в розрахунках режиму зрошення с/г культур сівозмінної ділянки табл. 2.2 і 2.3);
- вартість 1 кВт/год в сучасних умовах для сільського господарства – 1,24 грн. з коефіцієнтами: в нічний час – 0,35 у денний час – 1,6 (ці показники слід кожен раз коригувати в залежності від зміни обставин);
- врожайність с/г культур і приріст с/г продукції приймається за табл. 1.2 та 1.4;
- вартість с/г продукції приймається з офіційних даних вартості с/г продукції за цінами поточного року;
- прямі експлуатаційні витрати, які складаються з заробітної плати обслуговуючого персоналу, матеріалів для ремонту, амортизаційні нарахування, тощо, приймаються у розмірі 12% від сумарної вартості електроенергії;
- потужність насоса і двигуна визначається за формулою:

$$N = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102 \cdot \eta_n \cdot \eta_{дв.}}, \quad (4.9)$$

де Q – витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – напір, м;

γ – об'ємна вага води $\gamma = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$\eta_{\text{н.}}$ – коефіцієнт корисної дії насоса ($\eta_{\text{н.}} = 0,85$);

$\eta_{\text{дв.}}$ – коефіцієнт корисної дії двигуна ($\eta_{\text{дв.}} = 0,95$).

Розрахунки зведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунки вартості сільськогосподарської продукції, отриманої при зрошенні (чистий прибуток)

№ п/п	Найменування культур у сівоzmіні	Без зрошення, ц/га	При зрошенні, ц/га	Вартість 1ц с/г продукції, грн.	Збільшення врожайності за рахунок зрошення, ц/га	Отримана вартість с/г продукції за рахунок зрошення, грн..	Відрахування на виробничі витрати, грн.	Чистий прибуток від реалізації с/г продукції, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примітка:

- п. 3,4 – приймається по табл. 1.2 та 1.4;
- п. 5 вартість с/г продукції приймається з офіційних даних вартості с/г продукції за цінами поточного року;
- п. 6 розраховується як різниця між п. 3 і п. 4;
- п. 7 розраховується як різниця між п. 5 і п. 6 (валовий прибуток);
- п. 8 відрахування на виробничі витрати включають транспортні, вантажно-розвантажувальні витрати й приймаються у розмірі 8% від вартості с/г продукції, тобто (п. 7 \times п. 8);
- чистий прибуток приймається по п. 7 за мінусом п. 8.

Для розрахунків економічної доцільності зрошення необхідно від отриманого чистого прибутку від реалізації с/г продукції відняти експлуатаційні витрати, до складу яких входить вартість електроенергії, відрахувань на амортизаційні витрати, зарплата експлуатаційного персоналу, витрати на поточний ремонт. Всі ці відрахування, за винятком витрат на електроенергію приймаються умовно для розрахунків у розмірі 12% від вартості електроенергії. Розрахунки вартості подавання води на зрошувальну ділянку приведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунки вартості подачі води на зрошувальну ділянку

№ п/п	Об'єм подаваної води на зрошення, м ³	Витрата зрошувальної системи, м ³ /с	Напір, м	Потужність насосної станції, кВт	Кількість годин роботи насосної станції за рік, годин	Затрати електроенергії за рік, кВт/год	Вартість 1 кВт/год,	Вартість водоподання води за рік, грн.	Експлуатаційні витрати, грн.	Загальні затрати на подання води в Дж, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Примітка:

- п. 2 – об'єм подаваної води на зрошення визначається шляхом розрахунків режиму зрошення;
- п. 3 – витрата зрошувальної системи (брутто) визначається шляхом розрахунків одночасно працюючих дощувальних машин;
- п. 4 – напір насосної станції визначається шляхом гідравлічних розрахунків закритої зрошувальної системи

$$H_m = H_z + \Sigma h + H.c. + H_{cv};$$

- п. 5 – Потужність насосної станції визначається формулою (3.9)
- п. 6 – кількість годин роботи з рік визначається шляхом розрахунків режиму зрошення дощувальної техніки;
- п. 7 – затрати електроенергії за рік визначається шляхом п. 5×п. 6;
- п. 8 – вартість 1 кВт години електроенергії у сучасних умовах (для 2014 року приймається 1,24 грн., але кожен рік слід коригувати);
- п. 10 – експлуатаційні витрати приймаються у розмірі 12% від сумарної вартості електроенергії (п. 9×0,12);
- п. 11 – загальні затрати на подачу води на зрошувальні дощувальні машини визначаються шляхом різниці між п. 9 і п. 10.

