

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ «МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОЛОГІЯ»**

за темою

***Розрахунки основних елементів водного балансу,
зрошуваної норми, поливної норми***

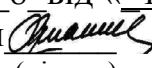
ОДЕСА – 2023

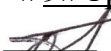
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ
ЗАВДАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОЛОГІЯ»
за темою
Розрахунки основних елементів водного балансу,
зрошуваної норми, поливної норми

для студентів 3-го року денної та заочної форм навчання

Спеціальність 103 „Науки про Землю”

Затверджено
на засіданні групи забезпечення
спеціальності «Науки про Землю»
Протокол № 8 від «17» лютого 2023 р.
Голова групи  Шакірзанова Ж.Р.
(підпис)

Затверджено
на засіданні кафедри
гідрології суші
протокол № 6 від «9» грудня 2022 р.
ТВО зав. кафедри  Овчарук В.А.

Одеса – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ
ЗАВДАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОЛОГІЯ»

за темою
*Розрахунки основних елементів водного балансу,
зрошуваної норми, поливної норми*

для студентів 3-го року денної та заочної форм навчання
Спеціальність 103 „Науки про Землю”

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 8
від 17 лютого 2023 р.

Одеса – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни "Меліоративна гідрологія" за темою «Розрахунки основних елементів водного балансу, зрошуваної норми, поливної норми» для студентів 3-го року денної та заочної форм навчання, спеціальності „ Науки про Землю ” / Укладач: Кічук Н.С. Одеса, ОДЕКУ, 2023. 53 с., укр. мова.

ЗМІСТ

	Стор.
Загальні положення	5
Теоретичні відомості до практичної роботи	
1 Водний баланс меліорованих територій	7
1.1 Рівняння оптимізованого водного балансу (водоспоживання). Дефіцити і надлишки зволоження.....	8
1.2 Зрошувальна норма водоспоживання (норма нетто), оптимальна в екологічному відношенні та способи її визначення	11
1.3 Поняття оптимального зволоження, виражене через водний баланс зрошувальної мережі.....	14
Практична робота № 1.....	19
Тема 1.....	19
Запитання для самоперевірки.....	28
Тема 2.....	29
Запитання для самоперевірки.....	34
Список рекомендованої літератури.....	35
Додатки	36

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета та задачі. При вивченні дисципліни "Меліоративна гідрологія" студенти повинні отримати вміння та знання, які стосуються аналізу трансформації водного балансу ґрунтів, поверхневих і підземних вод під впливом меліорації, що містить у собі дослідження ходу гідрологічних процесів після меліорації, моделювання стоку й інших елементів балансу, прогнозування екологічних наслідків меліоративних заходів.

Метою методичних вказівок є закріплення студентами знань, отриманих при вивченні теоретичних розділів дисципліни "Меліоративна гідрологія" в п'ятому семестрі.

Задача методичних вказівок – вироблення у студентів розуміння суті основних методів розрахунку і прогнозування змін характеристик стоку й інших елементів водного балансу в розвитку його трансформації під впливом меліорації, водно-балансового обґрунтування оптимальних зрошувальних і поливних норм і режимів зрошення.

У результаті виконання практичних завдань з дисципліни "Меліоративна гідрологія" в п'ятому семестрі студенти повинні:

Знати:

- оцінку природного зволоження території і водно-балансове обґрунтування потреби в меліорації;
- методи визначення водного балансу для зрошувальної території;
- прогнозування змін вологозапасів у ґрунтах для сільськогосподарських культур;
- вплив зрошення на природне середовище і на процеси стоку;

Вміти:

- виконувати розрахунки водного балансу кореневого шару ґрунту за вегетаційний період;
- визначити фактори, що впливають на природне зволоження території;

- виконувати розрахунки зрошувальних норм або дефіциту зволоження;
- виконувати розрахунки поливних норм з врахуванням особливостей території;
- обирати спосіб зрошення і визначати їх перевагу залежно від вибраного способу.

Для успішного виконання практичних завдань необхідні знання та вміння з таких дисциплін як «Вища математика», «Гідрологія», «Обробка та аналіз інформації», «Кадастр природних ресурсів».

Практичні завдання в п'ятому семестрі складають один змістовний модуль ЗМ-П1 «Розрахунки основних елементів водного балансу, зрошуваної норми, поливної норми» і оцінюються у відповідності з силабусом з дисципліни „Меліоративна гідрологія” (20 балів).

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

Програма практичного модуля з дисципліни ЗМ-П1 складається з:

Теми 1 «Визначення зрошувальної норми». Об'єкти дослідження назначає викладач індивідуально кожному студенту.

Теми 2 «Визначення поливної норми нетто та брутто».

Послідовність проведення розрахунків, їх характеристика та відповідні вихідні дані наводяться відповідно до кожної теми.

Отримані студентами знання та вміння використовуються при підготовці даних для моделювання природних процесів чи об'єктів, при користуванні балансовими методами для розв'язання теоретичних і прикладних задач меліоративної гідрології, визначенні ступені небезпеки розвитку негативних гідрологічних явищ і процесів.

Методичні вказівки розроблено з урахуванням сучасного досвіду та вимог до рівня знань у сфері меліорації земель і спрямовані на забезпечення екологічної безпеки меліоративних систем та захисту суспільних інтересів.

ТЕОРЕТИЧНІ ВОДОМОСТІ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1 ВОДНИЙ БАЛАНС МЕЛІОРОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Вступ. За загальними природно-кліматичними умови більша частина території України несприятлива для ведення гарантованого високоефективного сільського господарства. Значна частина території України розташована в зонах нестійкого і недостатнього зволоження, тому продовольче та ресурсне забезпечення країни значною мірою залежить від наявності, стану й ефективності використання зрошуваних земель, а на Поліссі й Прикарпатті - посівний період характеризується надлишковим зволоженням, що вимагає проведення осушування. Для усунення нерівномірності природних умов даної території протягом вегетаційного періоду необхідно застосовувати розраховані на тривалий час заходи з оптимізації природного середовища, основу яких складають меліорації.

Будівництво зрошувальних, осушувальних та обводнювальних систем із комплексами гідротехнічних споруд потребує ретельних геологічних і гідрологічних досліджень. Вивчення гідрогеологічних умов площ, призначених для зрошення, потрібне для створення оптимального поливного режиму, визначення способів і техніки поливу, для правильного розміщення культур у сівозміні, для складання прогнозу режиму підземних вод і для вибору захисних заходів проти заболочення та засолення ґрунтів.

В основі меліоративної гідрології лежить теорія, моделювання та розрахунок трансформації водного балансу суші внаслідок такого великомасштабного й цілеспрямованого антропогенного впливу на водообіг, яким є меліорація. Меліоративне перетворення природи може бути успішно здійснене лише за належного екологічного обґрунтування проектування, будівництва й експлуатації меліоративних систем і споруд. В основі такого обґрунтування має бути врахування закономірностей трансформації водного балансу в ході меліорації.

1.1 Рівняння водного балансу. Дефіцити і надлишки зволоження

Кругообіг води в природі — це безупинний замкнений процес циркуляції води на земній кулі (рис.1.1). Він відбувається під впливом сонячної радіації і сили тяжіння. Під впливом сонячної радіації з поверхні морів і океанів, які займають близько 71 % площі земної кулі, щороку випаровується величезна кількість води — 505 тис.км³. З поверхні суходолу випаровується 72 тис.км³ щороку. Вода, що випарувалась із поверхні океанів, морів і суходолу, в атмосфері конденсується і випадає у вигляді опадів. Річна сума опадів, які випадають на поверхню океану, становить 458 тис.км³, що менше за випаровування. Опади, які випали на суходіл, стікають у вигляді струмків і річок, частково поповнюють підземні води, а частково знову випаровуються, щоб випасти у вигляді дощу чи снігу.

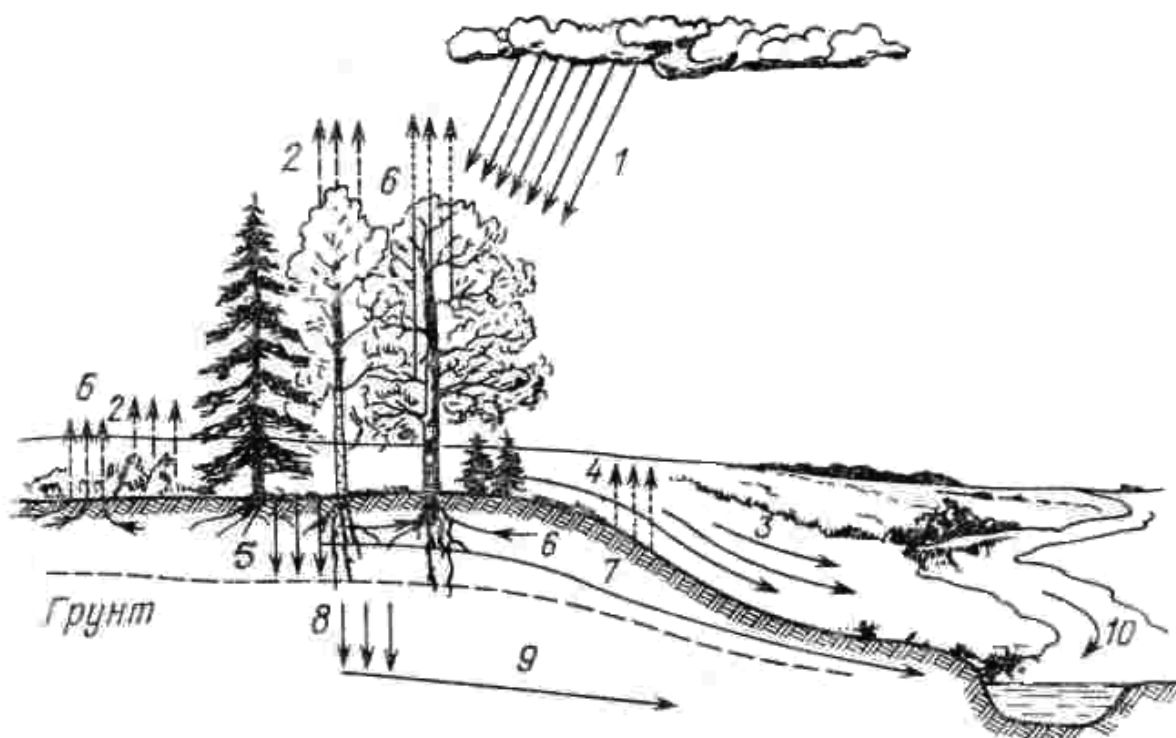


Рис.1.1 Кругообіг води в природі (за О.А. Роде)

