

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**З Б І Р Н И К**  
**МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**  
**до практичних занять**  
**з дисципліни**  
**«Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів»**


для студентів денної та заочної форм навчання  
спеціальності 103 «Науки про Землю»,  
освітньо-професійної програми «Гідрологія і комплексне використання  
водних ресурсів»,  
рівня вищої освіти магістр


Одеса-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

З Б І Р Н И К  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних занять  
з дисципліни  
**«Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації  
водогосподарських об'єктів»**

для студентів денної та заочної форм навчання  
спеціальності 103 «Науки про Землю»,  
освітньо-професійної програми «Гідрологія і комплексне використання  
водних ресурсів»,  
рівня вищої освіти магістр

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
протокол № 8 від «05» квітня 2024 р.  
Голова групи  Шакірзанова Ж.Р.

Затверджено на засіданні кафедри  
гідрології суші  
протокол № 13 від «03» квітня 2024 р.  
Т.в.о.завідувача кафедри –  Овчарук В.А.

Одеса-2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**З Б І Р Н И К**  
**МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**  
до практичних занять  
з дисципліни  
**«Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації  
водогосподарських об'єктів»**

для студентів денної та заочної форм навчання  
спеціальності 103 «Науки про Землю»,  
освітньо-професійної програми «Гідрологія і комплексне використання  
водних ресурсів»,  
рівня вищої освіти магістр

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
протокол № 8 від «05» квітня 2024 р.

Одеса-2024

Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів» для студентів I курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 103 «Науки про Землю», ОПП «Гідрологія і комплексне використання водних ресурсів», РВО магістр / Кічук Н.С., канд. геогр. наук, доц., Кущенко Л.В., ст. викл. Одеса, ОДЕКУ, 2024. 48 с.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	6
<b>Практичне заняття №1</b> .....	9
1. Розрахунок режиму зрошення, складання планів водокористування.....	9
1.1 Поливні режими сільськогосподарських культур.....	9
1.2 Зрошувальна і поливна норми .....	10
<b>Прикладне завдання I. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарської культури</b> .....	13
<b>Контрольні запитання до практичного завдання I</b> .....	19
<b>Практичне заняття №2</b> .....	20
2. Прогнозування водного режиму осушуваних територій.....	20
2.1 Установлення необхідності й спрямованості меліоративних заходів.....	20
2.2 Водно-балансові розрахунки.....	21
<b>Практичне завдання II. Розрахунок водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період при меліорації земель</b> .....	24
<b>Контрольні запитання до практичного завдання II</b> .....	28
Перелік посилань.....	29
Додатки.....	30

## ВСТУП

Дисципліна «Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів» – є обов'язковою освітньою компонентою при підготовці студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 103 «Науки про Землю», освітньо-професійної програми «Гідрологія і комплексне використання водних ресурсів» та використовується ними в їх практичній діяльності.

**Метою методичних вказівок** є закріплення магістрами знань, отриманих при вивченні теоретичних розділів дисципліни «Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації в/г об'єктів.»

**Задача методичних вказівок** – Виконувати розрахунки та проектування заходів щодо комплексного використання водних ресурсів.

У результаті виконання практичних завдань з частини дисципліни «Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів», (1 семестр), студенти повинні:

### **знати:**

- розуміння та здатність до критичного осмислення концептуальних основ агрономії, які стосуються сільськогосподарської меліорації й узагальнюють засади і закономірності функціонування та розвитку агрономічних систем;
- оцінки природного зволоження території і водно-балансового обґрунтування потреби в меліорації;
- розподіл і використання водних ресурсів України;
- структури управління водним господарством України;
- основні вимоги щодо експлуатації зрошувальних та осушувальних систем і захисних споруд;
- здатність застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення, володіти інформаційними технологіями у сфері меліорації земель;
- норми і умови сільськогосподарського водоспоживання;

### **вміти:**

- визначити поливні та зрошувальні норми сільськогосподарських культур;
- визначати техніку поливу для зрошення;
- підбирати устаткування насосних станцій;
- виконувати гідравлічні розрахунки каналів та трубопроводів;
- визначати аварійні ситуації на зрошувальних і осушувальних системах;
- вести необхідну документацію з експлуатації зрошувальних систем;
- складати дефектні та інші акти ремонтних та експлуатаційних робіт.
- уміти виконувати гідрологічні обґрунтування прикладних локальних і регіональних методик розрахунку гідрологічних величин.
- проводити економічне обґрунтування доцільності зрошення;
- виконувати аналіз отриманих результатів відпо відно до існуючих критеріїв оцінки;

### ***набути компетентність:***

обґрунтування ефективних меліоративних заходів для регулювання водного режиму та використання водних ресурсів в прямій залежності від кліматичних, ґрунтових гідрогеологічних і господарських умов. Набуття знань щодо методів оцінки впливу меліоративних заходів на навколишнє середовище, охорони та захисту сільськогосподарських земель;

### ***результат навчання:***

Виконувати розрахунки та проектування заходів щодо комплексного використання водних ресурсів (враховуючи басейновий принцип згідно положень Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС) та надавати експертні консультації з різних оперативних питань, пов'язаних з запобіганням негативного впливу вод.

Практичні завдання на першому курсі складають два змістовних модулі ЗМ-П1 «**Розрахунок режиму зрошення, складання планів водокористування**» і ЗМ-П2 «**Прогнозування водного режиму осушуваних територій**» і оцінюються у відповідності з силабусом з цієї дисципліни кожен по 20 балів.

Для виконання практичних завдань студентам надаються вихідні дані, які наводяться в додатках та індивідуально викладачем.

Практичні завдання, що входять в збірник методичних вказівок є складовою частиною у вивченні загального курсу дисципліни «**Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів**», (1 семестр) для студентів денної і заочної форм навчання, захищаються і оцінюються за прийнятою шкалою відповідності інтегральних оцінок практичного модуля.

### ***Форма контролю знань та вмінь студентів з практичного модуля***

1. На практичні заняття студенти повинні принести папку для паперів (у вигляді швидкозшивача), стандартний папір, масштабно-профільний креслярський папір (меліметровка) формату А4.
2. Для виконання практичних завдань отримати від викладача або з системи е-навчання вихідні дані та методичні вказівки, ознайомитися із змістом методичних вказівок.
3. При виконанні завдання студент обробляє вихідні дані, виконує необхідні розрахунки, будує графіки і таблиці, виконує логічний підсумок, зроблений на основі розрахунків, письмово відповідає на контрольні запитання, що надаються в методичних вказівках.
4. Після закінчення роботи над завданням студент повинен представити пояснювальну записку, оформлені за ДСТУ графічні і розрахункові матеріали, відповіді на запитання, які ставить викладач.
5. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-П1, ЗМ-П2 полягає в перевірці правильності виконання практичної роботи, а максимальна сума балів за змістовний модуль складає **20 балів** (для кож-

ної роботи сума балів наведена в табл. «Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних модулів»).