В результаті виконаних розрахунків чистий прибуток від зрошення визначається залежністю:

$$E = \mathcal{C}_{np} - \mathcal{Z}_z, \quad (4.10)$$

де \mathcal{C}_{np} – чистий прибуток від реалізації с/г продукції;

\mathcal{Z}_z – затрати на водо подачу на зрошувальну ділянку.

4.4. Розрахунки економічної доцільності зрошення за питомими затратам електроенергії на водоподачу на 1 га зрошувальної площі і 1 м³ води, що подається

Ці розрахунки дають можливість проаналізувати енергопотужність системи водо подачі і дозволяють визначити доцільність водоподачі на зрошувальну ділянку. Всі розрахунки наведені у табл. 4.3.

Отримані результати у табл. 4.3 слід порівнювати з даними, наведеними в подібній таблиці питомих затрат на водоподачу для існуючих систем представників в Одеській, Миколаївській, Херсонській областях (табл. 4.4).

Таблиця 4.3 – Питомі витрати електроенергії на водоподачу на 1 га зрошувальної площі і 1 м³ води, що подається

№ п/п	Площа зрошення, га	Витрата зрошувальної системи, м ³ /с	Напір, м	$Q \times H$	Потужність, кВт	Кількість годин роботи на рік	Потрібна потужність, кВт-годин	Річний об'єм води, що подається, м ³	Питомі витрати		Примітки
									$\frac{\text{кВт-годин}}{\text{га}}$	$\frac{\text{кВт-годин}}{\text{м}^3}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Примітка: Всі значення по п. 3-9 аналогічні табл. 4.2.

Таблиця 4.4 – Питомі витрати електроенергії на магістральну водоподачу на 1 га зрошувальної площі та 1 м³ води, що подається

№ п/п	Назва зрошувальної системи (ЗС)	Площа зрошення, га	Витрата зрошувальної системи, м ³ /с	Напір, Н м	$Q \times H$	Потужність, кВт	Кількість годин роботи на рік	Потрібна потужність, кВт-годин	Річний об'єм води, що подається, м ³	Питомі витрати		Примітка
										$\frac{\text{кВт-годин}}{\text{га}}$	$\frac{\text{кВт-годин}}{\text{м}^3}$	
1	Татарбунарська ЗС	36	13	47	610	8319	2557	21271683	97	590	0,2	
2	ЗС з оз. Ялпуг	24	26	41	1065	14515	2739	39756585	86,5	1656	0,45	
3	Нижньо-Дністровська ЗС											
	1 черга	20	11	98	1080	14678	2574	37781172	68	1889	0,5	
	2 черга	18	9	199	1790	24387	2580	62918460	60	3495	1,04	
4	Білоусівська ЗС	7,7	3,7	190	705	9572	2640	25270080	28,5	3281	0,8	
5	Білгород-Дністровська ЗС	11,7	7	128	900	12200	2605	31781000	41	2716	0,77	
6	Явкінська ЗС											
	1 та 2 черги	50	25	90	2250	30637	2530	77511610	190	1550	0,4	
7	Дунай-Дністровська ЗС											
	1 черга	29	16	60	960	13071	2392	31265832	73	1078	0,4	
	2 черга	29	17	80	1360	18518	2310	42776580	73	1475	0,58	
8	Ново-Одеська ЗС (магістральна до водовиділу)	4	1,6	86	138	1873	2320	4345360	12	1086	0,36	

Примітка: 1. Напір прийняти середньозваженим шляхом сумування напорів за зонами.

2. Кількість годин роботи в році прийнято як середньостатистичне за звітами за останні 10 років.

3. Річний об'єм води, що подається, прийнято як середнє за звітами Облводресурсів за останні 5 років.

5 Вимоги до оформлення курсового проекту

Приблизний обсяг курсового проекту: розрахунково-пояснювальна частина - 40-50 сторінок включаючи таблиці.

Курсовий проект включає:

1. Титульний лист встановленого зразку.
2. Зміст з вказівкою сторінок згідно їх нумерації за текстом.
3. Передмову з викладенням значення теми, мети курсового проектування, основних вихідних даних, обґрунтування прийнятого методу розрахунку.