1– опади; 2 – випаровування опадів з поверхні рослин; 3 – поверхневий стік; 4 – випаровування з поверхні ґрунту; 5 – інфільтрація опадів у ґрунт; 6 – транспірація ґрунтової вологи рослинами; 7 – ґрунтовий стік; 8 – просочування вологи в підземні води; 9 – підземний стік; 10 – річковий стік.

Водний баланс – це співвідношення прибуткової і витратних частин кругообігу води на будь-якій території, аж до Землі в цілому. Водний баланс може розглядатися за будь-який проміжок часу – рік, місяць, декаду, декілька років тощо. Враховується надходження, витрата й акумуляція (зміна запасів) води для річкового басейну чи ділянки території, озера, болота або іншого досліджуваного об'єкта. Загалом врахуванню підлягають атмосферні опади, конденсація вологи, горизонтальне перенесення і відкладання снігу; поверхневий і підземний приплив, випаровування, поверхневий і підземний стік, зміна запасів вологи у ґрунті тощо.

Користуючись *методом водного балансу* можна здійснити зіставлення окремих джерел надходження вологи в різні періоди часу в межах досліджуваної території й установити ступінь їх впливу на загальний хід формування водного режиму досліджуваного об'єкта. На основі взаємопов'язування окремих компонентів водного балансу можна встановити й шляхом аналізу усунути можливі похибки вимірів і оцінити точність отриманих результатів.

Нарешті, метод водного балансу дозволяє непрямым шляхом визначити за різницею між визначеними величинами той із компонентів балансу вологи (опади, випаровування, фільтрація), який за даних умов важко виміряти, але знання якого буває необхідним для з'ясування загальних закономірностей кругообігу води в межах розглянутого простору.

Для розрахунку трансформації водного балансу ґрунту внаслідок меліорації і обґрунтування екологічно оптимальних норм зрошення або водовідведення необхідно оцінити природний баланс, наявний у кліматичних умовах меліорованого масиву.

Рівняння водного балансу виражає співвідношення між припливом вологи в даному пункті земної поверхні, тобто опадами, та її витратою на стік і випаровування за оптимальних умов зволоження. Таке співвідношення виявляє надлишок або нестачу опадів порівняно з оптимально необхідною величиною, здатною обумовити найвищу ефективність сільського

господарства.

За наявності нестачі вологи, зокрема – в умовах зрошуваної зони, при $V_{кл} < V_{опт}$ рівняння балансу має вигляд:

$$x_0 - E_{опт} - Y_{0опт} + D = 0, \quad (1.1)$$

де x_0 – норма річних опадів;

$E_{опт}$ – норма випаровування за оптимальної ґрунтової вологості (оптимальне випаровування);

$Y_{0опт}$ – сумарний стік за оптимальної ґрунтової вологості;

D – дефіцит зволоження (кількість вологи, якої не вистачає для створення оптимальних умов розвитку сільськогосподарських культур).

Із рівняння балансу можна визначити дефіцит або надлишок вологи не тільки за рік, а й щомісяця. Останнє виявляє річний хід зволоження, дозволяючи визначити напрямок меліорації (осушення, зрошення або ж двостороння меліорація при зміні періодів дефіциту та надлишку вологи), а також основні розрахункові нормативи.

Меліорація не тільки підвищує продуктивність сільського господарства, але й створює базу для його стійкого розвитку в різні за погодними умовами роки у всіх зонах країни, забезпечує гарантовані високі врожаї сільськогосподарських культур, сприяє збільшенню національного доходу країни, перетворює економіку великих районів, вносить корінні зміни в умови сільськогосподарського виробництва, зберігає і поліпшує навколишнє середовище.

Об'єктами сільськогосподарських меліорацій можуть бути землі: з несприятливими умовами водно-повітряного режиму (болота і заболочені землі, посушливі степи, напівпустелі і пустелі); з несприятливими фізичними і хімічними властивостями (засолені, важкі глинисті ґрунти, піски і т.д.); піддані шкідливому механічному впливу води або вітру (яри, легко

розмивний ґрунтовий покрив, схилів території), на яких здійснюються протиерозійні заходи.

1.2 Зрошувальна норма водоспоживання (норма нетто), оптимальна в екологічному відношенні та способи її визначення.

Для розвитку й росту сільськогосподарських культур, необхідні одночасно світло, тепло, вода, повітря й елементи живлення, які потрібні для створення органічної речовини під дією світла в процесі фотосинтезу.

Вода надходить із ґрунту в рослину через її кореневу систему. У рослині йде постійний потік води від коренів до листів. Щоб рослина нормально розвивалася, цей потік повинен поповнювати усі втрати води на випаровування через листя, тобто в ґрунті завжди має бути *достатній запас ефективної вологи*. Для задоволення цієї вимоги вологість ґрунту має бути завжди близькою до її найменшої вологості. Нижня границя допустимого зниження вологості ґрунту змінюється в залежності від ґрунтів і культур у межах 60-80 % найменшої вологості. Для підтримки вологозапасу в ґрунті застосовується зрошення.

Зрошення – це штучне зволоження ґрунту для одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур. Поряд із ґрунтом при зрошенні зволожуються також рослини і приземний шар повітря в залежності від використовуваної технології поливу. У виробничих умовах зрошення здійснюється за допомогою комплексу гідротехнічних і інженерно-технічних споруд, які називаються зрошувальною системою.

Зрошувальна система – це земельна територія разом з мережею каналів, гідротехнічних і експлуатаційних споруд, які забезпечують забір води з джерела, транспортування і розподіл її для зрошення

Незалежно від типу і конструкції регулярно діюча зрошувальна система повинна задовольняти наступним основним вимогам: подавати воду на поля в будь-який час і в потрібних кількостях; мати мінімальні втрати

води на фільтрацію, випаровування і скидання; займати мінімальні площі відчуження під всі елементи зрошувальної системи; забезпечувати якісний полив і високий коефіцієнт корисного використання води; мати мінімальну вартість будівництва й експлуатації; забезпечувати одержання проектної врожайності сільськогосподарських культур.

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 обробітку, а також від способу і техніки поливу.

Зрошувальна норма або дефіцит водоспоживання – це кількість води (m^3), яку необхідно подати на 1 гектар зрошуваного поля протягом вегетаційного періоду для відновлення дефіциту вологи в розрахунковому шарі ґрунту і забезпечення проектного врожаю культури в умовах розрахункового року.

Зрошувальні норми можна визначати дослідним шляхом, за коефіцієнтом водоспоживання, з використанням залежності водоспоживання від метеорологічних величин, на основі рівняння водного балансу.

На практиці найчастіше використовують розрахунки зрошувальної норми за рівнянням водного балансу:

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

де M – зрошувальна норма, $m^3/га$;

E – водоспоживання, $m^3/га$;

αP – опади, які поглинаються ґрунтом, $m^3/га$,

α – коефіцієнт використання опадів (для структурних ґрунтів – 0,7-0,8, для безструктурних – 0,4-0,7);

ΔW – кількість води, використовувана рослинами з кореневого шару

грунту, м³/га, визначається за рівнянням:

$$\Delta W = W_n - W_k, \quad (1.3)$$

W_n – запаси вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду;

W_k – запаси вологи в ґрунті на кінець вегетаційного періоду;

W_{zp} – об'єм ґрунтових вод на підживлення кореневого шару ґрунту, м³/га.

Цей об'єм можна врахувати коефіцієнтом підживлення (K_n), який залежить від залягання рівня ґрунтових вод, виду і фази розвитку культури, механічного складу ґрунтів;

$W_{вт}$ – втрати зрошувальної води на поверхневе і глибинне скидання, м³/га.

Зрошувальною нормою нетто називається кількість води, яку протягом року повинні подати в ґрунт для підвищення його вологозапасу до величини, оптимальної в екологічному відношенні, тобто такої, яка забезпечить найвищу урожайність.

Технічно подавання води на поля із джерел зрошення (річка, озеро, водосховище) здійснюється системою каналів і труб, постійних або пересувних. У процесі транспортування води на поля неминучі її втрати. Тому забір води із джерела зрошення (так звана норма брутто) повинен перевищувати норму водоспоживання сільськогосподарських культур – норму нетто.

Таким чином, необхідно розрізняти зрошувальну норму нетто $M_{нетто}$ норму водоподавання на поле і зрошувальну норму брутто $M_{брутто}$, тобто норму водозабору в зрошувальну систему.

