

Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський державний технічний університет

Кафедра загального землеробства

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МЕЛІОРАЦІЯ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для
здобувачів ОПП 201 «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»
освітнього ступеню «Бакалавр» денної форми навчання

КРОПИВНИЦЬКИЙ - 2022

Сільськогосподарська меліорація / Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ОПП 201 «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» освітнього ступеню «Бакалавр» денної форми навчання. // Кулик Г.А. Малаховська В.О. - Кропивницький: ЦНТУ, 2022. - 59 с.

Укладачі: КУЛИК Г.А., к.с.-г.н., доцент кафедри загального землеробства
МАЛАХОВСЬКА В.О., викладач кафедри загального землеробства

Рецензент: Васильковська К.В. к.т.н., доцент кафедри загального землеробства

Затверджено на засіданні кафедри загального землеробства.

Протокол № 4 від 29.09.2022р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Складові елементи зрошувальної системи	5
2. Розрахунок режиму зрошення сільськогосподарських культур	7
3. Розрахунок і будівництво ставка	17
4. Складання графіків поливів сільськогосподарських культур	24
5. Визначення потреби в дощувальних машинах для господарства	35
6. Розрахунок осушувальної дії дренажу	39
7. Розрахунок показників економічної ефективності зрошення сільськогосподарських культур	44
8. Рекомендована література	48
Додаток 1. Технічні характеристики дощувальних машин	49
Додаток 2. Водно-фізичні властивості ґрунтів і глибина залягання ґрунтових вод	49
Додаток 3. Середньо-декадний дефіцит вологи повітря	49
Додаток 4. Декадні середньорічні опади	49
Додаток 5. Культури, для яких розраховується режим зрошення	50
Додаток 6. Коефіцієнт біологічних краях водоспоживання сільськогосподарськими культурами на півдні України	50
Додаток 7. Наближена тривалість вегетаційних періодів сільськогосподарських культур на півдні України	50
Додаток 8. Поправочні коефіцієнти до сумарного випаровування в залежності від гранулометричного складу ґрунту і рівня ґрунтових вод	51
Додаток 9. Наближені глибини активного розрахункового шару в різні фази розвитку сільськогосподарських культур	51
Додаток 10. Режим зрошення сільськогосподарських культур для років забезпеченістю 75% за дефіцитом водоспоживання при доброму ґрунтового екологічному стані земель	52
Додаток 11. Площа водного дзеркала, обмежена відповідної горизонталлю і водозбірна площа	56
Додаток 12. Площа водного дзеркала, обмежена відповідної горизонталлю і водозбірна площ	56
Додаток 13. Вихідні показники для розрахунку економічної ефективності зрошення сільськогосподарських культур.	57

ВСТУП

Сільськогосподарська меліорація — це система організаційно - господарських, соціально-економічних заходів для корінного поліпшення несприятливих природних (гідрологічних, ґрунтових, агрокліматичних) умов ефективного використання земельних ресурсів відповідно до потреб сільського господарства: підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур та забезпечення стабільності сільськогосподарського виробництва.

Регіон, який обслуговує Центральноукраїнський національний технічний університет, охоплює ґрунтово – кліматичні зони Степу та Лісостепу. За умови зволоження клімат регіону змінюється від слабо посушливого степового атлантико – континентального до помірного лісового атлантико – континентального. Внаслідок нестійкого та недостатнього зволоження регіон відносять до зони ризикованого землеробства.

Перед випускниками – агрономами можуть виникнути питання щодо планування меліоративних заходів в умовах господарства, економічної доцільності зрошення та інших агротехнічних, лісотехнічних меліоративних заходів. Завданням даної розробки є методичне забезпечення курсу сільськогосподарської та лісотехнічної меліорації для студентів спеціальності 201 Агрономія.

В методичних вказівках у формі практичних робіт розглянуто частину заходів, які найчастіше проводяться в умовах регіону, де знаходиться Центральноукраїнський національний технічний університет.

1.СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Завдання: Вивчити склад зрошувальної системи. Дати технічні характеристики дощувальних машин.

Вихідні дані: Схеми зрошувальних систем та їх елементи. Технічні характеристики дощувальних машин: ДДН – 70, ДДН – 100, ДДА - 100МА, ДМУ "Фрегат", ДФ-120, "Днепр".

Загальні відомості

Зрошення – це штучне зволоження ґрунту, його застосовують коли природне зволоження недостатнє для отримання високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур

Зрошувальна система – це земельна територія обладнана комплексом гідротехнічних і допоміжних споруд та пристроїв для проведення зрошення. Схеми зрошувальної системи наведені на (рис.1):

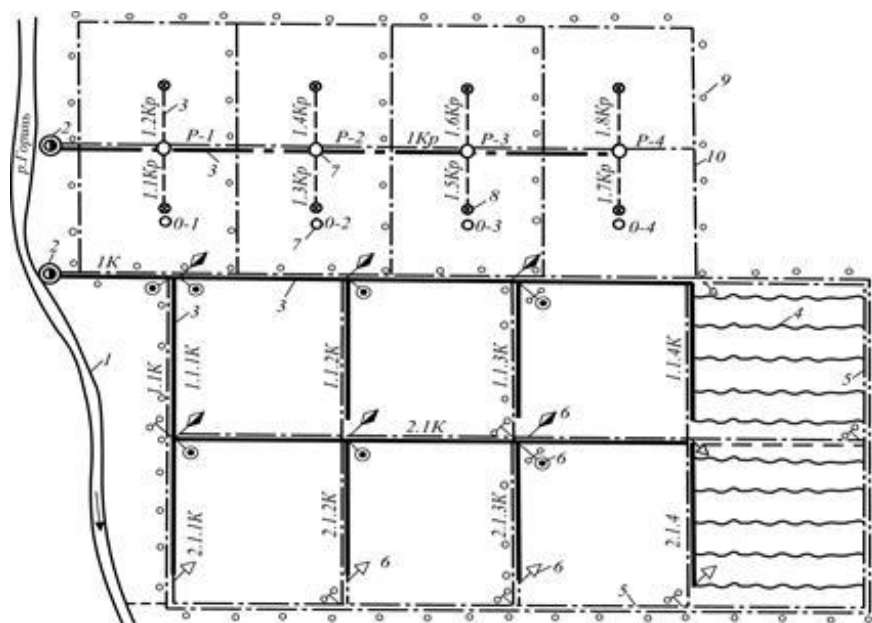


Рис. 1. Схема зрошувальної системи

1 - джерело зрошування, тобто водний об'єкт який забезпечує необхідний обсяг води належної якості в установлені стоки для зрошування сільськогосподарських культур (річка, ставок, озеро, підземні води;

2 - водозабірна споруда (здебільшого насосна станція), яка подає воду з джерела до каналу або трубопроводу;

3 - провідна зрошувальна мережа призначена для подавання води в регульовальну мережу;

4 - регульовальна зрошувальна мережа, що призначена для безпосереднього подавання води у ґрунт;

5 - дренажно-скидна мережа, що призначена для збирання та відведення зайвих поверхневих, а також і дренажних вод;

6 - гідротехнічні споруди, призначені для регулювання витрати, швидкості руху і рівнів води у каналах;

7 - споруди на закритій зрошувальній мережі (розподільні і спорожнювальні колодязі);

8 - арматура на закритій зрошувальній мережі (вантузи, протиударні пристрої);

9 - лісові смуги, що запобігають шкідливому впливу вітру;

10 - дороги, необхідні для здійснення експлуатаційних заходів, підвезення насіння, добрив, вивезення врожаю;

11 - пристрої автоматики, зв'язку;

12 - виробничі будівлі польові і господарські шляхи;

Зрошувальні системи класифікують:

за характером водозабору — самоплинні, з механічним водопідйомом;
за конструкцією провідної мережі — відкриті (канали, лотки), закриті (підземні трубопроводи) і комбіновані (більш крупні елементи — відкриті, останні - закриті);

за способом поливу — системи поверхневого поливу, дощувальні, рисові (по чеках), крапельного та внутріґрунтового зрошення.

Зрошувальна система, яка обслуговує одне господарство, називається внутрішньогосподарською, а два і більше – міжгосподарською. Земельна територія зрошувальної системи підрозділяється на зрошувальну площу нетто і брутто.

Площа зрошуваного масиву, яка безпосередньо зайнята посівами сільськогосподарських культур або насадженнями, називається площею нетто ($F_{\text{нт}}$). Площа зрошення нетто разом з площею, зайнятою каналами, спорудами, шляхами, лісосмугами, будівлями і непридатними для зрошення ділянками називається площею брутто ($F_{\text{бр}}$).

Відношення зрошуваної площі нетто до площі брутто називається коефіцієнтом земельного використання ($K_{\text{з.в.}}$).

$$K_{\text{з.в.}} = F_{\text{нт}} : F_{\text{бр}} \quad (1.1)$$

Порядок виконання роботи

1. Вивчити схеми та елементи зрошувальної системи та їх призначення.
2. Навести технічні характеристики дощувальних машин (дод.1)
3. На креслярському папері накреслити схему зрошувальної системи з її елементами та тимчасовою мережею.

Звіт про роботу

Звіт подається у вигляді накресленої на папері схем зрошувальної системи і пояснювальної записки до неї. В пояснювальній записці дається коротка характеристика елементів зрошувальної системи.

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Завдання: Опанувати методикою розрахунків: а) водоспоживання сільськогосподарських культур; б) зрошувальної норми; в) строків поливу; г) норм поливу.

Вихідні дані: Водно-фізичні властивості ґрунтів, середньодакдні дефіцити вологи повітря та кількість опадів сільськогосподарських культур (дод.2-5).