**Програма практичних модулів з дисципліни «Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації водогосподарських об'єктів»**

Код	Назва модулю та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ-П1	<p><b>Розрахунок режиму зрошення, складання планів водокористування</b></p> <p>1. Визначення поливних та зрошувальних норм.</p> <p>2. Розрахунки режиму зрошення для культур сівозміни.</p> <p>3. Визначення дефіциту водного балансу поля, зайнятого с/г культурою</p> <p>4. Побудова інтегральної кривої дефіцитів водного балансу. Визначити дату першого поливу на момент, коли з ґрунту випарувався продуктивний запас вологи.</p> <p>5. Визначення строків та кількості поливів сільськогосподарських культур.</p>	15	20
ЗМ-П2	<p><b>Прогнозування водного режиму осушуваних територій</b></p> <p>1. Водно-балансові розрахунки.</p> <p>2. Визначення складових рівняння водного балансу.</p> <p>3. Розрахунок водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період при меліорації земель для середнього вегетаційного періоду.</p> <p>4. Порівняльні розрахунки водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період для сухих та гостро посушливих років.</p>	15	20
	<b>Всього</b>	30	40



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

### 1 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ, СКЛАДАННЯ ПЛАНІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

#### 1.1 Поливні режими сільськогосподарських культур

**Режим зрошення** - це поєднання норм, кількості і строків поливу сільськогосподарських культур. Поливний режим можна установити за даними безпосередніх спостережень у польових умовах або за експериментальними даними наукових установ.

У сучасній меліоративній практиці використовується кілька методів розрахунку поливного режиму. Найбільше поширення одержали графоаналітичний метод А.М.Костякова, заснований на водно-балансових розрахунках, і графічний метод з використанням кривої дефіцитів вологості розрахункового шару ґрунту.

Метод А.М.Костякова полягає в тому, що для кожної культури попередньо визначається мінімально допустимий запас води в ґрунті  $W_{\min}$ . Визначивши фактичний запас вологи  $W_{\phi}$ , порівнюють його з  $W_{\min}$ . Якщо  $W_{\min} > W_{\phi}$ , то полив не потрібен.

Знаючи опади, хід сумарного випаровування, розрахунковий шар ґрунту по періодах вегетації й установивши запаси вологи в розрахунковому шарі ґрунту - максимальні, відповідні НВ ( $W_{\text{НВ}}$ ) і мінімальні ( $W_{\min}$ ), можна аналітично і графічно визначити поливні норми і кількість поливів. Коли фактичні запаси вологи в розрахунковому шарі знижуються до мінімально допустимих, призначають полив і визначають середній день і норму поливу. Поливний режим сільськогосподарських культур можна установити графічним шляхом з використанням кривої дефіциту вологи в розрахунковому шарі ґрунту поля. За знайденими раніше значенням дефіцитів водного балансу поля (біокліматичний метод) по періодах будують інтегральну криву. Початок цієї кривої повинен відповідати мінімальному запасу вологи в ґрунті на момент посіву чи поновлення вегетації. Для визначення строку першого поливу необхідно знати вихідний запас вологи в ґрунті  $W_{\text{вих}}$  і порівняти його з мінімально допустимим  $W_{\min}$ .

Якщо наявний запас вологи більший за мінімальний, то визначають продуктивний запас вологи  $A$ , після витрати якого і призначають перший полив. Про це буде свідчити перетин горизонтальної лінії, проведеної через точку на шкалі, яка позначена  $W_{\text{вих}}$ , з кривою сумарного випаровування.

Якщо початковий запас вологи менший за мінімальний, то відразу ж призначають полив, а час наступного поливу визначають аналогічно.

Отримані цими методами терміни являють собою середні дати поливів. Щоб установити дати початку і кінця поливу, визначають тривалість поливного періоду, який залежить від організації і технології поливу на зрошувальному полі. Звичайно тривалість поливу складає 3-6, а при вологозарядкових поливах – 10-15 діб.

Крім вегетаційних поливів, які забезпечують потребу рослини в воді, у вегетаційний період застосовують поливи спеціального призначення: вологозарядкові, передпосівні, провокаційні, передпосадкові, підживлювальні, протизаморозкові, промивні.

## 1.2 Зрошувальна і поливна норми

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення її нормального росту і розвитку витрачається на транспірацію  $T$  і випаровування її з поверхні ґрунту (і листів при дощуванні). На випаровування діють тільки фактори зовнішнього середовища, а транспірація обумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічної особливості рослини. Розрахунок сумарного випаровування за біокліматичним методом виконується за залежністю:

$$E = k_{\sigma} \sum d, \text{мм}, \quad (1.1)$$

де  $E$  - сумарне випаровування за розрахунковий період, мм;  $k_{\sigma}$  - значення коефіцієнта біологічної кривої за даний період, мм/мб;  $\sum d$  - сума дефіцитів вологості повітря за даний період, мб

Обчисливши водоспоживання сільськогосподарської культури, можна за рівнянням водного балансу поля визначити зрошувальну норму (м, м<sup>3</sup>/га):

$$M = E - \alpha P \pm \Delta W - W_{\text{гр}} + W_{\text{пот}}, \quad (1.2)$$

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  $W_{\text{гр}}$  визначає вертикальний водообмін між ґрунтовими водами. Цей об'єм можна врахувати коефіцієнтом підживлення ( $K_{\text{п}}$ ), який залежить від залягання рівня ґрунтових вод, виду і фази розвитку культури, механічного складу ґрунтів і інших факторів і обчислюється, як частка від  $E$ . З врахуванням ( $K_{\text{п}}$ ) рівняння для визначенню зрошувальної норми набуває вигляду:

$$M = K_{\text{п}} E - \alpha P \pm \Delta W + W_{\text{пот}}. \quad (1.3)$$

Якщо ґрунтові води мінералізовані і можливе засолення ґрунту, то їх рівень необхідно понизити на таку глибину, за якої підживлення засоленими водами відбуватися не буде (при цьому  $K_{п} = 1.0$ ).

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 врахуванням господарських і природних умов цього року. Розрахунковий режим зрошення розробляють для проектування зрошувальної мережі і пов'язаних із нею споруд. Від обраного режиму зрошення залежать об'єми води і терміни їх подачі на поля, витрати і розміри каналів, обсяги будівельних робіт, тощо.