Зрошувальна норма нетто, яка є нормою оптимального водоспоживання, очевидно, повинна відповідати дефіциту вологи за розрахунковий гідрологічний рік. Таким чином, виходячи з рівняння водного балансу (1.1), можна записати:

$$M_{\text{нетто}} = E_{\text{опт}} + Y_{\text{опт}} - x, \quad (1.4)$$

де x – опади за розрахунковий рік;

$E_{\text{опт}}$ – оптимальне випаровування за розрахунковий рік;

$Y_{\text{опт}}$ – стік при оптимальній вологості за розрахунковий рік.

Тривалий досвід проектування меліорацій і техніко-економічні розрахунки обґрунтували доцільність визначення проектної зрошувальної норми відповідно до умов середньосухого року.

1.3 Поняття оптимального зволоження, виражене через водний баланс зрошувальної мережі

Режим зрошення сільськогосподарських культур розробляють на основі водного балансу зрошуваного поля, тобто співвідношення приходу й витрати води на полі з урахуванням зміни її запасів у ґрунті за визначений проміжок часу (декада, місяць, вегетаційний період і ін.).

Основні видаткові складові водного балансу-транспірація вологи рослинами й фізичне випаровування з поверхні ґрунту. Оскільки роздільний облік цих складових утруднений, на практиці визначають їхню суму - сумарне водоспоживання або сумарне випаровування.

Водоспоживання – це сумарне випаровування (витрата ґрунтової вологи через транспірацію рослин і випаровування з поверхні ґрунту, листя чи стебел рослин). Про споживання й ефективність використання води можна судити за коефіцієнтами транспірації, водоспоживання і сумарного випаровування.

Коефіцієнт транспірації – це кількість води ($у м^3$), витрачена рослинами на утворення 1 т сухої речовини всієї рослини (стебла, листя, корені, зерна).

Коефіцієнт водоспоживання – це кількість води в $м^3$, яка витрачається на випаровування з поверхні ґрунту і транспірацію для утворення 1 ц

товарної продукції (зерна, плодів).

Основні прибуткові складові водного балансу-атмосферні опади й волога, яка поступає у кореневмісний шар із ґрунтових вод (при їх неглибокому заляганні). У природних умовах вологозабезпеченості часто в ґрунт надходить води менше, ніж необхідно для оптимального водоспоживання культур. Цей недолік вологи називають дефіцитом водного балансу й заповнюють подачею на поле зрошувальної води.

Для визначення рівня оптимального зволоження використовується рівняння водного балансу в умовах зрошувальних меліорацій:

$$P_1 + W_1' - W_2' + m = E' + Y', \quad (1.5)$$

де P_1 – опади;

W_1 та W_2 – вологозапаси ґрунту за умови зрошення на початок і кінець міжполивного періоду;

m – кількість води, яка подається на зрошувану ділянку суші;

E' та Y' – сумарне випаровування і сумарний стік за наявності зрошення.

Сумарне випаровування дорівнює:

$$E' = E_{\max} \left[1 + \left(\frac{P_1 + W_1' - W_2' + m}{E_{\max}} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (1.6)$$

де E'_{\max} – теоретично можливе випаровування в умовах зрошувальних меліорацій;

n – параметр, який характеризує фізико-географічні умови формування випаровування і стоку, для рівнин $n=3$, для гірських територій $n=2$.

У практиці зрошення сільськогосподарських культур поливи

призначають у моменти, коли вологозапаси в шарі ґрунту дорівнюють деякому визначеному мінімуму зволоження, який є тією межею, за якою рослина починає відчувати нестачу води. За мінімум звичайно приймають нижню межу доступності ґрунтової води для кореневої системи рослин – вологість розриву капілярних зв'язків $W_{p.k}$, тобто $W_{\min} > W_{p.k}$, чи виходячи з умови:

$$W_1' = W_2' = W_{\min} . \quad (1.7)$$

Поливна норма m_o повинна відповідати заданому середньому для усього міжполивного періоду рівню оптимального зволоження.

$$P_1 + m_o = E_{onm} + Y_{onm} . \quad (1.8)$$

Тоді рівняння (1.6) запишеться в загальному вигляді:

$$E_{onm} = E'_{\max} \left[1 + \left(\frac{P_1 + m_o}{E'_{\max}} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}} . \quad (1.9)$$

Рівень оптимальності зволоження для різних культур і вимог технологій їхнього обробітку може коливатися в широких межах

$$W_{p.k} \leq W_{onm} \leq W_{н.в} \quad (1.10)$$

чи

$$V_{p.k} \leq V_{onm} \leq 1, \quad (1.11)$$

де $W_{н.в}$ – найменша вологомісткість;

$$V_{opt} = \frac{W_{opt}}{W_{н.в}} - \text{необхідний для даної культури рівень оптимальності}$$

зволоження задіяного шару ґрунту.

Оптимальне водоспоживання рослини є сума запасів вологи і кількість зрошувальної води, яка зумовлює заданий оптимальний рівень зволоження задіяного ґрунтового шару протягом вегетаційного періоду вирощуваної культури. Така сума в даних кліматичних умовах є брутто-нормою водоспоживання, яка забезпечує оптимальне сумарне випаровування – нетто-норму водоспоживання й оптимальний стік (скидання) води зі зрошуваного поля. Іноді скидання частини ресурсів вологи необхідне для видалення з ґрунту надлишкової кількості розчинних солей.

Нетто-водоспоживання визначається за формулою:

$$E_{opt} = E'_{\max} \left(1 + V_{opt}^{-nr} \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (1.12)$$

де r – параметр, який залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту, для легких ґрунтів $r = 1.2 - 1.5$, для середніх ґрунтів $r = 1.5 - 2.0$, для важких ґрунтів $r = 2 - 4$.

Оптимальний стік можна одержати з рівняння водного балансу

$$Y_{opt} = P_1 + W'_1 - W'_2 + m_o - E_{opt} = V_{opt}^r E'_{\max} - E_{opt}. \quad (1.13)$$

При цьому визначається коефіцієнт скидання:

$$\eta_{Y_{opt}} = \frac{Y_{opt}}{V_{opt}^r E'_{\max}} = 1 - \left(1 + V_{opt}^{nr} \right)^{-\frac{1}{n}}, \quad (1.14)$$

а також коефіцієнт корисного використання ресурсів вологи – коефіцієнт

нетто-водоспоживання дорівнює:

$$\eta_{E_{onm}} = \frac{E_{onm}}{V_{onm}^r E'_{\max}} = (1 + V_{onm}^{nr})^{-\frac{1}{n}}. \quad (1.15)$$

Значення коефіцієнтів η_E і η_Y приймаються залежно від величин V_{onm} і r за табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Значення коефіцієнтів η_E і η_Y

При V_{onm} , що дорівнює	При r , що дорівнює						
	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	3.00
$\eta_{E_{onm}}$							
2.00	0.410	0.350	0.290	0.260	0.210	0.180	0.125
1.50	0.640	0.520	0.470	0.430	0.490	0.360	0.294
1.00	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793
0.90	0.842	0.851	0.860	0.867	0.875	0.883	0.897
0.85	0.865	0.877	0.889	0.891	0.911	0.922	0.945
0.80	0.887	0.903	0.918	0.928	0.940	0.946	0.959
0.70	0.920	0.937	0.952	0.962	0.975	0.986	1.000
0.60	0.950	0.965	0.970	0.999	1.000	1.000	1.000
$\eta_{Y_{onm}}$							
2.00	0.590	0.650	0.710	0.740	0.790	0.820	0.875
1.50	0.360	0.480	0.530	0.570	0.610	0.640	0.706
1.00	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207
0.90	0.158	0.149	0.140	0.133	0.125	0.117	0.103
0.85	0.135	0.123	0.111	0.109	0.089	0.078	0.055
0.80	0.113	0.097	0.082	0.072	0.060	0.054	0.041
0.70	0.080	0.063	0.048	0.038	0.025	0.014	0.000
0.60	0.050	0.035	0.030	0.002	0.000	0.000	0.000

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ТЕМА 1: «Визначення зрошувальної норми»

Розрахунки зрошувальних норм.

Як уже зазначалося вище, під зрошувальною нормою з точки зору водного балансу, розуміють різницю між дійсними ресурсами вологи ($H = P_1 + W_1 - W_2$) і необхідними для підтримки вологості кореневого шару ґрунту на заданому рівні оптимальності (H_o), тобто

$$m_o = H_o - H = E_{\max}(V_{onm}^r - V^r) = E_{\max}V_{onm}^r - P_1. \quad (1.16)$$

З огляду на нерівномірність розподілу величин V і E_{\max} цю задачу необхідно розв'язувати протягом вегетаційного періоду подекадно чи помісячно. Величини m_{oi} необхідно підсумовувати в часі наростаючим підсумком, визначаючи ординати інтегральної кривої на кінець кожного місяця всього теплого періоду року:

$$M_i = \sum m_{oi}. \quad (1.17)$$

Після цього будується інтегральна крива, за якою відповідно до періоду вегетації даної культури встановлюється зрошувальна норма M_{oi} (дод. 3). Така робота виконується за кожний рік тривалого періоду спостережень.

У результаті для кожної культури складається свій варіаційний ряд гідромеліоративної норми, після статистичної обробки якого встановлюються норми будь-якої заданої забезпеченості.