Загальні положення

Режим зрошення - це сукупність зрошувальної та поливних норм, кількості і строків поливів, які забезпечують оптимальний для даної культури

водний та повітряний режим кореневмісного шару ґрунту при даних погодних і агротехнічних умовах.

Режим зрошення сільськогосподарської культури включає визначення: загального водоспоживання, зрошувальної і поливної норми, визначення строків і кількості поливів з урахуванням ґрунтово-кліматичних, гідрологічних умов, біологічних особливостей рослини і її врожайності, способів і техніки поливу.

Водоспоживання, або сумарне випаровування сільськогосподарської культури - це основний елемент витрат водного балансу, який об'єднує витрати вологи на транспірацію рослин, на випаровування з поверхні ґрунту та випаровування вологи, затриманої після дощу рослинами.

Водоспоживання визначається за формулою:

$$E = U_{тр} + U_{нг} + U_{д}, \text{де (2.1)}$$

E - сумарне водоспоживання, м³/га;

$U_{тр}$ - транспірація рослинами ґрунтової вологи, м³/га;

$U_{нг}$ - випаровування з поверхні ґрунту, м³/га;

$U_{д}$ - випаровування вологи, затриманої після дощу поверхнею рослин, м³/га.

Дані про водоспоживання сільськогосподарських культур отримують різними методами, які об'єднують у такі групи:

- теоретичні, що ґрунтуються на фізичних законах випаровування і енергії (методи Пенмана, Тюрка та ін.).
- метеорологічні, коли водоспоживання функціонально пов'язане з метеорологічними факторами - температурою і відотною вологістю повітря (метод Іванова, Шарова, Лаурі - Джонсона).
- емпіричні, коли величину водоспоживання або окремі коефіцієнти визначають на підставі багаторічних досліджень (методи Костякова, Алпатьєва, Блейні і Кридла).

Найбільшого поширення набув біокліматичний метод проф. А.М. Алпатьєва та С.М. Алпатьєва, в основу якого покладено зв'язок

водоспоживання з дефіцитом вологості повітря і біологічними особливостями сільськогосподарських культур. Для обчислення використовують формулу:

$$E = K_6 \times \sum d, \text{ де } (2.2)$$

де E - водоспоживання, мм;

K_6 - біологічний коефіцієнт, для різних культур має різні величини і змінюється протягом вегетаційного періоду, мм/гПа або мм/мм.рт.ст. (дод.6);

$\sum d$ - сума середньодобових дефіцитів вологості повітря, гПа або мм.рт.ст.

За цим рівнянням можна визначити водоспоживання різних культур як за весь вегетаційний період, так і по окремих фазах росту або календарних періодах. Біологічні коефіцієнти (K_6) отримують за даними багаторічних спостережень за водоспоживанням культур, а також за даними метеорологічних спостережень за той самий період, зокрема за даними про дефіцит вологості.

Для наближених розрахунків величин водоспоживання Алпатьєв рекомендує $K_6 = 0,61$, якщо сума дефіцитів вологості повітря береться в міліметрах.

Таким чином, водоспоживання сільськогосподарських культур за весь вегетаційний період визначаються за формулою

$$E_c = 0,61 \times \sum d \times 10, \text{ де } (2.3)$$

E_c - сумарне водоспоживання м³/га

$\sum d$ - дефіцит вологості повітря в сумі за вегетаційний період, мм (дод. 3);

10 - коефіцієнт перерахунку з мм у м³/га.

Зрошувальна норма - це кількість води (м³/га), яку подають на зрошувальну ділянку, зайняту сільськогосподарською культурою, за весь вегетаційний період цієї культури.

Зрошувальна норма виражає загальну потребу у воді зрошуваної культури. Споживання води зрошуваною культурою задовольняється за

рахунок опадів, ґрунтових вод (при близькому їх заляганні) та за рахунок води яка поступає під зрошення.

Кількість води ($\text{м}^3/\text{га}$), що відповідає зрошувальній нормі, ще називають дефіцитом водного балансу.

Величина зрошувальної норми залежить від зрошуваної культури, погодних, ґрунтових і гідрогеологічних умов та норм поливу.

Зрошувальну норму нетто визначають за формулою

$$M_{нт} = E_c - 10 \times \mu \times O_n - (W_n - W_k) - W_z, \text{ де (2.4)}$$

$M_{нт}$ - зрошувальна норма нетто, $\text{м}^3/\text{га}$;

E_c - сумарне випаровування або водоспоживання культури, $\text{м}^3/\text{га}$;

10 - коефіцієнт переведення атмосферних опадів з мм у $\text{м}^3/\text{га}$;

μ - коефіцієнт використання опадів (для структурних ґрунтів беруть 0,8...0,9, для безструктурних - 0,4 ... 0,7);

O_n - кількість опадів за вегетаційний період, мм;

W_n - запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту на початку вегетаційного періоду, рівний запасу вологи при польовій (найменшій) вологості (НВ), $\text{м}^3/\text{га}$;

W_k - запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту, в кінці вегетаційного періоду, рівний запасу вологи при вологості розриву капілярного зв'язку (ВРК), $\text{м}^3/\text{га}$;

W_r - кількість вологи, що надходить у розрахунковий шар ґрунту по капілярах знизу від ґрунтових вод за вегетаційний період культури, $\text{м}^3/\text{га}$.

Кількість опадів за вегетаційний період визначають за даними додатку 4. Кількість опадів, запаси вологи в ґрунті та інші метеорологічні дані можна одержати на найближчій метеорологічній станції або з агрокліматичних довідників.

$$M_{бр} = M_{нт} / \text{ККД}, \text{ де (2.5)}$$

$M_{бр}$ - зрошувальна норма брутто, $\text{м}^3/\text{га}$;

$M_{нт}$ - зрошувальна норма нетто, $\text{м}^3/\text{га}$

ККД - коефіцієнт корисної дії, або використання води.

Кількість води, яка надходить по капілярах у розрахунковий шар ґрунту від ґрунтових вод за вегетаційний період визначається як частина водоспоживання цієї ж культури за формулою:

$$W_z = (1-k) \times E_c, \text{ де } (2.6)$$

W_z - кількість води, що надходить у кореневмісний шар ґрунту з ґрунтових вод, м³/га;

k - поправочний коефіцієнт, що визначається залежно від гранулометричного складу ґрунту і глибини залягання ґрунтових вод (дод.8);

E_c - водоспоживання (м³/га) згідно розрахунків за формулою 2.3. Якщо ґрунтові води залягають глибше 3-4 м, $W_z = 0$.

Запаси води в розрахунковому шарі ґрунту з початку вегетаційного періоду (W) і в кінці вегетаційного періоду (W_k) розраховують за об'ємною масою і вологістю ґрунту, вираженою у процентах від маси ґрунту, за формулою 2.7:

$$W = 100 \times h \times a \times B, \text{ де } (2.7)$$

W - запас води в шарі ґрунту h , м³/га;

h - розрахунковий шар ґрунту (дод.9), м;

a - об'ємна маса ґрунту, г/см³;

B - вологість ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту; при визначенні W_n приймається рівною НВ, а при розрахунку W_k - рівною ВРК (додаток 2).

При визначенні зрошувальної норми запаси води на початку (W_n) і в кінці (W_k) вегетаційного періоду розраховують для максимального активного шару даної культури з урахуванням опадів за певний період (додаток 4).

Строки проведення поливів встановлюють кількома способами:

- 1) залежно від вологості ґрунту;
- 2) за фазами розвитку рослин;
- 3) за фізіологічними показниками і зовнішніми ознаками рослин;
- 4) розрахунковим методом;
- 5) за даними науково-дослідних установ.

Для визначення строків поливів в Україні застосовується біокліматичний метод, який передбачає врахування ґрунтово-гідрологічних умов і біологічних особливостей рослин.

На початку вегетаційного періоду сільськогосподарських культур запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту умовно приймають рівним запасу при польовій вологоємкості. Строк першого поливу розпочинають розраховувати з дати, яку приймають за початок вегетації (додаток 7)

Полив призначають, коли вологість ґрунту в розрахунковому шарі знижується до величини, рівній вологості розриву капілярного зв'язку.

Кількість вологи в межах між польовою вологоємкістю ($W_{нв}$) і вологістю розриву капілярного зв'язку ($W_{врк}$) є оптимальними запасами продуктивної вологи ($W_{пр}$), оскільки в цих межах знаходиться легкорухома капілярна волога, легкодоступна для рослин.

Запас продуктивної вологи ($W_{пв}$) для конкретного шару ґрунту розраховується як різниця між $W_{нв}$ і $W_{врк}$

$$W_{пр} = W_{нв} - W_{врк} = 100 \times h \times a \times (HB - BPK), \text{ де } (2.8)$$

h - розрахунковий шар ґрунту (м), приймається згідно додатку 9 в залежності від фази розвитку культури;

a - об'ємна маса ґрунту г/см³;

HB - польова вологоємкість (верхня границя оптимального зволоження), %;

BPK - вологість розриву капілярного зв'язку (нижня границя оптимального зволоження), %.

Значення HB і BPK приймаються згідно додатку 2 водно-фізичних властивостей ґрунту.

Завдання поливу - створити в розрахунковому, тобто активному, шарі ґрунту вологість, яка відповідає польовій вологоємкості. Тому поливну норму розраховують за формулою, аналогічною формулі 2.8:

$$M_{нт} = 100 \times h \times a \times (HB - BPK), \text{ де } (2.9)$$

$M_{нт}$ - поливна норма нетто, м³/га.

Поливна норма - кількість води, яка подається сільськогосподарській культурі за один полив.

Період, за який повністю витрачаються запаси продуктивної вологи із розрахункового шару ґрунту на випаровування, називається між поливним періодом.