Потреба рослин у воді в різні роки різна, тому розрахунковий режим зрошення вибрати важко. Його визначають для умов так званого 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 вищий цей відсоток, тим більшу кількість років буде забезпечено необхідною кількістю поливної води, але буде потрібна велика пропускна здатність каналів, більш дорогі споруди на них і як наслідок 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, що подається 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 розвинена коренева система рослини, тим більшу поливну норму потрібно подати. У важких за механічним складом ґрунтах поливна норма вища, ніж у більш легких. Поливну норму визначають за формулою:

$$m = W_{\max} - W_{\min} , \quad (1.4)$$

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

$$W = 100\gamma H\beta, \quad (1.5)$$

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

Більш наочно водно-повітряний режим описують розрахунки з визначення запасів води в ґрунті залежно від його шпаруватості. При цьому запаси води визначають за формулою:

$$W = AH\beta_A, \quad (1.6)$$

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

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

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

Прийнято вважати, що при поливі вологість у кореневому шарі ґрунту слід доводити до вологості, яка відповідає найменшому вологовмісту ( $\beta_{\text{НВ}}$ ), тобто до тієї кількості води, яку може утримати даний шар ґрунту. За умови подавання більшої кількості води надлишки її профільтруються в більш глибокі шари ґрунту. Завищення поливних норм призводить до винесення елементів живлення рослин за кореневий шар ґрунту, підняття рівня ґрунтових вод, заболочування і засолення ґрунтів, що знижує врожайність сільськогосподарських культур. Запаси води в ґрунті, що відповідають найменшому вологовмісту і, визначають за залежностями:

$$W_{\max} = 100\gamma H\beta_{\text{НВ}} \quad (1.7)$$

чи

$$W = AH\beta_{\text{АНВ}}, \quad (1.8)$$

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

Для кожної рослини існує свій мінімально припустимий поріг вологості ґрунту  $\beta_{\min}$ , при зниженні до якого рослини перестають нарощувати продуктивну масу і формувати врожай. Мінімальний поріг вологості ґрунту за-

лежить від самої рослини, її біологічної природи, періоду вегетації, вмісту солей у ґрунті, типу і виду ґрунтів. У практиці зрошення передполивну вологість приймають зазвичай для вологолюбних культур (овочі, зернові, кормові) 75-85 %, для менш вимогливих до води (технічні, олійні культури) – 70-75 % від вологості, яка відповідає НВ.

Мінімальний запас води в ґрунті визначають за залежностями:

$$W_{\min} = 100\gamma H\beta_{\min} \quad (1.9)$$

$$\text{чи } W_{\min} = AH\beta_{A\min}, \quad (1.10)$$

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

На засоленіх 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 НВ; поливна норма ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) при цьому визначається за залежностями:

$$m = 100\gamma H(\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\min}); \quad (1.11)$$

$$\text{чи } m = AH(\beta_{\text{АНВ}} - \beta_{A\min}), \quad (1.12)$$

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

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

Під час подавання поливних норм варто враховувати втрати води властиві будь-якому способу зрошення.

## Практичне завдання I

### Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарської культури

**Завдання:** за вихідними даними установити недоспоживання, зрошувальну і поливну норми, строки поливів сільськогосподарської культури:

1. Занести вихідні дані до розрахункової табл. 1.1.

2. Визначити недоспоживання кукурудзи від моменту посіву до сходів за вихідними даними та залежностями 1.13 та 1.14. Отримане водоспоживання занести до таблиці (рядок 10).

3. Отримане недоспоживання (рядок 10) покривається за рахунок підживлення кореневої системи вологою з нижче розташованих шарів ґрунту (рядок 11), опадів (рядок 13) і штучного подавання води

4. Нестача вологи, яку необхідно компенсувати поливами, визначається як недоспоживання з урахуванням коефіцієнта підживлення за мінусом опадів (рядок 14).

5. За даними останнього рядка таблиці 1.1 побудувати інтегральну криву дефіциту водного балансу поля.

6. Розрахувати поливні норми за залежністю 1.15 підставивши в неї необхідні вихідні дані.

7. Установити терміни поливів і їх кількість за кривою дефіцитів водного балансу.

8. Визначити продуктивний запас вологи в ґрунті за залежністю 1.16.

9. Перший полив призначити на момент, коли з ґрунту випарувався продуктивний запас вологи,

10. Середню дату першого поливу визначити як точку перетину інтегральної кривої і горизонтальної лінії, що відповідає початковому продуктивному запасу вологи.

11. Визначити тривалість першого поливу за умови, що полив почати на 2-3 дня раніше і закінчити на 2-3 дня пізніше за середню дату.

12. Величину поливної норми в обраному масштабі відкласти вгору у вигляді прямої лінії, від верхньої точки якої провести горизонталь до перетину з інтегральною кривою. Точка перетину показує середню дату другого поливу.

13. Аналогічно встановити терміни наступних поливів.

**Вихідні дані:** метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості (варіанти вихідних даних наведені в дод. А).

**Порядок розрахунку:** зрошувальна система знаходиться в районі м. Одеса. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1.1 (рядки 2, 3, 13). Ґрунти ділянки, представлені темно-каштановими легкосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.29 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 3.5 г/л знаходяться на глибині 6 м. Розрахункова культура - кукурудза. Визначаємо недоспоживання кукурудзи від моменту посіву до сходів за залежностями:

$$E = K_o \sum d, \text{ мм} \quad (1.13)$$

$$E = K_6 \sum d \text{ до кінця вегетації,} \quad (1.14)$$

де  $K_0$  - коефіцієнт випаровування з незатемненої рослинами поверхні ґрунту, що дорівнює у суху погоду 0.15 мм/мб, при випаданні опадів – 0.19 мм/мб;  $K_6$  - коефіцієнт біологічної кривої, мм/мб;  $\sum d$  - сума дефіцитів вологості повітря за декаду, мб. Розрахунок наведений у табл. 1.1

Отримане водоспоживання (рядок 10) покривається за рахунок підживлення кореневої системи вологою з нижче розташованих шарів ґрунту, опадів і штучного подавання води.

При заляганні ґрунтових, вод глибше 3 м від поверхні, відповідно до рекомендацій УкрНДІГіМа, коефіцієнт підживлення приймається в першу чверть вегетаційного періоду  $K_{II} = 1.0$ ; у другу – 0.95; у третю – 0.90 і в останню – 0.85. Нестача вологи, яку необхідно компенсувати поливами, визначається як недоспоживання з урахуванням коефіцієнта підживлення за мінусом кількості опадів (рядок 14). Сума обчислених дефіцитів складає зрошувальну норму. У даному випадку  $M = 3020 \text{ м}^3/\text{га}$ , чи 302 мм.

За даними останнього рядка таблиці 1.1 будуємо інтегральну криву дефіциту водного балансу поля, зайнятого кукурудзою (рис.1.1). Початок кривої повинен відповідати мінімально допустимому запасу вологи в розрахунковому шарі  $W_{\min}$ .