Для визначення середньої багаторічної зрошувальної норми $\overline{M}_t^{V_{onm}=1}$

за відсутності даних спостережень використовується отримана формула для Одеської області:

$$\bar{M}_t^{V_{onm}=1} = (AV_{onm} + B)M_{V-VIII}^{V_{onm}=1} - C(1 - V_{onm}) + D, \quad (1.18)$$

де $V_{onm} = 1$ для періоду вегетації травень-серпень, мм;

A, B, C і D – параметри зв'язку, наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри зв'язку для визначення середньої багаторічної зрошувальної норми $\bar{M}_t^{V_{onm}=1}$ за відсутності даних спостережень

Період вегетації (місяці)	A	B	C	D
IV-IV	0,36	0,30	400	192
IV-VII	0,79	0,22	420	200
IV-VIII	1,47	-0,30	520	104
IV-IX	1,36	0,00	610	146
V-VII	0,80	0,00	420	40
V-IX	1,47	0,23	610	8
VI-VII	0,36	0,26	440	32
VI-VIII	0,75	0,14	520	18
VI-IX	1,24	-0,16	480	14

Для визначення зрошувальної норми заданої розрахункової забезпеченості за відсутності щорічних, але за наявності середніх багаторічних величин \bar{M}_t , обчислюється коефіцієнт варіації:

$$C_{v\bar{M}_t} = \frac{100V_{onm}}{\bar{M}_t}. \quad (1.19)$$

Коефіцієнт асиметрії зрошувальних норм дорівнює нулю ($C_{S\bar{M}_t} = 0$), тому, що розподіл ймовірностей дефіцитів зволоження практично підпорядковується нормальному закону.

Зрошувальна норма заданої забезпеченості розраховується за формулою:

$$M_{tp\%} = \bar{M}_t(1 + \Phi_{p\%}C_{v\bar{M}_t}), \quad (1.20)$$

де $\Phi_{p\%}$ – нормовані відхилення від середини (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Значення параметра $\Phi_{p\%}$

$P\%$	5	10	25	50	75	90	95
$\Phi_{p\%}$	1,64	1,28	0,67	0	-0,67	-1,28	-1,64

Вихідні дані:

- 1) місячні суми опадів P_i (додаток А);
- 2) середня багаторічна температура повітря t^o (додаток Б);
- 3) середньомісячні дефіцити вологості повітря d_i (додаток В);
- 4) Найменша вологомісткість метрового шару ґрунту $W_{н.в} = 300$ мм.

Для прикладу наведені розрахунки водного балансу і визначена зрошувальна норма для пункту **Сербка**.

Мета завдання:

Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для заданого пункту. Вихідні дані надаються

викладачем індивідуально (дод. К).

Завдання і приклад виконання контрольної роботи.

- 1) Побудувати графік сумарної (інтегральної) кривої дефіцитів зволоження.
- 2) Розрахувати зрошувальну норму за формулою 1.18.
- 3) Зняти з карти ізоліній дод. Ж значення середньої багаторічної зрошувальної норми для отриманого пункту.
- 4) Провести порівняння отриманих розрахункових значень зрошувальної норми з середніми багаторічними зрошувальними нормами наведеними в дод. Ж.
- 5) Визначити помилку значення карти і значення, розрахованого за формулою.
- 6) Знайти коефіцієнт варіації зрошувальної норми.
- 7) Обчислити зрошувальну норму заданої розрахункової забезпеченості.
- 8) Відповісти на теоретичні питання за цією темою.

Порядок виконання роботи:

1. Використовуючи вихідні дані (додаток А і Б), обчислюють максимальне можливе випаровування за рік:

$$E_{\max z} = 12.4 \sum_{IV}^{XI} t_{\text{ср.мес}}^o - 480, \quad (1.21)$$

де $\sum_{IV}^{XI} t_{\text{ср.мес}}^o$ – сума середньомісячних температур повітря за квітень-листопад.

2. Розраховують внутрішньорічне максимальне можливе випаровування (дані дод. В) для кожного місяця:

$$E_{\max_i} = E_{\max_z} \frac{d_i}{\sum_{год} d_i}, \quad (1.22)$$

де d_i – середній за розрахунковий інтервал часу дефіцит вологості повітря;

$\sum_{год} d_i$ – річна сума цих дефіцитів. Результати зводять у табл. 1.4.

3. Підраховують величини $\alpha = 0.078$ і $B = 0.154$ для квітня за рівнянням записаним в табл.1.4. Для пункту Сербка $\alpha = 0.094$ і $B = 0.259$.

4. Приймають орієнтоване значення вологості на початок квітня $V_{1/IV} = 0,855$.

5. Визначають значення Φ для квітня за рівнянням, наведеним в табл. 1.4.

6. За значеннями B , Φ та $r = 2.0$ за графіками (дод. Г) знаходять V_{cp} Для Сербки $B = 0.154$, $\Phi = 0.933$, $r = 2.0$ $V_{cp} = 0.845$.

7. Обчислюють вологість ґрунту на кінець розрахункового інтервалу часу $V_2 = 2V_{cp} - V_1 = 0.835$, значення якого заносять у графу кінця квітня, тобто на початок травня.

8. Приймаючи V_1 на початок травня однаковим із V_2 на кінець квітня, тобто $V_1 = 0.735$ і заносять у графу травня і т.д.

9. Якщо наприкінці розрахункового періоду (XI-III місяці), тобто наприкінці березня вийде вологість, яка відрізняється від $V_{1/IV} = 0.855$, то розрахунок повторюють (друге наближення), починаючи від того значення, що отримане в кінці розрахунку. В даному прикладі $V_{1/IV} = 1.155$ доти, доки величина $V_{1/IV}$ не буде дорівнювати $V_{31/III}$ ($V_1 = 1.155$, $V_2 = 1.155$).

10. Якщо $V_1 = V_2$ (друге наближення), тоді розраховують ресурси зволоження підраховують для кожного місяця $H_i = P_1 + W_{н.в}(V_1 - V_2)$.

11. Після цього беруть величину V_{cp} отриману для другого наближення підносять до степеня r . Взагалі надалі потрібно користуватися лише даними отриманими для **другого наближення**.

12. За величиною V_{cp}^r знаходять β_E за графіком (дод. Д).

13. Обчислюють сумарне випаровування E_i для кожного місяця за формулою, наведеною в табл.1.4.

14. Річне значення сумарного випаровування розраховують за формулою:

$$E_z = E_{\max} \left[1 + \left(\frac{H}{E_{\max}} \right)^n \right]^{-\frac{1}{n}} = 983 \left[1 + \left(\frac{499}{983} \right)^{-3} \right]^{-\frac{1}{3}} = 484 \text{ мм/год.} \quad (1.23)$$

15. Величину стоку Y для кожного періоду знаходять як різницю:

$$Y = H_i - E_i. \quad (1.24)$$

16. Загальну потребу у воді розраховують за виразом:

$$V_{ont}^r E_{\max_i}. \quad (1.25)$$

17. Дефіцит (недостачу) зволоження при заданому рівні оптимальності V_{ont} для даної культури знаходять за формулою:

$$m_{oi} = V_{ont}^r E_{\max_i} - P_1. \quad (1.26)$$

18. Для визначення ординат інтегральної (сумарної) кривої ці дані додають з наростаючим підсумком.

За даними дефіциту зволоження будують інтегральну (сумарну) криву за найбільшим отриманим значенням (дод. З).

19. На карті ізоліній (дод. Ж) знаходять середню багаторічну зрошувальну норму за період травень-серпень при $V_{onm} = 1$, що дорівнює $M_{V-VIII}^{V_{onm}=1} = 380$ мм.

20. За табл. 1.2 за період вегетації IV-IX знаходять $A=1.36$, $B=0$, $C=420$, $D=40$. Тоді за формулою (1.18) визначають середню зрошувальну норму:

$$M_{IX}^{V_{onm}=0.80} = (1.36 \cdot 0.80) \cdot 380 - 420(1 - 0.80) + 40 = 290 \text{ мм.}$$

21. Визначаємо помилку розрахунків і формули. В даному випадку помилка розрахунків і формули складає

$$\delta \bar{M} = \frac{290 - 273}{273} 100 = 6.2\%.$$

22. Знаходять коефіцієнт варіації зрошувальної норми за формулою (1.19):

$$C_{V_{\bar{M}_t}} = \frac{100 \cdot 0.80}{290} = 0.276.$$

23. Знаходять зрошувальну норму заданої забезпеченості за формулою (1.20) та табл. 1.3.

24. На основі проведених розрахунків формуються висновки.

25. Надаються відповіді до теоретичних питань за цією темою.