Для визначення строку поливу необхідно:

1. *Розрахувати середньодакне водоспоживання (E'_o), яке розраховується за формулою:*

$$E'_o = K_6 \times d \times 10, \text{ де } (2.10)$$

E'_o - середньодакне водоспоживання, м³/га за добу;

K_6 - коефіцієнт біологічної кривої водоспоживання - величина, яка залежить від фази розвитку і умов зовнішнього середовища (додаток 6), мм/мм.рт.ст. або мм/гПа;

d - середньодакний дефіцит вологості повітря, мм.рт.ст. або гПа (додаток 3). Дані заносяться в формі таблиці 2.1

2. *Розрахувати запаси продуктивної вологи по шарах ґрунту для культури залежно від фази її розвитку (приймаються за додатком 9).*

Розрахунок запасу продуктивної вологи проводиться за формулою (2.8).

Полів призначається, коли величина водоспоживання за міжполивний період (E'_o) буде практично рівна запасу продуктивної вологи ($W_{\text{пр}}$) для кожного конкретного шару. Це буде означати, що продуктивна волога із розрахункового шару витрачалась на випаровування.

Розходження між E'_o і $W_{\text{пр}}$ за міжполивний період не повинно перевищувати половини добового водоспоживання.

Дату поливу призначають на наступний день після того як витратився запас продуктивної вологи. Норма поливу (m_ϕ) розраховується балансовим методом за формулою:

$$m_\phi = \sum E'_o - 10 \times \mu \times O_n - M_K, \text{ м}^3/\text{га}, \text{ де } (2.11)$$

$\sum E'_o$ - водоспоживання за міжполивний період, м³/га;

μ - коефіцієнт використання опадів;

O_{Π} - сума опадів за міжполивний період, мм;

10 - коефіцієнт перерахунку мм у $\text{м}^3/\text{га}$;

M_k - кількість води, яка надійшла із ґрунтових вод за міжполивний період, $\text{м}^3/\text{га}$.

M_k розраховується по формулі 2.6 як частина $\sum E'_o$, якщо глибина залягання ґрунтових вод не перевищує 3-4 метрів. При розрахунку строків і норм поливів необхідно стежити за зміною активного шару ґрунту при настанні чергових фаз розвитку сільськогосподарських культур (додаток 9).

Приклад виконання лабораторної роботи

Завдання: Розрахувати водоспоживання, визначити зрошувальну норму, строки і норми поливу озимої пшениці для умов Кіровоградської області, метеостанції Гайворон.

Вихідні дані: Вегетаційний період озимої пшениці в умовах Кіровоградської області за даними метеостанції Гайворон з 1.IV по 10.VII. ґрунт - чорнозем глибокий який характеризується наступними водно-фізичними властивостями: верхня межа оптимального зволоження - $HВ=26\%$ і нижня межа оптимального зволоження - $ВРК=19\%$; об'ємна маса ґрунту - $a=1,2 \text{ г/см}^3$; глибина залягання ґрунтових вод 7 м; середньодекадний дефіцит вологості повітря (d), кількість опадів (O_{Π}) тощо взяті з додатків 2...9.

Розрахунок водоспоживання за вегетаційний період озимої пшениці для умов Кіровоградської області (метеостанція Гайворон).

Вегетаційний період з початку вегетації приймаємо з 1.IV. по 30.VI. (додаток 7). Розраховуємо суму дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період згідно додатку 3.

$$E_d = 2,2 \times 10 + 3,5 \times 10 + 4,6 \times 10 + 5,6 \times 10 + 5,9 \times 10 + 6,0 \times 11 + 6,0 \times 10 + 6,5 \times 10 + 7,1 \times 10 = 480,0 \text{ (мм.рт.ст.)}$$

Підставивши у формулу 2.3 значення E_d визначаємо сумарне водоспоживання E_c озимої пшениці: $E_c = 0,61 \times 480,0 \times 10 = 2928 \text{ (м}^3/\text{га)}$

Визначення зрошувальну норму, строки і норми поливу озимої пшениці для умов Кіровоградської області, метеостанції Гайворон.

Згідно додатку 9, активний шар ґрунту для озимої пшениці з початку поновлення вегетації, тобто з 1 квітня становить 0,4м і збільшується до 0,6м між 15 - 30 квітня, а до 0,7 м - після 20 травня.

Визначаємо запас продуктивної вологи за формулою (2.8).

Для шару 0,4м $W_{пр} = 100 \times 0,4 \times 1,2 \times (26 - 19 \times 0,65) = 624 \text{ (м}^3/\text{га)}$

Для шару 0,6 м $W_{пр} = 100 \times 0,6 \times 1,2 \times (26 - 19 \times 0,65) = 936 \text{ (м}^3/\text{га)}$

Для шару 0,7 м $W_{пр} = 100 \times 0,7 \times 1,2 \times (26 - 19 \times 0,65) = 1092 \text{ (м}^3/\text{га)}$

Таблиця 1.

Розрахунок середньодекадного водоспоживання, м³/га за 1 добу

Місяці	Декада	Озима пшениця			
		К _б , мм/мм.рт.ст. (додаток 3)	d, мм.рт.ст. (додаток 6)	E' _о , E _о , м/га (к.3×к.4)	E _о (округлено) (к.5×10)
IV	1	0,70	2,2	1,54 ≈	15
	2	0,69	3,5	2,415 ≈	24
	3	0,69	4,6	3,174 ≈	32
V	1	0,63	5,6	35,28 ≈	35
	2	0,57	5,9	33,63 ≈	34
	3	0,54	6,0	32,40 ≈	32
VI	1	0,45	6,0	27,00 ≈	27
	2	0,40	6,5	26,00 ≈	26
	3	0,35	7,1	24,85 ≈	25
VII	1	0,31	7,6	23,56 ≈	24
	2				

Знаючи середньодекадне водоспоживання і запас продуктивної вологи в активному шарі ґрунту, розраховують строки і норми поливів.

Приймають, що до початку вегетаційного періоду, тобто для озимої пшениці до 1.IV, в розрахунковому шарі ґрунту утримується весь запас продуктивної вологи в шарі 0,4 м, а це значить, що вологість ґрунту в шарі 0,4 м дорівнює польовій вологоємкості.

Розрахунок строку поливу зводиться до визначення дати, до якої весь продуктивний запас вологи 624 м³/га витрачається на випаровування.

Проводимо розрахунки:

З 1.IV. по 10.IV. за 10 діб випаровується $15 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 \text{ діб} = 150 \text{ м}^3/\text{га}$;

З 11.IV. по 20.IV. за 10 діб випаровується $24 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 \text{ діб} = 240 \text{ м}^3/\text{га}$.

З 21.IV. по 27.IV, за 7 діб випаровується ще $32 \times 7 = 224 \text{ м}^3/\text{га}$

За 27 діб випаровується $150 + 240 + 224 = 614 = 624 \text{ (м}^3/\text{га)}$.

Тобто 27.IV випаровується запас продуктивної вологи, а 28.IV необхідно провести перший полив.

Тепер визначаємо норму першого поливу, використовуючи формулу 2.11, згідно якої $\sum E'_o$ — кількість випаруваної вологи із активного шару 0,4 м за міжполильний період з 1. IV по 27.IV, складає 614 м³/га.

Опади, які випадають за цей період (додаток 4):

З 1 по 10. IV. випадає 10 мм

З 11 по 20. IV. випадає 11 мм

З 20 по 27. IV. випадає 9,1 мм = 9 мм

Всього за період з 1.IV по 27. IV випало 30 мм опадів.

Перемноживши суму опадів на коефіцієнт використання опадів $\mu=0,7$ і перерахувавши в $\text{м}^3/\text{га}$ одержимо: $30 \text{ мм} \times 0,7 \times 10 = 210 (\text{м}^3/\text{га})$.

Отже, фактична поливна норма з врахуванням опадів буде дорівнювати $m_{1\phi} = 614 - 210 = 404 = 400 (\text{м}^3/\text{га})$.

У випадку залягання ґрунтових вод менше як 4 м, до одержаної норми поливу необхідно внести поправку за рахунок води, яка надходить з ґрунтових вод. Для цього використовують формулу (2.6).

У зв'язку з тим, що ґрунтові води залягають глибше 7 м (додаток 2) такі розрахунки не проводимо.

Визначення дати наступного поливу розраховується з дати попереднього поливу, тобто в даному випадку з 28.IV. оскільки з 20.IV. розпочинається фаза виходу в трубку озимої пшениці, кількість вологи, яка повинна випаровуватись з 28.IV, повинна бути рівна запасу вологи в шарі 0,6 м - $936 \text{ м}^3/\text{га}$.

З 28.IV по 30.IV. за 3 доби випаровується $24 \text{ м}^3/\text{га} \times 3 = 96 \text{ м}^3/\text{га}$

З 30.IV по 10.V. за 10 діб випаровується $35 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 = 350 \text{ м}^3/\text{га}$

З 11.V. по 20.V. за 10 діб випаровується $34 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 = 340 \text{ м}^3/\text{га}$

З 21.V. по 25.V. за 5 діб випаровується $32 \text{ м}^3/\text{га} \times 5 = 160 \text{ м}^3/\text{га}$

Тобто, з 28.IV. по 25.V. всього випаровується $96 + 350 + 340 + 160 = 946 (\text{м}^3/\text{га}) = 936 \text{ м}^3/\text{га}$, тому 2-й полив треба проводити 26.V.

Опади, що випадають за цей період складають:

З 28 по 30.IV. - 3,9 мм 4мм;

З 1.V. по 10.V. - 17 мм;

З 11.V. по 20.V. - 19 мм;

З 21.V. по 25.V. - 10,5 мм ~ 11 мм.