Розраховані необхідні об'єми води слід внести за допомогою поливів, норму яких визначаємо за залежністю:

$$m = 100N\gamma(\beta_{н.в} - \beta_{\min}), \text{ м}^3/\text{га.} \quad (1.15)$$

Беремо  $\beta_{\min} = 75\% \beta_{н.в}$ . Підставивши інші значення, наведені у вихідних даних, одержимо  $m = 100 \cdot 1.0 \cdot 1.29(19 - 0.75 \cdot 19) = 610 \text{ м}^3/\text{га}$ . Округляємо до  $600 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Терміни поливів і їх кількість установлюються за тією самою кривою дефіцитів водного балансу. Перший полив призначаємо на момент, коли з ґрунту випарувався продуктивний запас вологи, який визначається за формулою:

$$A = 100N\gamma(\beta_{вих} - \beta_{\min}) = 100 \cdot 1.0 \cdot 1.29(16.5 - 0.75 \cdot 19) = 300 \text{ м}^3/\text{га} \quad (1.16)$$

Середня дата першого поливу визначається як точка перетину інтегральної кривої і горизонтальної лінії, що відповідає початковому продуктивному запасу вологи (25.06). Полив необхідно почати на 2-3 дня раніше (23.06) і закінчити на 2-3 дня пізніше за середню дату (27.06). Як правило, тривалість поливу визначають у 5 діб.

Величину поливної норми в обраному масштабі відкладають вгору у вигляді прямої лінії, від верхньої точки якої проводять горизонталь до перетину з інтегральною кривою. Точка перетину показує середню дату другого поливу (04.07). Аналогічно встановлюють терміни наступних поливів.

Норма останнього поливу 60 мм буде завищена, тому її варто зменшити до 35 мм. Цієї норми досить для покриття дефіцитів водного балансу за інтегральною кривою. Терміни початку і кінця кожного поливу випишуємо під інтегральною кривою дефіциту водного балансу.

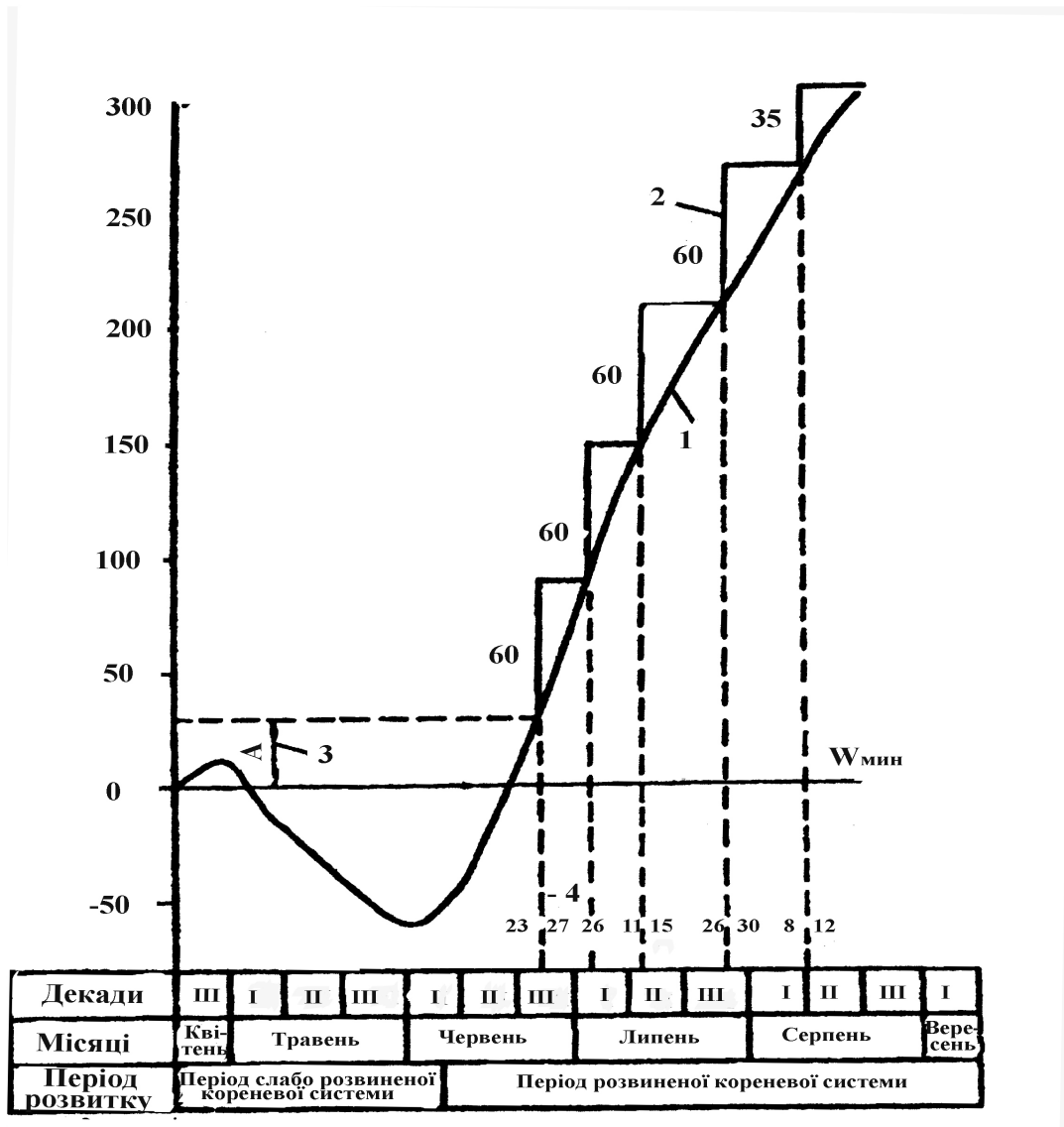


Рисунок 1.1 – Графік уточнення термінів і норм поливу кукурудзи за дефіцитом водного балансу:

1 – інтегральна крива дефіцитів водного балансу; 2 – поливні норми; 3 – вихідний продуктивний запас вологи; 4- терміни поливу



Таблиця 1.1 – Визначення дефіциту водного балансу поля, зайнятого кукурудзою (за даними метеостанції м.Одеси для року 75%-ої забезпеченості)

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
				III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	9.1	4.9	4.8	45	68	15.3	14.7	15.2	14.4	12.5	15.0	15.5	13.8
3	Температура повітря середньодобова, °С	t				15	19	22	23	23	24	24	23	25	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
5	Сума t °С за розрахунковий період	t° n				167	193	215	234	229	240	263	227	254	242
6	Поправка на довжину світлового дня	l	1.20	1.24	1.27	1.29	1.31	1.33	1.32	1.30	1.29	1.25	1.20	1.16	1.13
7	Сума t°nl з поправкою на довжину світлового дня	t°nl				216	252	286	309	297	309	328	272	294	271
8	Сума t°nl від моменту сходів	$\sum t^{\circ}nl$				216	468	754	1363	1660	1969	2297	2569	2863	3135
9	Коефіцієнт біологічної кривої	K <sub>б</sub>	0.15	0.19	0.19	0.25	0.29	0.34	0.44	0.49	0.46	0.40	0.32	0.25	-
10	Водоспоживання за розрахунковий період, мм	E=K <sub>б</sub> dn	13.7	9.3	9.1	12.4	19.7	55.4	64.7	74.5	66.2	55	48	38.3	-