Таблиця 1.4 – Розрахункова таблиця зволоженості території (грунт – суглинистий чорнозем, $r = 2,0; n = 3,0$)

Елементи розрахунку		Місяці							Рік	
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI-III
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Водний баланс										
P_1 , мм		35	42	72	47	45	30	37	191	499
E_{\max_i} , мм		69	116	156	207	187	117	51	80	983
$a = \frac{r}{r+1} \frac{P_1}{W_{н.б}}$		0,078	0,094	0,161	0,105	0,100	0,067	0,083	0,427	
$B = \frac{r}{r+1} \frac{E_o}{W_{н.б}}$		0,154	0,259	0,248	0,462	0,418	0,261	0,114	0,179	
I	V_1, V_2	0,855	0,835	0,735	0,725	0,545	0,475	0,485	0,545	1,155
	$\Phi = V_1 + a$	0,933	0,925	0,906	0,830	0,645	0,542	0,568	0,972	
	V_{cp}	0,845	0,790	0,780	0,635	0,510	0,480	0,515	0,850	
II	V_1, V_2	1,155	0,985	0,825	0,825	0,595	0,545	0,505	0,575	1,155
	$\Phi = V_1 + a$	1,233	1,079	0,986	0,930	0,695	0,612	0,588	1,002	
	V_{cp}	1,070	0,890	0,825	0,710	0,570	0,525	0,540	0,865	
$H_i = P_1 + W_{н.б}(V_1 - V_2)$		85	90	72	116	60	42	16	17	499
V_{cp}^r		1,145	0,792	0,680	0,504	0,325	0,276	0,292	0,748	
β_E		0,860	0,700	0,630	0,500	0,320	0,275	0,290	0,670	

Продовження таблиці 1.4

Елементи розрахунку	Місяці								Рік
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E_i = E_{\max_i} \beta_E$	59	81	98	104	60	32	15	54	484
Y	27	9	0	12	0	10	1	0	
2. Загальна потреба в воді									
$V_{onm}^r E_{\max_i} = 0.80^2 E_{\max_i}$ $= 0.64 E_{\max_i}$	44	74	100	132	119	75	33	51	628
3. Дефіцит зволоження									
$m_{oi} = V_{onm}^r E_{\max_i} - P_1$	9	32	28	85	74	45	-4	122	
4. Ординати сумарної кривої									
$\sum m_{oi}$	9	41	69	154	228	273	269		

Запитання для самоперевірки

1. Як відбувається зміна водного балансу суші внаслідок меліорації?
2. Рівняння водного і теплогоенергетичного балансу суші і його значення для обґрунтування необхідності в меліорації .
3. Основні складові рівняння водного балансу.
4. Які задачі вирішуються за допомогою методу водного балансу?
5. Схарактеризуйте рівняння водного балансу меліоративних систем при оптимальному режимі зрошення.
6. Які складові входять до прибуткової частини водного балансу?
7. Які складові входять до витратної частини водного балансу?
8. За якими вихідними даними можна збудувати інтегральну криву зволоження?
9. Дайте визначення зрошувальної норми.
10. Чим відрізняється зрошувальна норма брутто від зрошувальної норми нетто?
11. Надайте визначення коефіцієнту транспірації.
12. Як визначається оптимальне водоспоживання рослини?
13. Як визначається зрошувальна норма заданої забезпеченості?
14. Які вихідні дані потрібні для розрахунку зрошувальної норми?

ТЕМА 2: «Визначення поливної норми нетто та брутто»

Ця робота виконується на вихідних даних попередньої практичної роботи і є її продовженням, а також з використанням даних в дод. Л.

Мета заняття. Розрахувати поливні норми нетто та брутто і проаналізувати і розробити поливний режим для конкретного типу дощувальних машин за аналогією з розглянутим прикладом.

Поливна брутто-норма визначається за формулою:

$$m_{\text{бр}} = (r + 1) \frac{V_{\text{онт}} - V_{\text{мін}}}{1 - \eta_{Y_{\text{онт}}}} W_{\text{н.в}}, \quad (2.1)$$

де $m_{\text{бр}}$ – поливна брутто-норма, мм;

$W_{\text{н.в}}$ – найменша вологомісткість розрахункової глибини промочування ґрунту, мм (300 мм).

Поливна нетто-норма визначається за формулою:

$$m_{\text{нет}} = m_{\text{бр}} (1 - \eta_{Y_{\text{онт}}}). \quad (2.2)$$

Значення $\eta_{Y_{\text{онт}}}$ обирається з табл. 1.1 залежно від значення r .

Глибина промочування ґрунту призначається в залежності від розвитку кореневої системи (для даної роботи обираємо 1м).

Число поливів, встановлюється по середній за вегетаційний період поливній нормі:

$$N = \frac{M_{p\%}}{m_{\text{бр}}}. \quad (2.3)$$

Зрошувальна норма заданої забезпеченості обирається з попередньої

роботи.

Спосіб зрошення вибирають в залежності від кліматичних, ґрунтових, гідрогеологічних умов і біологічних особливостей розвитку кореневої системи рослин з обліком водогосподарчої й економічної забезпеченості господарства і району .

Порядок виконання роботи:

1. Якщо застосовують поверхневий полив $m_{\bar{p}}$ визначають за формулою 2.1 за такими даними $V_{\text{онм}} = 0,8$; $V_{\text{min}} = 0,7$; $\eta_{Y_{\text{онм}}} = 0,072$; $W_{\text{н.в}} = 300$ мм (табл.1.1).

Потім розраховуємо $m_{\bar{p}}$ для різних шарів промочування і заносимо в табл. 2.1 .

Таблиця 2.1 – Поливні брутто-норми

Шар пром. h , см	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$W_{\text{н.в}}$, мм	60	90	120	150	180	210	240	270	300
$m_{\bar{p}}$, мм									97,2
З округлен.									100

2. Використовуючи дані попередньої роботи (зрошувальні норми 5 %, 25 %, 50 %) розраховуємо за формулою 2.3 кількість поливів для всіх шарів промочування: 20, 30, 40,

Відзначають в якому випадку спостерігається найбільша кількість поливів, а в якому найменша і чому?

3.Тривалість між поливного періоду визначаємо за формулою

$$t_n = m_{\bar{p}} - \Delta W / V_{\text{онт}} \cdot E_{\text{max}} \cdot \quad (2.4)$$

Максимально можливе випаровування E беремо з попередньої роботи для квітня, травня і червня місяця. Проводимо порівняння де найбільша тривалість поливу, а в якому випадку найменша і чому.

$m_{\bar{p}}$ для порівняльного розрахунку беремо для шару промочування 50,70 та 100 см.

4. Тривалість поливного періоду при використанні поверхневого поливу визначаємо за формулою:

$$t = l \cdot m_{\bar{p}} / 3.6 \cdot q \cdot n, \quad (2.5)$$

де l – доля участі культури в сівозміні;

q – розрахунковий гідромодуль, л/с га;

n – час роботи на поливі за добу, год.

Всі необхідні дані наводяться в індивідуальному завданні кожному студенту(дод.Л).

5. Якщо обирається спосіб поливу дощування, то тривалість поливів дощуванням сільськогосподарських культур, що вирощуються у сівозміні, розраховується за формулою:

$$t_o = \frac{m_{\bar{p}} \omega}{3.6 Q n_o k_{cm}}, \quad (2.6)$$

де ω – площа поля, зайнята даною культурою, га;

Q – витрата дощувальної машини, л/с;

n_o – час роботи машини на поливі протягом доби, година;

k_{cm} – коефіцієнт використання робочого часу (змінний).

Всі необхідні дані для розрахунку за цією формулою надаються індивідуально студенту (дод.Л)

6. Поливні норми, характерні для проектного режиму зрошення

сіськогосподарських культур дощуванням, повинні подаватися з такою умовою, щоб на поверхні ґрунту не створювався суцільний шар води. При виконанні цієї умови для запобігання утворення калюж і поверхневого стоку води по загальному ухилу поля. Як показник безнапірної водонепроникності ґрунтів можна використовувати комплексний параметр P' , який визначається за формулою

$$P' = m_{бр} \sqrt{\rho} e^{0.5d_o} = m_{бр} P^*, \quad (2.7)$$

де ρ – середня для конкретної дощувальної машини інтенсивність дощу, мм/хв;

e – підстава натуральних логарифмів;

d_o – оптимальний діаметр крапель дощу, рівний 1-3 мм.

У табл.2.2 приведені теоретичні значення показника P' при середніх значеннях величин ρ , d_o і для різних поливних брутто-норм.

Таблиця 2.2 – Значення параметра P'

Марка дощувальної машини	Середні значення			Значення параметра P' при $m_{бр}$, мм				
	ρ , мм/хв	α_o , мм	P^*	20	30	40	50	60
Centerliner 168 CLS	0,28	2,20	0,72	14	22	29	36	43
ДМ – 454-100 Фрегат	0,30*	1,50	0,80	16	24	32	40	48
ДДА – 100 МА	2,50	1,50	1.27	25	38	51	64	76

За параметром P' ґрунти класифікуються в такий спосіб:

Безнапірна фільтрація при:

- $P' < 10$ – дуже слабка, ґрунт – важка глина;
- $10 < P' < 30$ – слабка, ґрунт – важкі суглинки;
- $30 < P' < 60$ – середня, ґрунт – середні суглинки;
- $60 < P' < 90$ – висока, ґрунт – легкі суглинки і супесі;
- $P' < 90$ – дуже висока, ґрунт – піщаний.

Визначають на яких ґрунтах відбувається полив відповідно до розрахунків за формулою 2.7 для того, щоб прийняти рішення чи потрібно збільшувати поливну норму на 10 % чи ні. Надаються пояснення та розрахунки.

7. Але фактична тривалість дощування t_{ϕ} різними дощувальними машинами повинна враховувати інтенсивність дощу і визначатися по поливній нормі $m_{\phi p}$ і середній інтенсивності дощу ρ за формулою, хв:

$$t_{cp} \leq \frac{m_{\phi p}}{\rho}. \quad (2.8)$$

Ці розрахунки заносять до табл. 2.3, де для прикладу наводяться розрахунки при поливі дощувальною машиною ДМ – 454-100 «Фрегат».