Всього за період з 28.IV. по 25.V. випадає 51 мм опадів. Отже, фактична поливна норма становить для другого поливу

$$M_{2\phi} = 936 - 10 \times 0,7 \times 51 = 579 \approx 580 (\text{м}^3/\text{га})$$

Така поливна норма дозволить повністю відновити запаси продуктивної вологи в 0,6 шарі ґрунту.

Визначення дати наступного поливу розраховується з дати попереднього поливу, тобто в даному випадку з 26.V. Кількість вологи в ґрунті повинна бути рівна запасу вологи в шарі 0,7 м - $1092 \text{ м}^3/\text{га}$.

Наступний розрахунок матиме вигляд

З 26.V. по 31.V. за 5 діб випарується $32 \text{ м}^3/\text{га} \times 5 = 160 \text{ м}^3/\text{га}$

З 31.V по 10.VI. за 10 діб випаровується $27 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 = 270 \text{ м}^3/\text{га}$

З 11.VI. по 20.VI. за 10 діб випаровується $26 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 = 260 \text{ м}^3/\text{га}$

З 21.VI. по 30.VI. за 10 діб випарується $25 \text{ м}^3/\text{га} \times 10 = 250 \text{ м}^3/\text{га}$
 З 31.VI по 5.VII. за 6 діб випаровується $24 \text{ м}^3/\text{га} \times 6 = 144 \text{ м}^3/\text{га}$
 Тобто, з 26.V. по 5.VII. всього випаровується $160 + 270 + 260 + 250 + 144 = 1084 \text{ м}^3/\text{га}$ при $1092 \text{ м}^3/\text{га}$, тому 3-й полив треба проводити 5.VII.

Опади, що випадають за цей період складають:

З 26.V. по 31.V. за 5 діб $10,5 \text{ мм} \sim 11 \text{ мм}$.

З 31.V по 10.VI. - 21 мм

З 11.VI. по 20.VI. – 21 мм

З 21.VI. по 30.VI. - 22 мм

З 31.VI по 5.VII. за 6 діб $12,6 \text{ мм}$

Всього за період з 26.V. по 5.VII. випадає $76,6 \text{ мм} \sim 77 \text{ мм}$ опадів. Отже, фактична поливна норма становить для третього поливу

$$M_{\text{зф}} = 1092 - 10 \times 0,7 \times 77 = 553 \approx 550 (\text{м}^3/\text{га})$$

Така поливна норма дозволить повністю відновити запаси продуктивної вологи в $0,7$ шарі ґрунту.

Визначення зрошувальної норми. Зрошувальна норма - це кількість води ($\text{м}^3/\text{га}$), яку подають на зрошувальну ділянку, зайняту сільськогосподарською культурою, за весь вегетаційний період цієї культури.

$$400 \text{ м}^3/\text{га} + 580 \text{ м}^3/\text{га} + 550 \text{ м}^3/\text{га} = 1530 \text{ м}^3/\text{га}$$

Висновки: Зрошувальна норма озимої пшениці за вегетаційний період становить $1530 \text{ м}^3/\text{га}$.

Сумарне водоспоживання озимої пшениці становить $2928 \text{ м}^3/\text{га}$

Норми і строки поливів наступні:

I полив	28.IV.	$400 \text{ м}^3/\text{га}$
II полив	26.V.	$580 (\text{м}^3/\text{га})$
III полив	5.VII.	$550 (\text{м}^3/\text{га})$

3.РОЗРАХУНОК І БУДІВНИЦТВО СТАВКА

Завдання: запроектувати ставок на місцевому стоці

Вихідні дані: Топографічний план балки з горизонталями, розміри водозбірної площі (F , км^2), цифрові дані модуля стоку (h , м), шару випаровування води з водної поверхні за безльодовий період ($h_{\text{в}}$, м), склад культур і зрошувальні норми.

Загальні відомості

Ставок - це водойма невеликого розміру, місткістю до 1 млн. м³, водосховище - водойма місткістю понад 1 млн. м³.

Для будівництва ставка потрібні такі умови:

1. Площа водозбору, яка забезпечує наповнення водосховища необхідним об'ємом води.
2. Дно і схили балки складені з важкопроникних ґрунтів (глини, суглинки), які не допускають фільтрації води.
3. Балка в місці розташування передбачуваного водосховища з поздовжнім нахилом дна не більше як 0,005 і крилоподібної форми із стійким схилами середньої крутості.
4. Вище від передбачуваного водосховища немає діючих ярів або населених пунктів, стоки яких могли б забруднювати воду.
5. Греблі розташовуються у найвужчому створі балки.
6. Водосховище розташоване в найзручнішому для використання місці.

Основні положення проектування ставка

Проектуючи ставок, треба знати загальну кількість води, яка може надійти в балку з усією водозбірної площі, а також можливе її утримання греблею, тобто місткість балки, і корисний об'єм води, використовуваний для господарських потреб.

Загальну кількість води (або сумарний стік) визначають виходячи з розмірів водозбірної площі (F , км²) і модуля стоку (або шару стоку), який встановлюють на основі гідрометричних спостережень або за відповідними картами.

Оскільки в ставках збирається головним чином вода від сніготанення, то в розрахунок беруть шар стоку повені (h , мм)

Об'єм весняного стоку (W_c) визначають за формулою:

$$W_c = 1000 \times F \times h, \text{ мм (3.1)}$$

Проектований ставок повинен задовольняти всі розрахункові потреби господарства в воді.

Повний об'єм ставка складається із робочого і мертвого об'ємів.

Мертвий об'єм $W_{м.о}$ використовують для відкладання наносів, що надходять з водозбірної площі, і як місце зимівлі риби. Йому відповідає рівень мертвого об'єму (РМО), який визначають на висоті 1,5-2,0 м від дна (біля греблі). На позначці РМО розміщують поріг шлюзу або труби для забору води із ставка. РМО - це рівень водойми, нижче від якого воду не використовують.

Робочий об'єм води W_p розміщується вище від мертвого об'єму. До нього входить корисний об'єм $W_{к.о}$ втрати води на випаровування W_v і фільтрацію W_f

Втрати на фільтрацію (в метрах шару води) залежать від водопроникності ґрунту, з яких складаються схили і дно балки. При близькому заляганні підґрунтових вод для водопроникних ґрунтів ці втрати приймають рівними 0,5 м, для слабо водопроникних - 0,5-1,0 м, проникних неводоносних - 1-2 м. Втрати води на випаровування з поверхні ставка можна визначити за відповідними картами ізоліній (приблизно для північного Степу України - 6 тис. м³/га).

Повному об'ємові води $(W_{п.о} - W_{м.о} + W_{к.о} + W_f + W_v)$ відповідає нормальний підпірний рівень (НПР), який підтримують у нормальних умовах експлуатації гідротехнічних споруд.

Крім РМО та НПР, у водосховищі може бути форсований підпірний рівень (ФПР). Він вищий від нормального, тимчасово допускається в надзвичайних умовах експлуатації гідротехнічних споруд.

Об'єм води, необхідної для зрошення ($W_{зр}$), знаходять за формулою:

$$W_{зр} = W_{сер.зв.} \times F_{зр} / \text{ККД}, \text{ м} \quad (3.2)$$

де $F_{зр}$ - площа зрошуваної ділянки (сівозміни, господарства) нетто, га;

ККД - коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи. Для відкритих систем 0,6-0,7, для закритих - 0,8-0,9.

$M_{сер.зв}$ - середньозважена зрошувальна норма сівозміни, м³/га.

$$M_{сер.зв} = (M_1 \times f_1 + M_2 \times f_2 + \dots + M_n \times f_n) \times F_{зр} \quad (3.3)$$

де $M_1, M_2, \dots, M_n$ - зрошувальна норма конкретної культури, $\text{м}^3/\text{га}$;

$f_1, f_2, \dots, f_n$ - зрошувана площа, зайнята культурою, га.

Щоб визначити місткість ставка, користуються планом в горизонталях. Планіметром або палеткою визначають площі, обмежені кожною горизонталлю і віссю греблі (площі дзеркала) і об'єми ставка в умовах різного наповнення. Після чого складають розрахункову відомість (табл. 3.1).

Таблиця 2

Розрахункова відомість для визначення місткості ставка

Відмітка горизонталі, м	Площа водного дзеркала, ω , тис. м^2	Середня площа, ω_c , тис. м^2	Висота шару води, h, м	Об'єм шару води між горизонталлями, W, тис. м^3	Загальний об'єм, $\sum W$, тис. м^3

Об'єм нижньої частини ставка (граф 5 табл.3.1), поперечний переріз якого має форму трикутника, визначається за формулою:

$$W_1 = h \times \omega_1 / 3 \quad (3.4)$$

де ω_1 - площа дзеркала, обмежена нижньою горизонталлю, м^2 ;

h- відстань між горизонталями по вертикалі, м

Для вище розташованих шарів води (при трапецієвидній формі поперечного перерізу) формула визначення об'єму:

$$W_n = (\omega_c \times h = \omega_{n-1} + \omega_n) \times h / 2, \text{м}^3 \quad (3.5)$$

ω_c — середня площа дзеркала між двома горизонталями, м^2 .

Загальний об'єм ставка від нижньої відмітки обчислюють послідовним сумуванням об'ємів окремих шарів води, тобто наростаючим підсумком.

За даними таблиці 3.1 креслять топографічні криві ставка, які характеризують зміну площі водної поверхні і об'єму ставка при його наповненні.

За топографічними кривими ставка, за глибиною стояння води у водосховищі можна визначити об'єм води, який знаходиться в ньому, площу водної поверхні, а відповідно й витрати води на випаровування і фільтрацію.