Кінець табл. 1.1

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
				III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
11	Поправка на підживлення нижче розташованих шарів ґрунту	$K_n$	1.0	1.0	1.0	0.95	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90	0.90	0.85	0.85	-
12	Е з поправкою на підживлення з нижніх шарів	$EK_n$	13.7	9.30	9.10	11.8	18.7	52.6	61.4	67.0	59.6	49.5	43.2	32.9	-
13	Опади за розрахунковий період, мм	$P$	0.0	41.9	31.1	32.1	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	10.3	0.5	0.0	-
14	Дефіцит водного балансу за розрахунковий період	$M = EK_n - P$	13.7	-32.6	-22.0	-20.3	18.7	52.6	61.4	67.0	48.7	39.2	42.7	32.9	-
15	Те ж саме з наростаючим підсумком	$\sum M$	14	-19	-41	-61	-42	10	71	138	127	226	269	302	-
Сума дефіцитів водного балансу $M=302.0$ мм = 3020 м <sup>3</sup> /га															

## Контрольні запитання до практичного завдання I

1. За якою залежністю визначається поливна та зрошувальна норми?
2. Як розрізняються поливні норми культур сівозміни?
3. Які показники необхідні для розрахунку зрошувальної норми?
4. Яка різниця між поливною та зрошуваною нормою?
5. Яка необхідна вихідна інформація для розрахунку режиму зрошення культур сівозміни?
6. Який порядок планування поливів с/г культур?
7. Як розраховуються дані для побудови інтегральної кривої дефіцитів водного балансу?
8. Як проводиться визначення тривалості поливів?
9. Як визначити кількість поливів?
10. Як проводиться пов'язування кількості поливів з величиною зрошувальної норми?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

### 2 ПРОГНОЗУВАННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ ОСУШУВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

#### 2.1 Установлення необхідності й спрямованості меліоративних заходів

Гідромеліорації по спрямованості підрозділяються на осушувальні й зволожувальні (зрошувальні).

Необхідність осушення земель установлюється зіставленням необхідного і фактичного водних режимів у критичні періоди надлишкового зволоження. Якщо заплавні землі на тривалий час (більше 15...20 доби) затоплюються водами або до посівного періоду, обумовленому строками сівби ранніх ярових зернових, не забезпечуються відповідні норми осушення, то такі землі необхідно осушувати. Запізнювання з початком посівних робіт значно знижує врожайність сільськогосподарських культур.

Але осушувати потрібно не при всякому перезволоженні земель. Якщо весняне затоплення триває не більше 10...15 діб й у літньо-осінній період надлишкове зволоження не спостерігається, то на таких заплавах можна успішно вирощувати багаторічні трави, овочеві, технічні й інші сільськогосподарські культури. Осушення таких земель не потрібно.

Осушення слабо водопроникних мінеральних ґрунтів необхідно, коли в періоди літньо-весняних дощів кореневмісний шар перезволожиться на строк, що перевищує припустимий, що приводить до зниження врожаїв сільськогосподарських культур або навіть загибелі посівів.

На місцевості ділянки, що вимагають осушення, визначаються по специфічним рослинному покриві й ґрунтових процесах: де спостерігається тривале перезволоження, там виростає типова вологолюбна або болотна рослинність і відбуваються процеси оглеєння ґрунтів.

Водний режим ґрунтів установлюється на розрахункові роки, що характеризуються певною забезпеченістю - імовірністю перевищення розглянутої величини, рівної 5...10 %. Це значить, що в 5...10 % випадків (один раз в 10...20 років) необхідний водний режим не буде забезпечений у розрахунковий термін. У більш сухі роки видалення надлишкових вод буде відбуватися в більше стислий термін.

Коли за допомогою меліоративної системи або без її до початку посівних робіт забезпечується необхідна норма осушення, то в наступний вегетаційний період при перевищенні випару над опадами рівні ґрунтових вод звичайно знижуються й навіть у більше вологі роки встановлюються не вище мінімально припустимих. У більше-сухі роки, як показують водно-балансові

розрахунки, на торф'яних ґрунтах України спостерігається дефіцит ґрунтової вологи, що у середні роки досягає 30... 100 мм і в посушливі- 150...200 мм.

## 2.2 Водно-балансові розрахунки

Водний режим на меліорованих землях протягом року істотно змінюється і можливу його зміну необхідно встановлювати або прогнозувати заздалегідь, на стадії проектування. Прогнозування зміни вологозапасів у ґрунтах виконується для всіх сільськогосподарських культур, вирощуваних на осушуваних землях і для різних по вологості років. При встановленні потреби в додатковому зволоженні осушуваних земель водно-балансові розрахунки виконуються для середнього, сухого і гостро посушливого вегетаційних періодів із забезпеченістю (ймовірністю перевищення) по опадам 50, 75 і 90%, а по дефіцитам вологості повітря - відповідно 50, 25 і 10 %.

Для вегетаційного періоду розрахунок водного балансу кореневого шару ґрунту виконується по формулі:

$$\pm M = W_{\text{пр}} + N_{\text{э}} - E, \quad (2.1)$$

де  $M$  - показник водного балансу,  $\text{м}^3/\text{га}$ ; при від'ємному його значенні ( $-M$ ) у вегетаційний період буде спостерігатися дефіцит ґрунтової вологи і необхідно додаткове зволоження сезонною нормою  $M$ ; при позитивному значенні показника водного балансу в ґрунті буде надлишок вологи ( $+M$ ), який необхідно відвести для підтримки в кореновому шарі ґрунту припустимих запасів вологи;  $W_{\text{пр}}$  - запас продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $N_{\text{э}}$  - ефективні опади за вегетаційний період,  $\text{м}^3/\text{га}$ , це та частина опадів, що надходить у ґрунт і збільшує запаси ґрунтової вологи;  $E$  - сумарне випаровування (недоспоживання) рослинами і ґрунтом за вегетаційний період,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Складові рівняння водного балансу визначаються в такий спосіб:

1) Запас продуктивної вологи в розрахунковому шарі ґрунту,  $\text{м}^3/\text{га}$ , на початок вегетаційного періоду обчислюють по формулі:

$$W_{\text{пр}} = pN_p(\gamma_{\text{нач}} - \gamma_{\text{min}}), \quad (2.2)$$

де  $p$  — шпаруватість (пористість) ґрунту, % від об'єму;  $N_p$  - потужність розрахункового (кореневого) шару ґрунту, м; приймається звичайно 1 м;  $\gamma_{\text{нач}}$  та  $\gamma_{\text{min}}$  - середня по розрахунковому шару в % від повної вологомісткості ґрунту на початок вегетаційного періоду і найменша припустима у вегетаційний період. Значення  $\gamma_{\text{нач}}$  та  $\gamma_{\text{min}}$  для торф'яних і мінеральних

ґрунтів приведені в табл. 4.1.