Таблиця 2.3 – Тривалість дощу t_i , хвилини

Тип машини	ρ , мм/хв	при $m_{\phi p}$, мм								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Фрегат	0,30	67	100	134	167	200	236	267	300	333

Студенту надається можливість проаналізувати і розробити поливний режим для конкретного типу дощувальних машин за аналогією з розглянутим прикладом.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть найбільш поширені види поливів, їх особливості, умови застосування.
2. Надайте визначення поливної норми нетто й її відмінність від норми брутто.
3. Від яких чинників залежать розміри поливної норми?
4. В чому різниця між зрошувальною і поливною нормою.
5. За якими критеріями визначають тривалість міжполивного періоду.
6. Назвіть основні способи зрошення.
7. Дайте визначення поверхневого способу поливу.
8. Дощування як спосіб поливу, його характеристики.
9. Які недоліки і переваги дощування?
10. Надайте характеристику основних видів дощувальних машин.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гопченко Є.Д., Кічук Н.С. Меліоративна гідрологія: конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2016. 126 с.
2. Гопченко Є.Д., Гушля А.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. Київ: ІСДО. 1994. 296 с.
3. Бефані А.М. Сучасні проблеми меліоративної гідрології: навчальний посібник. Київ: ТЕС, 1998. 82 с
4. Жернов І.Є., Солдак А.Г., Куц П.Ю., Гриза О.О Меліоративна гідрологія. Київ: Вища школа, 1972. 332 с.
5. Лозовіцький П.С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів: навчальний посібник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 276 с.

ДОДАТКИ

Додаток А – Середні багаторічні опади з поправками до опадоміру (P_I)

Станція	Місяці												ΣP_I	$\Sigma P_{зим}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Любашівка	33	36	33	34	52	71	52	52	38	36	38	37	512	177
Затишся	31	36	29	33	50	74	46	44	32	40	38	43	496	177
Сербка	39	36	34	35	42	72	47	45	30	37	38	44	499	191
Роздільна	31	36	29	33	50	72	45	44	32	39	37	43	491	176
Одеса, АМСГ	47	42	31	32	38	52	38	34	31	41	43	48	477	211
Білгород-Дністровський	41	38	30	31	39	64	39	34	27	29	39	47	458	195
Сарата	33	35	26	34	52	72	39	39	30	31	33	41	465	168
Приморське	40	36	27	28	34	56	35	35	25	27	36	45	419	184
Вилкове	41	38	31	33	38	51	37	37	28	42	44	52	469	206
Ізмаїл	38	37	34	35	52	57	46	46	31	33	37	45	479	191
Кагул	34	34	31	39	56	69	56	56	30	30	42	41	512	182
Тирасполь	30	32	24	36	47	72	52	52	36	34	38	44	493	168
Первомайськ	43	44	35	41	41	61	49	49	36	38	44	47	540	213

Додаток Б – Середня багаторічна температура повітря (t , °C)

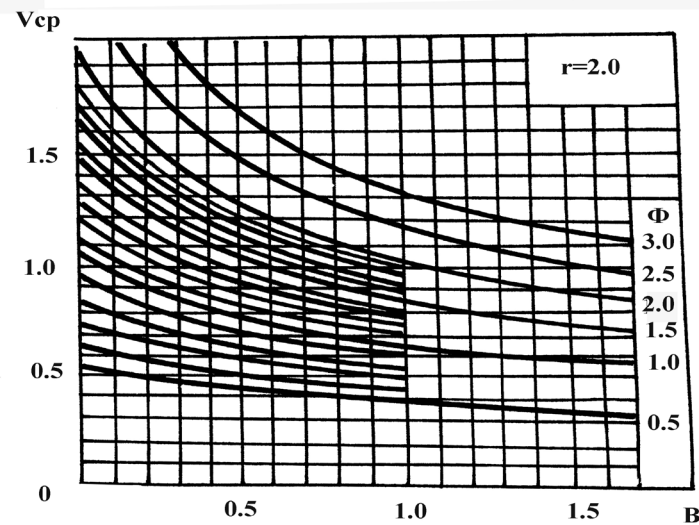
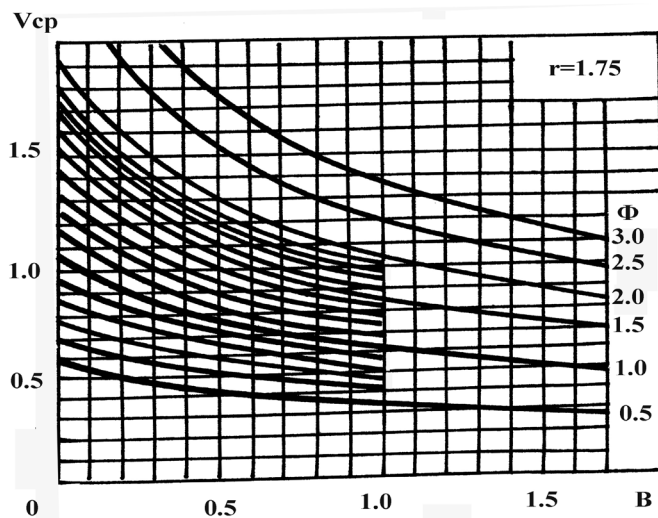
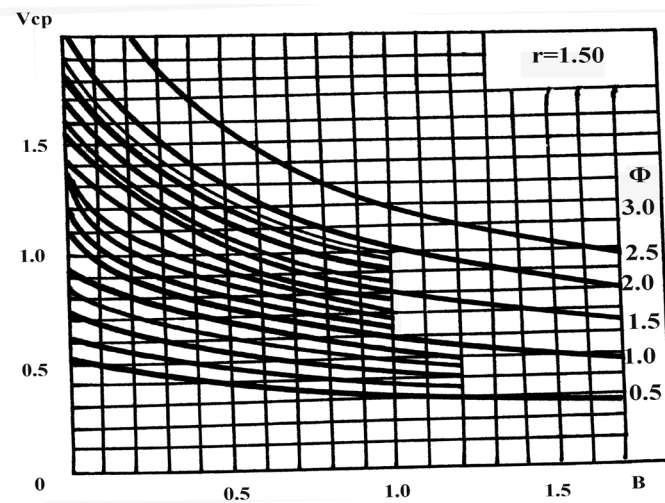
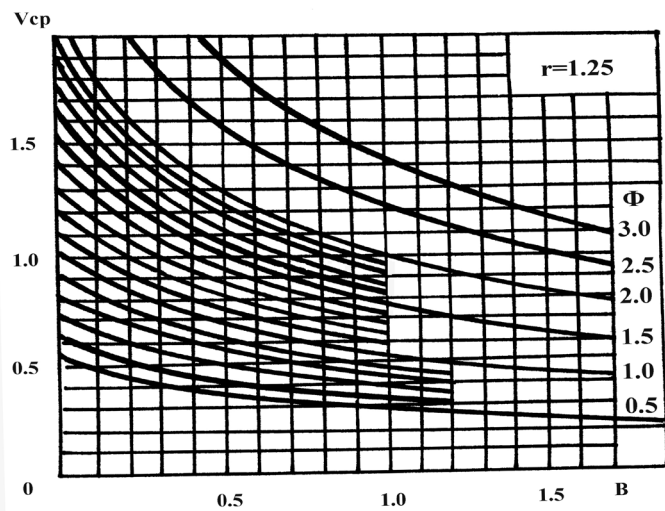
Станція	Місяці							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Любашівка	8.1	15.0	18.4	21.0	20.2	15.2	8.9	2.3
Затишшя	8.5	15.4	18.7	21.3	20.6	15.8	9.4	2.8
Сербка	8.8	15.7	19.6	22.6	21.4	16.2	9.9	3.6
Роздільна	8.9	15.6	19.5	22.1	21.2	16.2	10.1	3.6
Одеса, АМСГ	8.7	15.4	19.6	22.3	21.3	16.3	10.4	4.5
Білгород-Дністровський	9.2	16.1	20.4	22.9	22.0	17.4	11.6	5.4
Сарата	9.1	15.8	19.8	22.4	21.4	16.4	10.8	5.1
Приморське	8.3	14.9	19.6	22.4	21.6	17.3	11.9	6.1
Вилкове	9.5	15.8	20.0	22.4	21.6	17.1	11.8	6.5
Ізмаїл	10.2	16.3	20.1	22.9	22.0	17.6	11.8	5.8
Кагул	10.2	16.2	19.6	21.8	21.1	16.5	10.6	4.7
Тирасполь	9.7	16.2	19.5	22.0	21.0	16.2	10.3	4.2
Первомайськ	8.6	15.4	19.0	21.4	20.6	15.6	9.2	2.6

Додаток В – Середньомісячні та сумарні дефіцити вологості повітря (d_i , ГПа)

Станція	Місяці												Σd_i
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Любашівка	0.5	0.6	1.2	4.6	7.5	9.4	11.1	10.5	6.7	3.0	1.0	0.6	56.7
Затишшя	0.6	0.6	1.4	4.7	7.5	9.5	11.7	10.7	7.0	3.0	1.0	0.6	58.3
Сербка	0.6	0.8	1.6	4.6	7.7	10.4	13.8	12.6	7.8	3.4	1.2	0.7	65.4
Роздільна	0.6	0.7	1.7	4.8	7.5	9.7	12.7	11.0	7.2	3.2	1.7	0.8	61.6
Одеса, АМСГ	0.6	0.8	1.6	4.0	6.6	9.3	12.4	11.0	6.7	3.3	1.3	0.8	58.4
Білгород-Дністровський	0.8	0.9	1.6	3.9	6.4	8.6	11.0	10.0	6.7	3.2	1.4	0.8	55.3
Сарата	0.8	1.0	1.9	4.5	7.0	9.3	11.8	11.0	7.2	3.5	1.6	0.8	60.4
Болград	0.8	1.1	2.2	5.0	7.6	9.9	12.8	12.0	7.7	3.9	1.6	1.0	65.6
Приморське	0.9	1.1	1.8	3.1	5.3	8.1	10.6	8.8	6.1	3.1	1.6	1.0	51.5
Вилкове	0.9	1.1	1.8	3.5	5.3	7.2	8.9	7.8	5.4	3.0	1.6	1.0	47.5
Ізмаїл	0.8	1.2	2.2	4.4	6.9	9.4	12.1	10.6	7.1	3.7	1.8	1.1	61.3
Кагул	0.8	1.1	2.3	5.5	7.8	9.2	10.9	10.7	7.4	3.9	1.7	0.9	62.2
Тирасполь	0.8	1.0	2.1	5.4	8.3	10.2	12.2	11.0	7.0	3.4	1.5	0.8	63.7
Первомайськ	0.6	0.7	1.4	5.0	7.9	10.2	11.8	11.8	11.5	7.1	3.1	1.1	60.7
Вознесенськ	0.8	1.0	1.9	5.3	8.6	11.0	13.2	12.6	7.9	3.7	1.5	0.9	68.4
Тилігуло-Березанка	0.6	0.8	1.4	4.2	6.8	9.9	12.2	12.1	7.3	3.3	1.2	0.7	60.5