Величину мертвого об'єму знаходять за графіком для відповідної глибини (1,5 або 2,0м).

Втрати води на випаровування і фільтрацію визначають при розрахунковому об'ємі води:

$$W_p = W_{m.o} + W_{зр} / 2 \quad (3.6)$$

Об'єм води на випаровування:

$$W_B = \omega \times h_B, \text{ м}^3 \quad (3.7)$$

де ω - площа дзеркала ставка при робочому об'ємі, яку визначають за графіком (топографічною характеристикою ставка), тис. м^2 ;

h_B - шар випаровування води (м), який беруть з карти ізоліній випаровування з водної поверхні за безльодовий період.

Втрати води на фільтрацію приймають у розмірі 15% розрахункового об'єму:

$$W_{\phi} = 0,15 \times W_p, \text{ м}^3 \quad (3.8)$$

Необхідний об'єм ставка визначають за формулою:

$$W = W_{m.o} - W_{зр} + W_B - W_{\phi} \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

Корисний об'єм ставка $W_K = W - W_{m.o}$. порівнюють з об'єм весняного стоку W , і роблять висновок про повноту задоволення погреб господарства весняно-талими водами, що акумулюються в ставку.

Відмітку НПР для W знаходять за кривою об'ємів. Визначивши відмітку НПР, знаходять площу дзеркала ставка.

Для визначення висоти греблі враховують відмітку ФПР, який перевищуватиме НПР на 1 м, а також висоту хвилі 0,5 м і конструктивний запас - 0,5 м.

Звіт про роботу

В звіті наводяться розрахунки об'єму весняного стоку, об'єму води для зрошення, мертвого, робочого та загального об'єму ставка, висотні відмітки РМО, НПР, ФПР та висота греблі ставка.

Приклад виконання лабораторної роботи

Вихідні дані: Для зрошення сільськогосподарських культур на місцевому стоці створюється ставок в найвужчому місці балки. Ґрунт берегів і дна балки - слабкою водопроникності. Вісь греблі проходить через вершину горизонталі 100. Відмітка нормально підпружені рівні води у ставку (НПР) за варіантом (додаток 1) 107.

Площа водного дзеркала ставка, обмежена горизонталлю 100 (дно ставка), дорівнює 0; 101 - 21,0; 102 - 47,6; 103 - 88,2; 104 - 112,4; 105 - 127,6; 106 - 148,0; 107 (НПР) - 172,4 тис.м² (додаток 1). Водозбірна площа ставка F- 13 км² (додаток 1).

Глибина шарів води: мертвого об'єму $h_{\text{мо}} = 2,0$ м; втрат на випаровування $h_{\text{в}} = 0,59$ м; втрат на фільтрацію $h_{\text{ф}} = 0,6$ м. Об'єм води для водопостачання $V_{\text{вод}}$ становить 10% повного обсягу чаші ставка, тобто $V_{\text{вод}} = 0,1 \times V_{\text{пов}}$ тис.м³. Висота капілярного змочування гребеня греблі: $h_{\text{к}} = 0,8$ м (додаток 2). Середньозважена зрошувальна норма бруто культур зрошуваної сівозміни $M_{\text{зв.зр.зс}} = 1500$ м³ / га. Весняний стік 80%-ної забезпеченості з 1 км² (по К.Н. Воскресенському) приблизно дорівнює $Q = 54000$ м / км². Випаровування з водної поверхні 590 мм

Р О З Р А Х У Н К И

Згідно з вихідними даними варіанта (додаток 1) водозбірна площа дорівнює $P = 13 \text{ км}^2$. Весняний стік 80%-ної забезпеченості з 1 км² (по К.Н. Воскресенському) приблизно дорівнює $Q = 54000$ м / км². Обсяг весняного стоку (W) або приплив води в ставок становить:

$$W = Q \times F = 54000 \times 13 = 676\,000 \text{ м}^3.$$

Розрахунок обсягу чаші ставка проводиться в таблиці 1 на підставі вихідних даних варіанта (додаток 1). У таблицю записуються горизонталі (100-107) чаші ставку до відмітки НПР, відстань між горизонталями по вертикалі (рівне $h=1$ м) і площі водних дзеркал (P), обмежені цими горизонталями.

Обсяг самого нижнього шару води (як фігура повного конуса) визначається за формулою:

$$V = 1/3 \times F_n \times h = 1/3 \times F_{101} \times h = 1/3 \times 21,0 \times 1 = 7,0 \text{ (тис.м}^3\text{)},$$

де F_n - площа водного дзеркала, обмежена горизонталлю 101 (тис.м²)

h - відстань між горизонталями по вертикалі, рівне 1 м.

Згідно вихідних даних $F_{101} = 21,0$ тис.м², $h = 1$ м.

Згідно з вихідними даними $F_{101} = 21,0$ тис.м², $F_{102} = 47,6$ тис.м², $h = 1$ м

Для інших вище розташованих шарів води ставка обсяг підраховується:

$$V = 1/2 \times (F_{101} + F_{102}) \times h = 1/2 \times (21,0 + 47,6) \times 1 = 34,3 \text{ тис.м}^3$$

Аналогічно визначаються обсяги інших шарів води.

Об'єм чаші ставку до будь горизонталі складається з відповідного числа шарів води. Наприклад, до горизонталі 100 немає ніяких шарів води і об'єм чаші буде дорівнює 0. До горизонталі 101 він складається тільки з одного шару води, укладеного між горизонталями 100 і 101 і дорівнюватиме його об'єму, тобто 7,0 тис.м³. До горизонтами 102 ця величина буде складатися з обсягів шарів між горизонталями 100 і 101 і горизонталями 101 і 102, тобто $7,0 + 34,3 = 41,3$ тис.м³ і т.д.

Повний обсяг чаші ставка при її заповненні до позначки НПР становить $V_{\text{нпу}} = 627,5$ тис.м³. Цю величину слід записати в рядок 1 таблиці 3.1.

Водогосподарський розрахунок ставка розраховується у таблиці 3.2.

Мертвий обсяг ставка не використовується для господарських потреб, а призначається за умовами замулення, перезимівлі риби і товщини льоду. Загальна глибина його ($h_{\text{мо}}$) у зв'язку з цим приймається в межах 2-3 м. Він займає нижню частину чаші ставка.

З водозбірної площі ставка надходить ($W = 676000$ м³) достатній обсяг води для заповнення чаші ставку до позначки НПР ($V_{\text{пов}} = 627,5$ тис.м³).

Беручи глибину мертвого об'єму перед греблею $h_{\text{мо}} = 2,0$ м (додаток 2) і знаючи, що найнижча точка дна ставка біля основи греблі знаходиться на горизонталі 100, отримаємо позначку рівня мертвого обсягу, рівну $P_{\text{мо}} = 100 + 2,0 = 102,0$.

Обсяг води для водопостачання ($V_{\text{вод}}$) усіх водоспоживачів (тварин, машин, підприємств та ін.) розраховують за нормами водоспоживання.

Для лабораторних занять об'єм води, необхідний для нерегулярного водопостачання ($V_{\text{вод}}$), приймається рівним 10% повного обсягу чаші ставку ($V_{\text{нпу}}$), тобто $V_{\text{вод}} = 0,1 V_{\text{нпу}}$

Так як $V_{\text{нпу}} = 627,5$ тис.м³, то $V_{\text{вод}} = 0,1 \times V_{\text{нпу}} = 0,1 \times 627,5 = 62,8$ тис.м³.

Таблиця 3

Розрахункова відомість визначення обсягу чаші ставку

Горизонталі	Відстань між горизонталями по вертикалі, h (м)	Площа водного дзеркала, обмежена горизонталлю, F (тис.м ²)	Обсяг шару води між сусідніми горизонталями, V (тис. м ³)	Об'єм чаші ставу до даної горизонталі, V (тис.м ³)
100 (дно)		0		0
	1		7,0	
101		21,0		7,0
	1		34,3	
102		47,6		41,3
	1		67,9	
103		88,2		109,2
	1		100,3	
104		112,4		209,5
	1		120,0	
105		127,6		329,5

	1		137,8	
106		148,0		467,3
	1		160,2	
107(НПР)		172,4		627,5

За даними випаровування з водної поверхні 590 мм, або 0,59 м. Якщо $h_v = 0,59$ м, $F_{mo} = 69,0$ тис.м³ (V_1), $F_{НПР} = 172,4$ тис.м³ (табл. 1), то $F_{сер} = (69,0 + 172,4)/2 = 120,7$ тис.м³.

$$V_H = h_H \times F_{сер} = 0,59 \times 120,7 = 71,2 \text{ тис.м}^3.$$

Якщо $h_\phi = 0,6$ м; $F_{сер} = 120,7$ тис.м³, то обсяг втрат води на фільтрацію в ґрунт ставка (V_ϕ) визначають за формулою:

$$V_\phi = h_\phi \times F_{сер} = 0,6 \times 120,7 = 72,4 \text{ (тис.м}^3\text{)},$$

Таблиця 4

Водогосподарський розрахунок ставку

Показники	Глибина шару води h , м	Відмітка рівня H , м	Площа водного дзеркала F , тис. м ²	Об'єм води V , тис. м ³
1. Повний обсяг ставка, $V_{пов}$	7	107	172,4	627,5
2. Відмітка дна ставка	-	100	-	-
3. Мертвий обсяг, V_{mo}	2,0	102,0	47,6	41,3
4. Об'єм води для водопостачання $V_{вод} = 0,1 \times V_{нпу}$	-	-	-	62,8
5. Обсяг втрат на випаровування $V_v = h_v \times F_{сер}$	0,59	-	120,7	71,2
6. Обсяг втрат на фільтрацію $V_\phi = h_\phi \times F_{сер}$	0,6	-	120,7	72,4
7. Разом (без повного обсягу) $V_{mo} + V_{вод} + V_v + V_\phi$	-	-	-	247,7
8. Об'єм води, який може бути використаний для зрошення $V_{ор} = V_{пол} - (V_{mo} + V_{вод} + V_v + V_\phi)$	-	-	-	379,8

Згідно з отриманими даними $V_{пол} = 627,5$ тис.м³, $V_{mo} = 41,3$ тис.м³, $V_{вод} = 62,8$ тис.м³, $V_v = 71,2$ тис.м³, $V_\phi = 72,4$ тис.м³. Об'єм води, який можна використовувати для зрошення ($V_{зр}$) обчислюють: $V_\phi = V_{нпу} - (V_{mo} + V_{вод} + V_v + V_\phi)$ $V_{ор} = V_{пол} - (V_{mo} + V_{вод} + V_v + V_\phi) = 627,5 - (41,3 + 62,8 + 71,2 + 72,4) = 379,8$ тис.м³.