2) Ефективні опади, м<sup>3</sup>/га, за вегетаційний період визначають по формулі:

$$N_{\text{э}} = 10(1 - s)h_p = 10k_{\text{и}}h_p, \quad (2.3)$$

$$1 - s = k_{\text{и}}$$

де 10 – перехідний коефіцієнт від шару опадів у мм до об'єму води в м<sup>3</sup>/га; 1 мм=10 м<sup>3</sup>/га; s – коефіцієнт стоку; k<sub>и</sub> - коефіцієнт використання опадів; h<sub>p</sub> - розрахункові опади за вегетаційний період, мм.

3) Сумарне випаровування, м<sup>3</sup>/га, за вегетаційний період на осушуваних землях України рекомендується визначати за формулою А.М.Яголя:

$$E = \alpha Y + n \sum D_p, \quad (2.4)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, який залежить від виду сільськогосподарських культур (табл. 2.2); Y – проектна врожайність сільськогосподарських культур, т/га; n – коефіцієнт, який залежить від середньої за вегетаційний період глибини залягання рівня ґрунтових вод H, (табл.2.3);  $\sum D_p$  - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період, мм.

Таблиця 2.1 – Припустима вологість торф'яних та мінеральних ґрунтів

Культури	Середня вологість в % від повної вологомісткості в шарі 0-100 см			
	Торф'яні ґрунти		Мінеральні ґрунти	
	На початок вегетації T <sub>нач</sub>	Найменша припустима в літній період T <sub>min</sub>	На початок вегетації T <sub>нач</sub>	Найменша припустима в літній період T <sub>min</sub>
Багаторічні трави	95	82	90	75
Зернові ярові	90	80	90	75
Зернові озими	90	75	90	75
Кукурудза і соняшник на силос	88	75	85	70
Кореневі коренеплоди, столові буряк та морква	90	78	90	78
Цукровий буряк	90	75	90	70

Кінець табл. 2.1

Капуста пізня, цибуля, томати	88	78	85	75
Картопля	88	75	85	70
Лен	90	80	90	75
Тютюн	88	75	88	75

На підставі водно-балансових розрахунків встановлюють тип меліоративної системи і необхідну кількість води  $M$  на зволоження. Якщо для більшості сільськогосподарських культур величина  $M$  для середнього і сухого років від'ємна, то варто проектувати осушувально-зволожувальну систему двосторонньої дії. Якщо величина  $M$  – позитивна – осушувальну систему односторонньої дії. При значенні  $M$ , близькому до нуля, проектують осушувальну систему з попереджувальним шлюзуванням.

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта  $\alpha$ 

Культури	Основна продукція	Коефіцієнт $\alpha$
Багаторічні трави	Сіно	187.5
Багаторічні трави	Зелена маса	50.7
Кукурудза	Те ж саме	19.2
Зернові ярові	Зерно	70.6
Зернові озимі	“ – “	70.6
Зернобобові	“ – “	100.8
Кормові коренеплоди	Коріння	24.6
Буряк цукровий	“ – “	46.0
Буряк столовий	“ – “	26.4
Капуста	Качани	36.3
Морква	Коріння	38.2
Картопля	Бульби	57.1
Томати	Плоди	24.3
Лен	Волокно + зерно	580

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта  $n$ 

$H, m$	$n$
0.6	5.2
0.7	4.4
0.8	3.8
0.9	3.1
1.0	2.7
1.1	2.3

## Практичне завдання II

### Розрахунок водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період при меліорації земель

**Завдання:** Виконати розрахунок водного балансу для культур кормової сівозміни й установити необхідність зволоження осушуваних земель. Осушуваний масив знаходиться на заплавах слабко розкладених торф'яних землях у Ровенській області.

**Вихідні дані надаються індивідуально викладачем.**

**Порядок розрахунку:** розрахунок водного балансу виконуємо для середнього, сухого та гостро посушливого вегетаційних періодів по формулах, приведених вище.

1. Запас продуктивної вологи в розрахунковому шарі, м<sup>3</sup>/га на початок вегетаційного періоду розраховується по формулі:

$$W_{\text{пр}} = \rho H_{\text{р}} (\gamma_{\text{нач}} - \gamma_{\text{мін}}), \quad (2.5)$$

де  $\rho$  - шпаруватість ґрунту в % від об'єму, для слабко розкладених торфовищ приймаємо 90%;  $H_{\text{р}}$  - потужність розрахункового шару ґрунту, приймаємо 1 м;  $\gamma_{\text{нач}}$  та  $\gamma_{\text{мін}}$  - середні по розрахунковому шару в % від повної вологомісткості вологості ґрунту на початок вегетаційного періоду і найменша припустима у вегетаційний період, приймаємо в залежності від сільськогосподарських культур по таблиці 2.1.

Розрахунок запасів продуктивної вологи зводимо в таблицю 2.4.

2. Ефективні опади, м<sup>3</sup>/га, за вегетаційний період визначаємо по формулі:

$$N_{\text{э}} = 10k_{\text{и}} h_{\text{р}}, \quad (2.6)$$

де  $k_{\text{и}}$  - коефіцієнт використання опадів;  $h_{\text{р}}$  - сума опадів за , мм.

Коефіцієнт використання опадів для зони Полісся і лісостепу України приймаємо в залежності від вологості року: для середнього року (50% забезпеченості по опадам) – 0.65, для сухого року (75% забезпеченості) – 0.70; для гостро посушливого року (90% забезпеченості) – 0.80.

Суму опадів за вегетаційний період (травень-вересень) по метеостанції Рівне для середнього по вологості року приймаємо 315 мм. Визначаємо суму опадів:

для сухого року -  $h_{\text{р}} = 0.7h_{\text{ср}} = 0.7 \cdot 315 = 220.5$  мм;

для гостро посушливого року -  $h_{\text{р}} = 0.4h_{\text{ср}} = 0.4 \cdot 315 = 126$  мм.

Розрахунок ефективних опадів також зводимо у таблицю 2.4.

3. Сумарне випаровування, м<sup>3</sup>/га, за вегетаційний період на осушува-



них землях України рекомендується визначати по формулі А.М. Яголя:

$$E = \alpha Y + n \sum D_p, \quad (2.7)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, який залежить від виду сільськогосподарських культур, приймаємо по таблиці 2.2;  $Y$  – проектна врожайність, т/га;  $n$  – коефіцієнт, який залежить від середньої за вегетаційний період глибини залягання рівня ґрунтових вод  $H$ , приймаємо по табл.2.3;  $\sum D_p$  - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період, мм. Для середнього по вологості року по метеостанції Рівне  $\sum D_p = 730$  мм.