4. Розрахунково-пояснювальну частину, в якій обґрунтовується необхідність в зрошуванні, наводиться зрошувальна можливість джерела зрошення та якість води в ньому, режим зрошення сільськогосподарської культури в заданій сівозміні, розраховуються зрошувальна і поливна норми для основної культури сівозміні, будується графік роботи дощувальної техніки та укомплектовується графік гідромодуля, визначаються елементи техніки поливу а також розрахункова витрата зрошувальної мережі (брутто і нетто).

5. Висновки, де відображені основні положення по кожному із розділів курсового проекту, оцінка результатів розрахунку, їх практична значимість.

6. Список використаної літератури, який складається в алфавітному порядку, прізвище, ім'я та по батькові автора, назва роботи, назва видавництва, рік видання, обсяг роботи. Посилання на літературу в тексті робиться згідно номера за списком.

Курсовий проект слід писати з однієї сторони листа стандартного розміру, відступи: зліва – 2-2,5 см, справа – 1-1,5 см, зверху, знизу – 2 см. Всі таблиці повинні мати номери (перша цифра – номер глави, друга – порядковий номер за текстом) та назву.

Наприклад:

Таблиця 1.1 – Відомість укомплектованого і неукомплектованого графіків поливу

Таблиці розташовуються відповідно їх згадування за текстом. Аналогічно підписують та нумерують, графіки (нижче рисунка). В таблицях обов'язково вказуються розмірність величин.

Сторінки тексту нумеруються, включаючи таблиці, графіки (коли вони займають окрему сторінку).

Курсовий проект виконується згідно термінів навчального плану.

Перед початком курсового проектування кожний студент разом з керівником складає календарний план робіт за наступним зразком.

Календарний план роботи над курсовим проектом студента групи
(прізвище, ім'я, по батькові)

Назва курсового проекту	Термін виконання
1. Вибір теми проекту, району досліджень, ознайомлення зі списком рекомендованої літератури.	
2. Ознайомлення з існуючими методами розрахунку, обґрунтування прийнятого методу розрахунків.	
3. Виконання розрахункової частини курсового проекту.	
4. Узагальнення результатів розрахунку, їх аналіз.	
5. Написання пояснювальної частини проекту.	
6. Здача курсового проекту на перевірку.	
7. Захист курсового проекту.	

Керівник проекту: _____

Виконавець: ст. гр. _____

Тема курсового проекту з дисципліни "Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів" – **«Вибір режиму зрошування, побудування графіків гідромодуля і поливу сівозмінних ділянок».**

ЗМІСТ

Вступ

1. Необхідність в зрошуванні.
2. Сівозміни. Організація зрошуваної території.
3. Режим зрошування.
4. Побудування графіків гідромодуля і поливу.
5. Дощувальна машина «Фрегат». Графік поливу.
6. Якість води в джерелі зрошування.

Висновки

Література

Література

1. Гончаров С.М., Коробченко С.М. Сельскохозяйственные мелиорации: Ученик - К.: Вища школа, 1985. - 360с.
2. Колпаков В. В., Сухарев И.П. Сельскохозяйственные мелиорации / Под ред. И.П. Сухарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. - 319 с
3. Гопченко Є.Д., Гушля А.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. - Київ. - ІСДО.- 1994. - 296 с.
4. Кулибабин А.Г. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации с основами эксплуатации водохозяйственных объектов: Конспект лекций. – Одесса: Изд-во ТЕС, 2011. - 139 с.
5. Лысогоров С.Д., Орошаемое земледелие: Учебник. - Л.: Колос, 1981. - 375с.
6. Гоголев И.Н., Баер Р.А., Кулибабин А.Г. Орошение на Одессине. – Одесса, 1992. – 434с.
7. Маслов Б.С., Минаев И.В., Губер К.В. Справочник по мелиорации. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 384 с
8. Кулибабин А.Г. Экономический анализ современных проектных решений оптимизации водоподачи и водораспределения в орошении. – Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований – Одесса, 1997. – 80 с.
9. Каленіченко Л.І., Карук Б.П., Тищенко О.І. Управління водогосподарськими комплексами: Навч. посібник. – Київ, 2000. – 328 с.

Методичні вказівки
до курсового проектування студента
з дисципліни
**«Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації
водогосподарських об'єктів»**

Укладачі: Кулібабін Олександр Григорович, к.т.н., професор
Кічук Наталія Сергіївна, к.геогр.н., доцент

Підп. до друку Формат Папір друк. №

Умовн. друк. Арк. Тираж Зам. №

Надруковано з готових оригіналів – макетів

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