Якщо $V_{зр} = 379800$ м³, $M_{сер.зр} = 1500$ м³ / га, тоді площа зрошувального ділянки нетто ($F_{нт}$) визначається, де ККД - коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи. Для відкритих систем 0,6-0,7, для закритих - 0,8-0,9.:

$$F_{нт} = V_{зр} \times \text{ККД} / M_{сер.зр} = 379800 \times 0,6 / 1500 = 151,6 \text{ га.}$$

4.Складання графіків поливу сільськогосподарських культур.

Завдання: Скласти та укомплектувати графік поливів сільськогосподарських культур у сівозміні, використовуючи режим зрошення, рекомендовані Інститутом зрошувального землеробства УААН (додаток 10).

Вихідні дані: Дані для складання графіка поливів культур сівозміни (культури, період поливу, поливна норма строки - початок і кінець поливів, тривалість поливу) згідно варіантів додаток 3. Тривалість поливу протягом доби приймають $\tau = 24$ год.

Загальні відомості.

Режим зрошення кожної сільськогосподарської культури та всієї сівозміни в цілому можна представити у вигляді графіка, на якому наочно видно, в які дні починати поливи, їх кількість за вегетаційний період, а також кількість води, яку необхідно подавати протягом поливного періоду.

Графік поливів необхідний для визначення кількості води, яку потрібно забрати з джерела зрошення і подати на зрошувану площу.

Складаючи графік поливів, обов'язково враховують режим джерела зрошення, його можливу витрату.

Графічне зображення режиму зрошення може бути у вигляді графіка поливних витрат або у вигляді графіка гідромодулів. Графіки поливних витрат будуються для невеликих зрошувальних масивів з однією або двома сівозмінами.

Попередньо складають таблицю вихідних даних, в яку заносять усі культури сівозміни, поливні норми, строки і тривалість поливного періоду, а також обчислені величини поливної витрати (табл.5).

Поливну витрату (Q), тобто кількість води, яку необхідно подавати під час кожного поливу за одиницю часу, визначають за формулою:

$$Q = m_{\text{бр}} \times F / (3,6 \times \tau \times t), (4.1)$$

де $m_{\text{бр}}$ - поливна норма бруто, $\text{м}^3/\text{га}$.

Поливна норма бруutto розраховується за формулою

$$m_{бр} = M_{нт} \times K_{вп} \quad (4.2)$$

де $M_{нт}$ - розрахункова поливна норма (нетто), $m^3/га$;

$K_{вп}$ - поправний коефіцієнт на витрати води при поливі. При поливі дощуванням $K_{вп} = 1,25$

F - поливна площа поля, зайнята культурою, га ;

t - тривалість поливу, діб;

τ - тривалість поливу протягом доби, год.

Таблиця 5

Відомість графіка поливів

№ поля	Культура	Площа поля (F), га	Зрошувальна норма ($M_{нт}$), $m^3/га$	№ поливу	Полівна норма нетто ($m_{нт}$), $m^3/га$	Полівна норма бруutto ($m_{бр}$), $m^3/га$	Не укомплектований графік				Укомплектований графік			
							Строки поливів		Тривалість поливу (t_n) днів	Полівні витрати (Q_n), л/с	Строки поливів		Тривалість поливу ($t_{ук}$) днів	Полівні витрати ($Q_{ук}$), л/с
							початок	кінець			початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				

Тривалість поливу протягом доби приймають $\tau = 24$ год. (3 зміни по 8 год.) або $\tau = 20$ год. (2 зміни по 10 год.).

1. Побудова неуккомплектованого графіка поливів (приклад рисунок 1)

На аркуші міліметрового паперу наносять осі координат. На лінії абсцис (x) відкладають у календарному порядку строки поливів кожної культури, на осі ординат (y) - поливні витрати Q. Перед побудовою графіка поливів кожній сільськогосподарській культурі надають відповідну позначку (колір або штриховка).

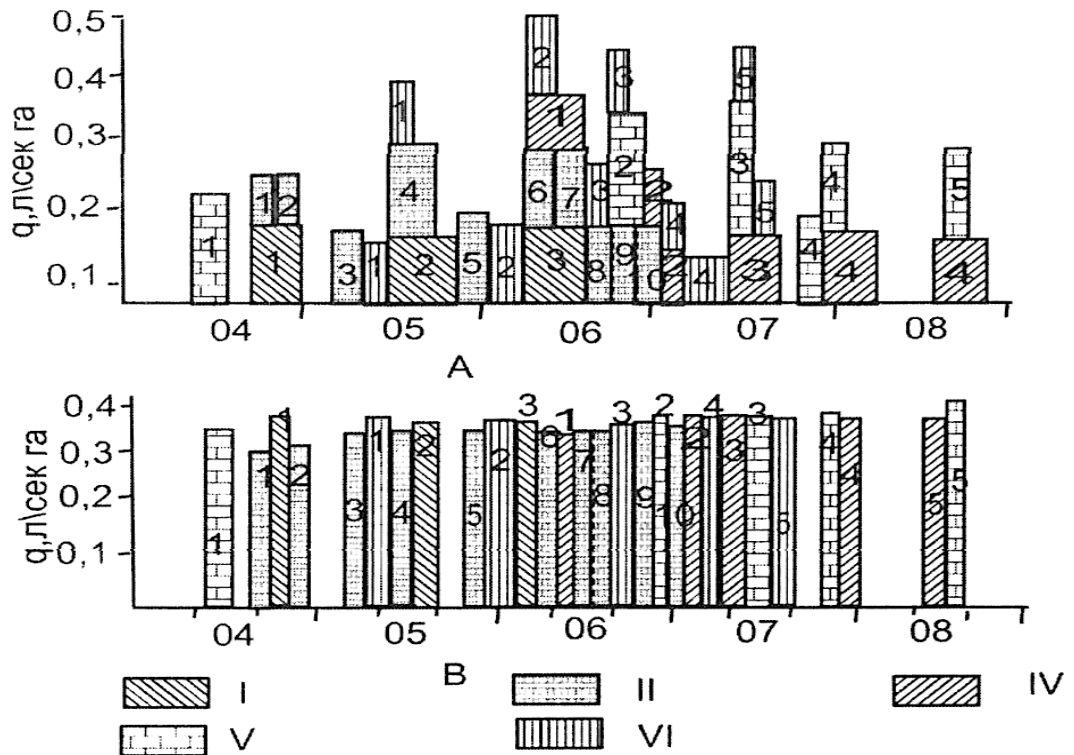


Рис.6. Графіки: А - неукomплектований; В - укomплектований; 1...10- номери поливів; I - зернобобові; II - капуста; III - коренеплоди; IV - кукурудза; V - картопля

Етапи побудови графіка:

1.3 дня початку поливів у (табл. 5) проводять перпендикуляр до величини ординати, яка відповідає конкретній поливній витраті (Q_n). Аналогічний перпендикуляр проводять в останній день поливу. Відкладені координати з'єднують, отримуючи графічне зображення поливу у вигляді прямокутника(гістограму).

По аналогії зображують всі поливи першої у відомості культури, після чого переходять до наступної. Прямокутники, що зображують поливи різних культур, показують на графіку різним кольором або штрихуванням, відповідно до прийнятих умовних позначок.

2. Коли строки поливів наступної культури не збігаються зі строками вже відкладеної на графіку культури, побудову ординат проводить таким же чином як описано раніше.

Коли ж строки поливів сільськогосподарської культури, яку необхідно зобразити на графіку, повністю або частково збігаються з тими які уже нанесені на графік, необхідно:

а) у випадку, коли строки поливів збігаються не повністю, величини поливних витрат відкладаються від верхнього кінця попередньої ординати тільки для тих днів які збігаються, а для інших величина поливної витрати відкладається від координатної осі - лінії абсцис;

б) у випадку повного збігання строків поливу величину поливної витрати відкладають від верхнього кінця попередніх ординат.

Аналіз неукомплектованого графіка поливів, вказує на неприйнятність його для практичного користування, так як він характеризується різкими коливаннями поливних витрат, має періоди великої завантаженості поливами і перерви подачі води. При такому графіку поливів зрошувальні канали і споруди потрібно розраховувати на максимальну поливну витрату, що призведе до значного дорожчання будівництва. Крім того, виникають ускладнення в експлуатації системи у зв'язку з великою нерівномірністю трудового навантаження поливальників і механізаторів, зайнятих на обробітку культур у післяполивний період.

У зв'язку з цим побудований неукомплектований графік поливів підлягає укомплектуванню, яке полягає в тому, що поливні періоди або скорочуються або збільшуються, щоб зрізати піки і заповнити провали на графіку. Межі таких пересувань визначають для різних культур, залежно від ступеню тих вимог до води в той чи інший період розвитку. Однак, пересування строків поливів або їх розтягування не повинно переходити межі того періоду розвитку культури, у зв'язку з яким передбачений цей полив.