Суму дефіцитів вологості повітря обчислюємо по залежностях:

Таблиця 2.4 – Прибуткові елементи водного балансу

Культура	P, %	H <sub>p</sub> , м	γ <sub>нач</sub> , %	γ <sub>мин</sub> , %	W <sub>пр</sub> , м <sup>3</sup> /га	N <sub>e</sub> , м <sup>3</sup> /га			W <sub>пр</sub> + N <sub>e</sub> , м <sup>3</sup> /га		
						Середній рік	Посушливий рік	Гостро посушливий рік	Середній рік	Посушливий рік	Гостро посушливий рік
Багаторічні трави	90	1.0	95	82	1170	2047.5	1543.5	1008.0	3217.5	2713.5	2178
Овес	90	1.0	90	80	900	2047.5	1543.5	1008.0	2947.5	2443.5	1908
Картопля	90	1.0	88	75	1170	2047.5	1543.5	1008.0	3217.5	2713.5	2178
Кормовий буряк	90	1.0	90	78	1080	2047.5	1543.5	1008.0	3127.5	2623.5	2088
Ячмінь	90	1.0	90	80	900	2047.5	1543.5	1008.0	2947.5	2443.5	1908

Таблиця 2.5 – Розрахунок сумарного водоспоживання сільськогосподарськими культурами

Культура	α	У, т/га	H, м	n	E, м <sup>3</sup> /га		
					Середній рік	Посушливий рік	Гостро посушливий рік
Багаторічні трави	187.5	6.0	0.7	4.4	4337	4818.8	5140
Овес	70.6	2.9	0.8	3.8	2978.7	3394.8	3672.2
Картопля	57.1	20.0	1.0	2.7	313	3408.6	3605.8
Кормовий буряк	24.6	65.0	1.0	2.7	3570	3865.6	4062.8
Ячмінь	70.6	3.2	0.8	3.8	2999.9	3416	3693.4

для сухого року  $\sum D_p = 1.15 \sum D_{cp} = 1.15 \cdot 730 = 839.5$  мм;

для гостро посушливого року  $\sum D_p = 1.25 \sum D_{cp} = 1.25 \cdot 730 = 912.5$  мм.

Розрахунок сумарного випаровування зводимо в таблицю 2.5.

4. Складаємо водний баланс кореневого шару ґрунту за вегетаційний період:

$$\pm M = W_{пр} + N_{э} - E. \quad (2.8)$$

Розрахунок зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Водний баланс сільськогосподарських культур

Культури	$W_{пр} + N_{э}$ , м <sup>3</sup> /га	E, м <sup>3</sup> /га	M, м <sup>3</sup> /га	
			+	-
Середній рік				
Багаторічні трави	3217.5	4337		1119.5
Овес	2947.5	2978.7		31.2
Картопля	3217.5	3113	105.5	
Кормовий буряк	3127.5	3570		442.5
Ячмінь	2947.5	2999.9		52.4
Посушливий рік				
Багаторічні трави	2713.5	4818.8		2105.3
Овес	2443.5	3394.8		951.3
Картопля	2713.5	3408.6		695.1
Кормовий буряк	2623.5	3865.6		1242.1
Ячмінь	2443.5	3416		973
Гостро посушливий рік				
Багаторічні трави	2178	5140		2962
Овес	1908	3672.2		1764.2
Картопля	2178	3605.8		1427.8
Кормовий буряк	2088	4062.8		1974.8
Ячмінь	1908	3693.4		1785.4

З розрахунку видно, що не тільки в гостро посушливі, але навіть у сухі і середні за вологістю роки, для більшості сільськогосподарських культур величина M від'ємна, а це значить, що в ґрунті буде спостерігатися дефіцит вологи. Для вирощування високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур на таких заплавах землях необхідно проектувати не тільки осушувальну, але й осушувально-зрошувальну систему.

## Контрольні запитання до практичного завдання II

1. Які дані необхідні для розрахунків запасу продуктивної вологи в розрахунковому шарі ґрунту, на початок вегетаційного періоду?
2. Як визначається сумарне випаровування за вегетаційний період на осушуваних землях?
3. Що таке ефективні опади за вегетаційний період? Як їх обчислювати?
4. Як розрахувати необхідну кількість води на зволоження заданої території?
5. Які результати розрахунків свідчать про необхідність зрошення?
6. Які отримані дані вказують на необхідність осушування?
7. Як на підставі виконаних водно-балансових розрахунків установити тип меліоративної системи?
8. В яких випадках приймається рішення про осушувально-зволожувальні меліорації?
9. Як за проведеними розрахунками можна прогнозувати водний режим осушуваних територій?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

### Основна література

1. Рокочинський А.М., Сапсай Г.І., Муранов В.Г. Основи гідромеліорацій : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с
2. Задорожній Ю. В Сільськогосподарська меліорація: курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2014. 76 с.
3. Гопченко Є.Д., Гушля А.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. Київ. ІСДО, 1994. 296 с.

### Додаткова література

1. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. Київ: Вища освіта. 2005. 464 с.
2. Доценко В. І., Морозов В. В., Онопрієнко Д. М. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування. Херсон. Олді-плюс, 2014. 498 с
3. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В.Б. А.Г. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
4. Електронна бібліотека ОДЕКУ [www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com)
5. Репозитарій ОДЕКУ <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

### Вихідні дані для виконання практичного завдання

#### Варіант 1

Зрошувальна система знаходиться в Херсонській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені темно-каштановими легкосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.29 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 3.5 г/л залягають на глибині 6 м. Розрахункова культура – кукурудза. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	9.0	5.0	4.9	4.7	6.9	15.1	14.8	15.0	14.2	12.3	15.2	15.6	14.8
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	12	14	15	16	20	21	22	24	25	25	23	25	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.0	42.0	30.1	21.1	0.0	10.0	0.0	0.0	11.0	10.1	1.0	2.0	-

## Варіант 2

Зрошувальна система знаходиться в Одеській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами південними середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.38 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 15 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 4.0 г/л залягають на глибині 5 м. Розрахункова культура – соняшник. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості.