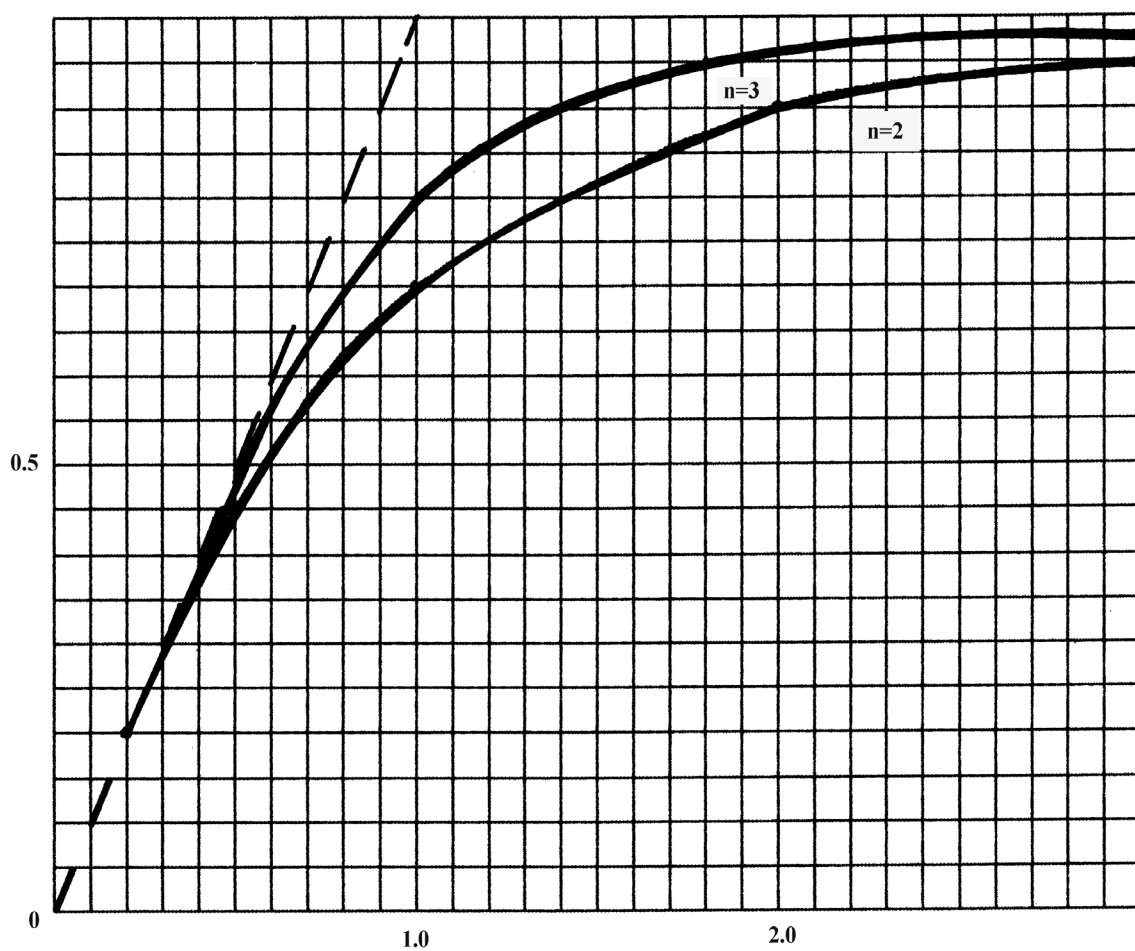
Додаток Г – Розрахункові графіки для визначення вологості ґрунту:

а) при $r=1,25$; б) при $r=1,50$; в) при $r=1,75$; г) при $r=2,00$



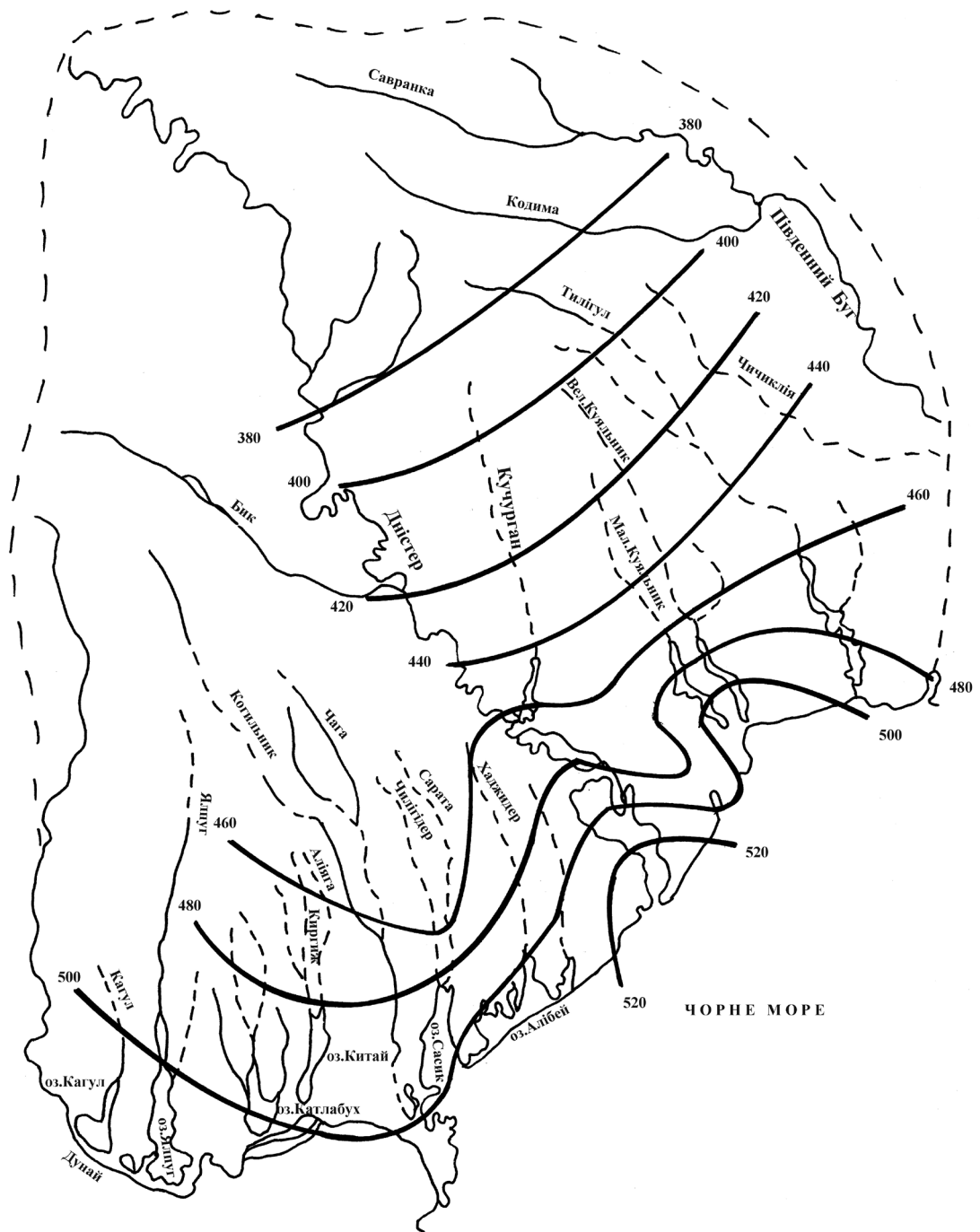
Додаток Д – Розрахункові графіки $\beta_E = V_{cp}^r$ при $n=2$ та

$n=3$.