Графік поливів укомплектовують так, щоб поливні витрати відрізнялись не більше ніж на 10% один від одного.

Комплектуючи графіки поливів додержуються таких правил:

1) кількість води, призначена для даного поливу певної культури, не змінюється:

$$Q_n \times t_n = Q_y \times t_y = \text{const} , (4.4.)$$

де Q_n, Q_y - витрати води за не укомплектованим і укомплектованим графіками, л/с;

t_n, t_y - тривалість поливу, прийнята в неукомплектованому і укомплектованому графіках, діб;

- 1) середню дату поливу можна пересувати не більше як на три доби ;
- 2) скорочення строків поливу потрібно узгоджувати з можливою тривалістю після поливних сільськогосподарських робіт (культивуації, прополювання);
- 3) укомплектування краще робити так, щоб поливи різних полів сівозміни здійснювали послідовно один за одним, а не одночасно.

Для укомплектування графіка поливів розрізняють два основних методи, які застосовуються залежно від способу і техніки поливу:

- за середньою витратою (Q_{cp}) ;
- під витрати дощувальних машин (Q_m).

4.2. Комплектування графіка поливів за середньою витратою. Даний метод характерний тим, що полив в укомплектованому графіку планується в кожний календарний період тільки на одному полі, по можливості в максимально короткі строки. Цей метод можна застосовувати тільки при поверхневому поливі та поливі із стаціонарної мережі.

Для укомплектування необхідно визначити середню ординату поливної витрати (Q_{cp} , л/с) для всіх сільськогосподарських культур, які входить до сівозміни. Для цього на неукомплектованому графіку вибирають найбільш завантажений період (тобто найбільший за тривалістю період за який проводиться найбільша кількість поливів). Потім всі поливи сільськогосподарських культур, які входить в цей період, виписують у відомість визначення середньої ординати Q_{cp} (табл. 2).

Таблиця 6

Відомість визначення середньої поливної витрати

Культура	№ поля	№ поливу	Q_n , л/с	T_n , діб	$Q_n \times T_n$
1	2	3	4	5	6

В даній відомості визначається необхідна кількість води для поливів за найбільш завантажений період. Середня ордината визначається шляхом ділення сумарної кількості води, яку необхідно подати за цей період T (діб), на його тривалість збільшену на три доби.

$$Q_{cp} = \sum(Q_n \times T_n) / (T+3), \text{ л/с} \quad (4.5)$$

Визначивши Q_{cp} , знаходять нову тривалість кожного поливу за формулою

$$t_y = Q_n \times T_n / Q_{cp}, \text{ діб} \quad (4.6)$$

Отримане значення t_y повинне бути кратним відповідній кількості діб, або робочих змін. Якщо в розрахунках виходить дробове число, то t_y округляють $t_{y(окр)}$ і роблять перерахунок за формулою

$$Q_y = Q_n \times T_n / t_{y(окр)}, \text{ л/с} \quad (4.7)$$

Поливні витрати укомплектованого графіка Q_y не обов'язково повинні бути рівними середній витраті Q_{cp} . Однак, чим більше вирівняні і менші ординати графіка, тим вищі техніко-економічні показники режиму зрошення.

Для побудови укомплектованого графіка складають таблицю (відомість) таблицю 1, куди заносять визначені строки, тривалість поливів t_y і величини поливних витрат Q_y за даними відомості будують укомплектований графік поливів.

Опади, що випадають у період дії графіка поливів, вносять відповідні корективи, внаслідок чого чергові поливи повністю або частково відмінюють залежно від стану вологості ґрунту на ділянках, де мають проводити полив.

3. Комплектування графіка поливів під витрати дощувальних машин

При використанні на зрошуваних землях широкозахватної дощувальної техніки, коли витрати конкретної машини визначаються її технічними характеристиками, розглянутий вище метод комплектування графіка поливів не може бути прийнятий.

Тому в укомплектованому графіку поливів необхідно розраховувати тривалість кожного поливу за формулою

$$t_y = F \times m_{\bar{op}} / (3,6 \times Q_m \times m), \quad (4.8)$$

де Q_m - витрати дощувальної машини (л/с), що визначаються технічною характеристикою (додаток 1).

Отримане значення t_y повинно бути кратним відповідній кількості діб або робочих змін. Якщо виходить дробове число, то його округляють в більшу сторону. За отриманими значеннями $t_{y(окр)}$ та Q_m будують укомплектований графік поливів таким чином, щоб були якомога менші загальні витрати води. Укомплектування проводять за рахунок зміщення середньої дати поливів, зміни тривалості поливу (в межах 3-10 діб) при допустимій тривалості міжполивного періоду. У випадку, коли не вдається укомплектувати графік поливів, щоб видержати всі вимоги, наприклад, виходить дуже довга тривалість поливу або короткий міжполивний період, тоді графік укомплектовують із розрахунку, що на одному полі стоїть декілька машин (n), а поливна витрата при укомплектуванні Q_y визначається за формулою:

$$Q_y = n \times Q_m, \text{ л/с} \quad (4.9)$$

Приклад виконання розрахунків та побудови графіків

ЗАВДАННЯ: Розрахувати графіки поливу сільськогосподарських культур. визначення потреби в дощувальних машинах для господарства за такими вихідними даними:

№ поля	Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа поля, га	№ поливу	Поливна норма, м ³ /га	Строки поливів	
					початок	кінець
1	Ячмінь ярий	59,1	1	400	16.05	20.05
			2	400	30.05	3.06
			3	400	11.06	15.06
			4	400	29.06	3.07
2	Люцерна 2-го року	59,1	1	450	23.05	28.05
			2	450	30.05	04.06
			3	450	22.06	27.06
			4	450	05.07	10.07
			5	450	14.07	19.07
			6	450	17.07	22.07
			7	450	14.08	19.08
			8	450	26.08	31.08
			9	450	03.09	08.09
			10	450	18.09	23.09
3	Люцерна 3-го року	59,1	1	450	23.05	28.05
			2	450	30.05	04.06
			3	450	22.06	27.06
			4	450	05.07	10.07

4	Пшениця озима	59,1	5	450	14.07	19.07
			6	450	17.07	22.07
			0	600	25.08	01.09
			1	300	29.04	02.05
			2	300	10.05	13.05
			3	300	20.05	23.05
			4	300	11.06	14.06

Порядок виконання

Спочатку складають неукмплектований графік поливу (табл. 1, перша частина), а потім його необхідно укомплектовувати під витрати дощувальних машин, які розміщені на полях зрошуваного масиву.

Для побудови неукмплектованого графіка поливів складають відомість.

Попередньо складають таблицю вихідних даних, в яку заносять усі культури сівозміни, поливні норми, строки і тривалість поливного періоду, а також обчислені величини поливної витрати (табл.1). Колонки 1 і 2 заповнюють у відповідності з завданням.

Поливна норма бруто при поливі дощуванням ($K_{вп} = 1,25$) по ячменю ярому матиме вигляд $m_{бр} = M_{нт} \times K_{вп} = 400 \times 1,25 = 500 \text{ м}^3/\text{га}$

Полівні витрати (Q), тобто кількість води, яку необхідно подавати під час кожного поливу за одиницю часу по ячменю ярому матиме вигляд

$$Q = m_{бр} \times F / (3,6 \times \tau \times t) = 500 \times 60 / (3,6 \times 5 \times 24) = 30000 / 432 = 69,4 \text{ м}^3/\text{га}$$

Побудову графіка поливів проводять в такій послідовності:

Площа кожного прямокутника являє собою об'єм води, поданий за один полив на 1 га культури (тобто поливну норму), зображені початок і кінець кожного поливу, міжполивні періоди.

За даними відомості неукмплектованого графіка поливів будують неукмплектований графік поливу (рис. 8). Для цього на аркуші міліметрового паперу, стандартного розміру, наносять осі координат. На осі ординат (Y) відкладають витрати (Q, л/с), а на лінії абсцис (X) – календар на весь вегетаційний період. Перед тим як будувати графік поливів, кожній

сільськогосподарській культурі назначають відповідне позначення (штриховкою або кольором).

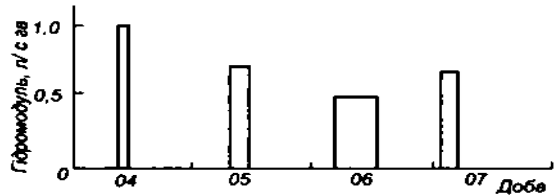


Рис. 7. Графік для однієї культури сівозміни

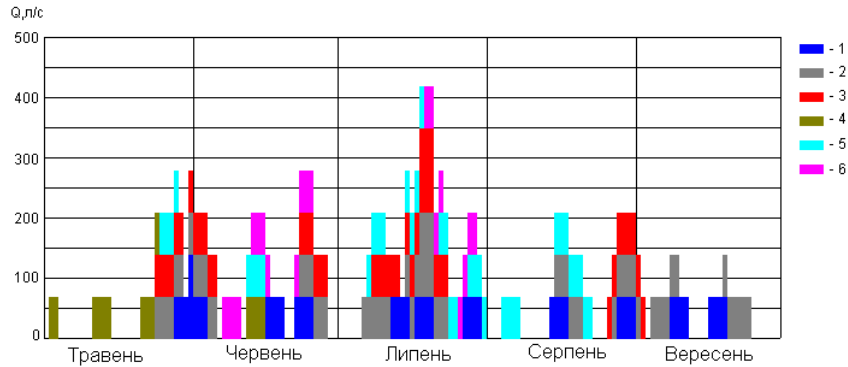


Рис. 8. Не укомплектований графік поливів шестипільної польової сівозміни (ПРИКЛАД)
Для даного випадку максимальна витрата, що необхідно подати на сівозміну складає 420 л/с і він буде спостерігатись 5 днів (див. рис. 6).