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень Ш	Травень			Червень			Липень			Серпень		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	8.5	4.5	5.1	4.9	6.7	15.4	14.4	15.2	14.6	13.0	15.8	15.3	14.0
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	11	13	16	16	21	21	23	24	24	23	23	24	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.5	41.3	31.1	32.2	0.6	5.0	0.0	0.0	9.0	12.0	0.0	0.0	-



### Варіант 3

Зрошувальна система знаходиться в Одеській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами південними легкосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.29 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 15,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 4.5 г/л залягають на глибині 4 м. Розрахункова культура – соняшник. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень III	Травень			Червень			Липень			Серпень		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	9.5	4.8	5.1	4.9	6.7	15.4	14.4	15.2	14.6	13.0	15.8	15.3	14.0
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	11	13	16	16	21	21	23	24	24	23	23	24	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.5	41.3	31.1	32.2	0.6	5.0	0.0	0.0	9.0	12.0	0.0	0.0	-

## Варіант 4

Зрошувальна система знаходиться в Одеській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами південними середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.38 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 15,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 4.5 г/л залягають на глибині 4 м. Розрахункова культура – соняшник. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	10.0	4.1	4.5	5.0	7.0	16.0	15.8	15.6	15.1	13.6	16.0	15.5	13.8
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	12	16	16	18	21	21	22	23	24	26	20	21	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.0	30.0	30.7	26.5	1.5	3.6	10.0	10.0	0.0	10.1	0.0	0.0	-

## Варіант 5

Зрошувальна система знаходиться в Херсонській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені темно-каштановими легкосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.29 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 17 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 5.5 г/л залягають на глибині 7 м. Розрахункова культура – соняшник. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	8.4	4.9	4.8	4.7	6.9	14.4	14.7	15.6	15.6	14.8	15.0	15.1	14.8
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	15	15	17	19	19	22	23	23	24	24	23	25	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.0	33.0	28.8	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	10.3	0.6	0.3	-

## Варіант 6

Зрошувальна система знаходиться в Одеській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами південні важкосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.40 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н,в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 14,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 5.5 г/л залягають на глибині 8 м. Розрахункова культура – люцерна. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 0,8 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	8.8	5.2	5.3	5.1	6.5	16.0	15.6	15.5	15.2	14.7	15.8	15.7	14.9
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	12	12	14	15	20	20	21	24	24	26	23	23	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.6	27.5	26.3	31.6	0.6	0.7	7.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	-

## Варіант 7

Зрошувальна система знаходиться в Одеській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами звичайними середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.33 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 6.5 г/л залягають на глибині 8,5 м. Розрахункова культура - люцерна  
Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 0,8 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
				І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
1	Періоди вегетації		ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	9.2	4.6	4.6	4.7	6.7	15.7	14.8	15.2	14.4	12.7	13.4	15.1	13.6
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	13	14	17	15	19	21	20	21	22	22	23	24	22
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.3	40.0	31.3	31.1	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	9.0	5.0	1.0	-

## Варіант 8

Зрошувальна система знаходиться в Миколаївській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами південними середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.38 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 18.5\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 6.5 г/л залягають на глибині 8,5 м. Розрахункова культура – озима пшениця. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 0,7 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			Ш	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	7.5	5.3	5.4	5.3	6.6	15.0	15.7	15.5	14.7	15.1	14.6	14.4	13.1
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	10	10	12	12	20	19	19	23	24	24	24	23	23
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.0	40.3	31.1	32.1	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	10.3	0.0	0.0	-

## Варіант 9

Зрошувальна система знаходиться в Миколаївській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені чорноземами звичайними середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.33 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 19,5\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16,5 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 6.5 г/л залягають на глибині 8,5 м. Розрахункова культура – кукурудза. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 1,0 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	6.6	5.6	4.9	4.5	6.4	15.3	14.6	15.1	14.3	12.7	15.0	15.1	13.8
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	14	15	16	18	21	23	25	24	23	23	23	22	21
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	0.0	39.1	29.9	30.5	0.7	0.7	0.0	10.0	5.0	5.0	0.0	0.0	-

## Варіант 10

Зрошувальна система знаходиться в Херсонській області. Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості за дефіцитом водного балансу наведені в табл.1 (рядки 2, 3, 4,13). Ґрунти ділянки, представлені темно-каштановими середньосуглинистими ґрунтами з об'ємною масою метрового шару  $\gamma = 1.28 \text{ т/м}^3$ , вологістю, яка відповідає найменшому вологовмісту  $\beta_{н.в} = 20\%$ . Вологість ґрунту на момент посіву (20.04) складає 16 % від маси ґрунту. Ґрунтові води з мінералізацією 3.5 г/л залягають на глибині 6 м. Розрахункова культура – кукурудза. Розрахунковий шар ґрунту (Н, м) 0,9 м

Таблиця 1 – Метеорологічні дані розрахункового року 75%-ої забезпеченості

№ п/п	Показник	Позначення	Квітень	Травень			Червень			Липень			Серпень		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Періоди вегетації														
2	Дефіцит вологості повітря середньодобовий, мб	d	8.6	5.0	4.7	4.7	7.3	16.1	15.9	15.7	15.6	14.4	13.8	12.5	12.1
3	Температура повітря середньодобова, °С	t	10	12	12	14	19	19	21	25	26	26	27	26	25
4	Розрахунковий період, д.	n	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11
13	Опади за розрахунковий період, мм	P	7.0	38.8	33.3	33.0	10.0	5.0	5.0	0.4	0.0	9.0	6.0	0.0	-



**ДОДАТОК Б**  
**Варіанти теоретичних питань**

Варіант 1

1. Кліматичні фактори, що характеризують потребу в зрошенні. Види, значення та задачі меліорації земель.
2. Сучасні засоби та техніка поливу сільськогосподарських культур.

Варіант 2

1. Проектування та експлуатація закритої зрошувальної мережі.
2. Гідротехнічні споруди на закритій зрошувальній мережі.

Варіант 3

1. Полив дощуванням, види дощування,
2. Типи дощувальних машин і установок.

Варіант 4

1. Види поверхневого поливу.
2. Полив по борознах переваги та недоліки

Варіант 5

1. Крапельне зрошення.
2. Застосування крапельного зрошення в Одеській області.

Варіант 6

1. Зрошувальна мережа та її елементи. Гідротехнічні споруди на зрошувальній мережі.
2. Рисові зрошувальні системи та їх експлуатація. Режим зрошування рису.

Варіант 7

1. Поняття сівозміни в умовах зрошення. Система зрошення в сівозміні.

2. Особливості побудови сівозміни.

### Варіант 8

1. Водний режим та продуктивність рослин при зрошенні. Участь води в процесах росту та розвитку рослин..
2. Кількість та стан води в рослинах. Транспірація та її значення для рослин.

### Варіант 9

1. Вода та водні властивості ґрунту.
2. Агрономічні форми ґрунтової води – вода вільна, зв'язана та пароподібна. Вплив зрошення на величину та якість врожаю.

### Варіант 10

1. Укомплектований і неукомплектований графіки гідромодуля;
2. За якими критеріями визначають тривалість міжполивного періоду?

З Б І Р Н И К  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних занять  
з дисципліни  
"Сільськогосподарські гідротехнічні меліорації з основами експлуатації во-  
догосподарських об'єктів "

Укладач: Кічук Наталія Сергіївна, канд. геогр. наук, доц.  
Кущенко Лілія Вікторівна, ст. викл.

Електронне видання

---

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

---