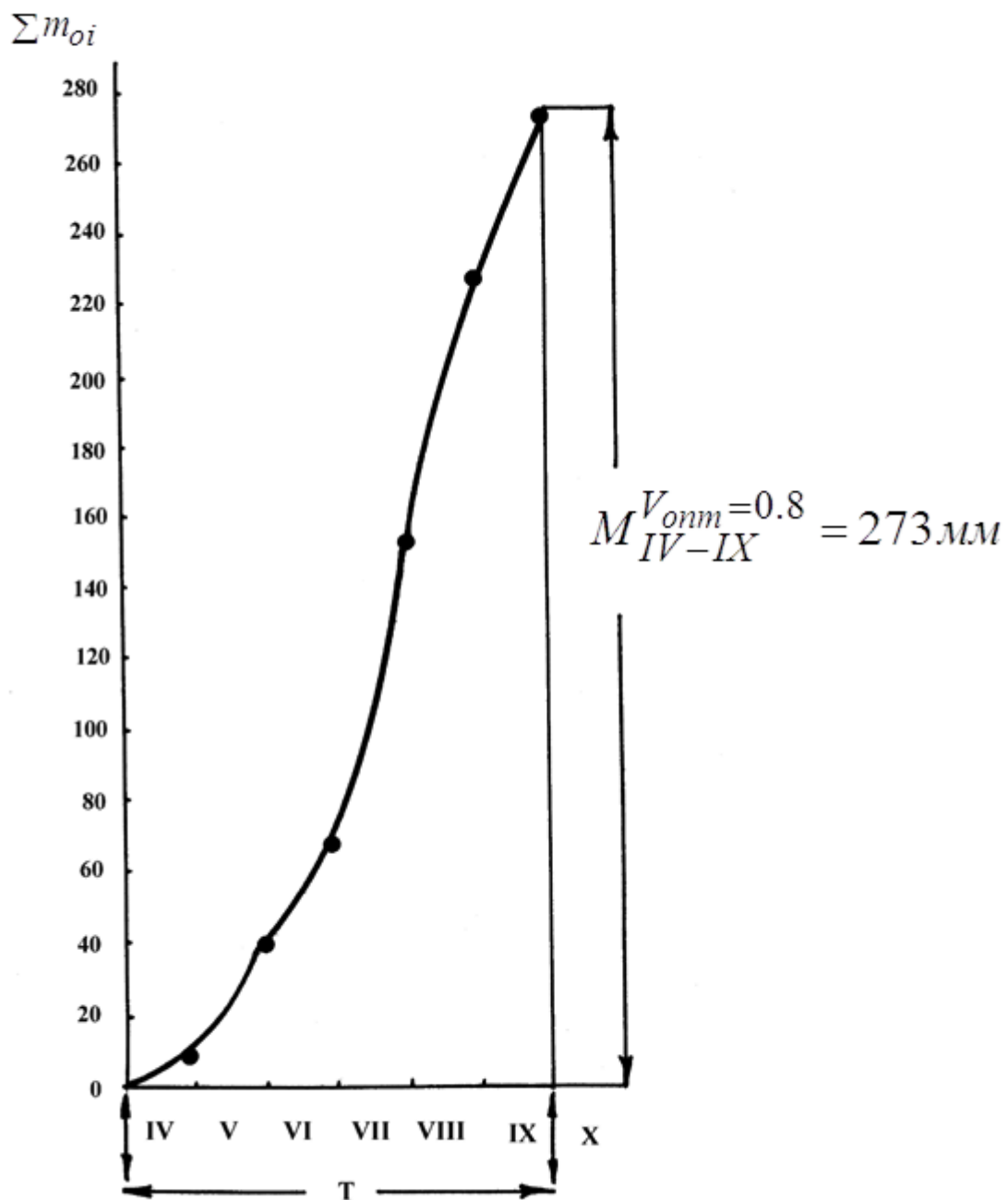


Додаток Ж – Карта ізоліній середніх багаторічних зрошувальних норм

періоду травень – серпень за умови $V_0 = 1$ та $M_{V-VIII}^{V_i=1}$



Додаток 3 – Сумарна (інтегральна) крива дефіцитів зволоження



Додаток К – Варіанти до виконання теми №1 практичної роботи

Варіант 1

1. Класифікація меліорацій: теплові та водні.
2. Які основні складові рівняння водного балансу?
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Любашівка (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 2

1. Зміна водного режиму ґрунту внаслідок меліорації.
2. Які складові входять до прибуткової частини водного балансу?
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Затишшя (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 3

1. Екологічні наслідки зрошення.
2. Рівняння водного балансу при надлишковій водоподачі й оцінка його компонентів.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Роздільна (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 4

1. Оцінка природного зволоження території.
2. Математична модель ґрунтового випаровування.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання

зрошувальних норм для пункту Одеса (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 5

1. Вплив зрошення на процеси стоку та їх зв'язок із меліоративними системами.
2. Моделі інфільтрації в ґрунт на природних і меліорованих схилах.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Білгород-Дністровський (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 6

1. Зміна водного режиму ґрунту внаслідок меліорації.
2. Рівняння водного балансу меліоративних систем при оптимальному режимі зрошення.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Сарата (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 7

1. Зрошувальна система, її елементи і принцип побудови.
2. Інфільтрація на зрошуваних землях України.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Приморське (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В)

Варіант 8

1. Види заболочування і перезволоження ґрунтів.
2. Трансформація повеней на системах, які осушують меліоративні ґрунти.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання

зрошувальних норм для пункту Вилкове (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Варіант 9

1. Установлення оптимального режиму зрошення.
2. Вибір параметрів інфільтрації при розрахунку норм зрошення, тривалості поливу і максимального зливогого стоку.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Ізмаїл (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В)

Варіант 10

1. Кліматична норма ґрунтової вологості і способи її визначення.
2. Залежність ґрунтового випаровування від вологості ґрунту.
3. Розрахувати водний баланс і визначити розміри водоспоживання зрошувальних норм для пункту Первомайськ (вихідні дані наведені в додатках А, Б, В).

Додаток Л – Варіанти до виконання теми №2 практичної роботи

Варіант 1

Розрахувати поливні норми, число поливів якщо:

1. Господарство має семипільну сівозміну-
 1. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
 2. Люцерна
 3. Люцерна
 4. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
 5. Кукурудза на силос
 6. Осимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на силос
 7. Кукурудза на зерно
2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 50 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДДА-100 МА;
4. Витрата дощувальної машини складає 130 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) – 0,77
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га
8. Час роботи на поливі за добу 16, год.

Варіант 2

1. Господарство має шестипільну сівозміну-
 1. Люцерна
 2. Люцерна
 3. Томати
 4. Томати
 5. Перець солодкий
 6. Картопля рання з підсівом люцерни
2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 40 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною Centerliner 168 CLS;
4. Витрата дощувальної машини складає 64 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,67;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 3

Господарство має семипільну сівозміну-

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Томати
4. Томати
5. Баклажани
6. Морква
7. Картопля рання + літній посів люцерни

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 55 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною Centerliner 168 CLS;
4. Витрата дощувальної машини складає 64 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,67;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 4

1. Господарство має девятипільну сівозміну-

1. Люцерна
2. Люцерна
3. Озима пшениця
4. Кукурудза на силос
5. Озима пшениця
6. Кукурудза на силос
7. Озима пшениця
8. Кукурудза на силос
9. Яровий ячмінь з підсівом люцерни

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 55 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДМ-454-100 Фрегат;
4. Витрата дощувальної машини складає 100 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,87;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 , год.

Варіант 5

1. Господарство має шестипільну сівозміну-

- 1.Зернобобові на зелений корм + літній посів люцерни
2. Люцерна
- 3.Люцерна
4. Кукурудза на силос
5. Озимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на зелений корм + літній посів люцерни
- 6.Люцерна

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 75 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДМ-454-100 Фрегат;
4. Витрата дощувальної машини складає 100 л/с;
- 5.Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
- 6.Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,87;
- 7.Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 6

. Господарство має п'ятипільну сівозміну-

- 1.Люцерна
- 2.Люцерна
- 3.Озима пшениця
4. Осима пшениця + кукурудза на зелений корм
5. Горох на зерно + просо на зерно

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 80 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДМ-454-100 Фрегат;
4. Витрата дощувальної машини складає 100 л/с;
- 5.Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
- 6.Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,87
- 7.Розрахунковий гідромодуль 0,3 , л/с га
8. Час роботи на поливі за добу 16 , год.

Варіант 7

1. Господарство має шестипільну сівозміну-

- 1.Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
2. Люцерна
3. Люцерна

4. Озима пшениця + злакобобові на зелений корм
 5. Цукрові буряки
 6. Осимі злакобобові на зелений корм + кукурудза на силос
-
2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 60 га;
 3. Полив виконується дощувальною машиною ДДА-100 МА;
 4. Витрата дощувальної машини складає 130 л/с;
 5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
 6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) – 0,77;
 7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
 8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 8

1. Господарство має п'ятитипільну сівозміну-
 1. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм
 2. Люцерна
 3. Люцерна
 4. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
 5. Кукурудза на силос
2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 85 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДДА-100 МА;
4. Витрата дощувальної машини складає 130 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) – 0,77;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 9

1. Господарство має восьмитипільну сівозміну-
 1. Люцерна
 2. Люцерна
 3. Озима пшениця
 4. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм
 5. Горох на зерно + просо на зерно
 6. Озима пшениця
 7. Кормові коренеплоди
 8. Люцерна під покривом кукурудзи на зелений корм

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 80 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДМ-454-100 Фрегат;
4. Витрата дощувальної машини складає 100 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) -0,87;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

Варіант 10

1. Господарство має восьмипільну сівозміну-

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

2. Площа поля, занятого сільськогосподарською культурою складає 50 га;
3. Полив виконується дощувальною машиною ДДА-100 МА;
4. Витрата дощувальної машини складає 130 л/с;
5. Час роботи дощувальної машини на поливі протягом доби – 16 годин;
6. Коефіцієнт використання робочого часу (змінний) – 0,77;
7. Розрахунковий гідромодуль 0,3 л/с га;
8. Час роботи на поливі за добу 16 год.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ
З ДИСЦИПЛІНИ «МЕЛІОРАТИВНА ГІДРОЛОГІЯ»**

за темою
*Розрахунки основних елементів водного балансу,
зрошуваної норми, поливної норми*

Укладач: к.геогр.н., доц. Кічук Наталія Сергіївна

Електронна версія © Кічук Н. С.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по виконанню практичних завдань з дисципліни "Меліоративна гідрологія" за темою «Розрахунки основних елементів водного балансу, зрошуваної норми, поливної норми» для студентів 3-го року денної та заочної форм навчання

Укладач: Кічук Н.С.