Таблица 7

ВІДОМІСТЬ НЕУКОМПЛЕКТОВАНОГО ГРАФІКА ПОЛИВІВ

№ поля	Сільськогосподарська культура (вих.дані)	Зрошувана площа поля, га (вих.дані)	Зрошувальна норма, м ³ /га	№ поливу (вих.дані)	Поливна норма, м ³ /га		Строки поливів (вих.дані)		Тривалість поливу, днів	Поливна витрата, л/с
					нетто	брутто	початок	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Ячмінь ярий	60	3300	1	400	500	16.05.21	20.05.21	5	69
				2	400	500	30.05.21	03.06.21	5	69
				3	400	500	11.06.21	15.06.21	5	69
				4	400	500	29.06.21	03.07.21	5	69
2	Люцер на 2-го року	120	4500	1	450	562,5	23.05.21	28.05.21	6	130
				2	450	562,5	30.05.21	04.06.21	6	130
				3	450	562,5	22.06.21	27.06.21	6	130
				4	450	562,5	05.07.21	10.07.21	6	130
				5	450	562,5	14.07.21	19.07.21	6	130
				6	450	562,5	17.07.21	22.07.21	6	130
				7	450	562,5	14.08.21	19.08.21	6	130
				8	450	562,5	26.08.21	31.08.21	6	130
				9	450	562,5	03.09.21	08.09.21	6	130
				10	450	562,5	18.09.21	23.09.21	6	130
3	Люцер на 3-го	180	3300	1	450	562,5	23.05.21	28.05.21	6	195
				2	450	562,5	30.05.21	04.06.21	6	195

	року			3	450	562,5	22.06.21	27.06.21	6	195
				4	450	562,5	05.07.21	10.07.21	6	195
				5	450	562,5	14.07.21	19.07.21	6	195
				6	450	562,5	17.07.21	22.07.21	6	195
				0	600	750	25.08.21	01.09.21	8	195
4	Пшениця озима	60	1200	1	300	375	29.04.21	02.05.21	4	260
				2	300	375	10.05.21	13.05.21	4	260
				3	300	375	20.05.21	23.05.21	4	260
				4	300	375	11.06.21	14.06.21	4	260

Середня ордината визначається шляхом ділення сумарної кількості води, яку необхідно подати за цей період Т (діб), на його тривалість збільшену на три доби.

$$Q_{cp} = \sum(Q_n \times T_n) / (T+3) = (420 \times 5) / (5+3) = 262 \text{ л/с}$$

Визначивши Q_{cp} , знаходять нову тривалість кожного поливу. Укомплектування проводять за рахунок зміщення дат поливу (як правило, на 2–5 діб). Приклад укомплектованого графіка поливу наведений на рис. 6.

Таблиця 8

ВІДОМІСТЬ УКОМПЛЕКТОВАНОГО ГРАФІКА ПОЛИВІВ

№ поля	Сільськогосподарська культура	Зрошувана площа поля, га	Зрошувальна норма, м ³ /га	№ поливу	Строки поливів		Тривалість поливу, днів	Поливна витрата, л/с
					початок	кінець		
1	2	3	4	5	8	9	10	11
1	Ячмінь ярий	60	3300	1	16.05.21	17.05.21	1	262
				2	30.05.21	31.05.21	1	262
				3	11.06.21	12.06.21	1	262
				4	29.06.21	30.06.21	1	262
2	Люцерна 2-го року	120	4500	1	23.05.21	25.05.21	3	262
				2	30.05.21	01.06.21	3	262
				3	22.06.21	24.06.21	3	262
				4	05.07.21	07.07.21	3	262
				5	14.07.21	16.07.21	3	262
				6	17.07.21	19.07.21	3	262
				7	14.08.21	16.08.21	3	262
				8	26.08.21	28.08.21	3	262
				9	03.09.21	05.09.21	3	262
				10	18.09.21	20.09.21	3	262
3	Люцерна 3-го року	180	3300	1	23.05.21	27.05.21	4	262
				2	30.05.21	03.06.21	4	262
				3	22.06.21	26.06.21	4	262
				4	05.07.21	09.07.21	4	262
				5	14.07.21	18.07.21	4	262
				6	17.07.21	21.07.21	4	262
				0	25.08.21	30.08.21	6	262

4	Пшениця озима	240	1200	1	29.04.21	02.05.21	4	262
				2	10.05.21	13.05.21	4	262
				3	20.05.21	23.05.21	4	262
				4	11.06.21	14.06.21	4	262

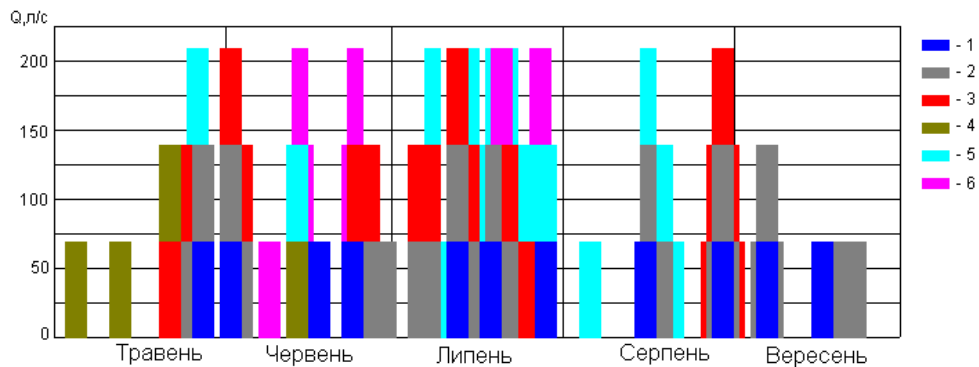


Рис. 9. Укомплектований графік поливів шестипільної польової сівозміни(ПРИКЛАД)

По укомплектовану графіку поливів визначають найбільшу кількість одночасно працюючих машин і максимальні витрати, які необхідно подавати на сівозміну, тобто витрати по яких виконують гідравлічні розрахунки зрошувальної мережі і визначають параметри насосної станції.

5. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИНАХ ДЛЯ ГОСПОДАРСТВА

Завдання: Опанувати методикою визначення потреби в дощувальних машинах для господарства у зв'язку з проведенням зрошення. Розрахувати потребу в дощувальних машинах для проведення зрошення в господарстві.

Вихідні дані: Для зрошення виділена ділянка площею 400 га (брutto), на якій передбачається освоїти 8-пільну польову сівозміну. Грунт ділянки - чорнозем звичайний важкосуглинковий. Джерело зрошення - ставок. Полив проводиться дощуванням з допомогою поливної машини ДДН-70 з витратою води $Q_m = 65$ л/с. Середня поливна норма $m_{нт} = 350$ м³/га. Втрати води на випаровування в атмосферу становлять 10% норми нетто. Тривалість одного поливу 2 доби, міжполильний період культур сівозміни - 16 діб. Натиск на гідранті $h_r = 5$ м. Ширина поля сівозміни кратна 500м, довжина в межах 600-1000 м. Коефіцієнт використання робочого часу $\eta_r = 0,75$. Коефіцієнт корисної дії ККД зрошувальної ділянки $\eta = 0,92$. Коефіцієнт землевикористання К.з.в.= 0,98. Вода на полив подається насосною станцією.

Схема запроектованої зрошувальної ділянки.

Дощувальна машина ДДН-70 працюватиме від закритої зрошувальної мережі. Насосна станція забирає воду з ставка і подає її в головний трубопровід (ГТ), по якому вода транспортується на зрошувальну ділянку. В поперечному напрямку до головного трубопроводу закладено розподільні трубопроводи РТ-1 і РТ-2 на віддалі 800 м один від одного. Вони розподіляють воду між поливними трубопроводами (ПТ) з гідрантами, розташованими в шахматному порядку для кращого покриття поливними струменями. На кожному поливному трубопроводі працює тільки одна дощувальна машина.

Загальні положення

Потребу в дощувальних машинах (N) визначають для виділеної під зрошення площі сівозміни або пасовища (ω_n).

Для цього порівнюють площу, виділену під зрошення $\omega_{зр.нт}$ і сезонну продуктивність дощувальної машини $\omega_{сез}$.

Розрахунок поливу дощуванням

Інтенсивність дощу I (мм/хв) знаходять за формулою:

$$I = \frac{60 \times Q_m}{\omega_n \times \mu_n}, \quad (5.1)$$

де Q_m - витрати дощувальної машини, л/с;

ω_n - площа поливу з однієї позиції, м²;

$$T_{ст} = \frac{m_{бр}}{10 \times I}, \quad (5.2)$$

де $m_{бр}$ - поливна норма брутто м³/га.

μ_n - коефіцієнт, який враховує умови поливу площі на одній стоянці. Тривалість стоянки $T_{ст}$ (хв) дощувальної машини на одній позиції знаходять за залежністю:

$$\omega_{бр} = \frac{\omega_{дл.б}}{n} = \frac{240}{6} = 40(\text{га}) \quad \omega_n = \frac{\omega_{дн}}{n} = \frac{235}{6} = 39(\text{га})$$

$$T_{ст} = \frac{m_{бр} \times \omega_n \times \mu_n}{600 \times Q_m}, \quad (5.3)$$

З врахуванням формули (5.1) і (5.2) тривалість зупинки дощувальної машини на одній позиції дорівнює:

Витрати води, необхідні для поливу дощуванням заданої площі (Q_n , л/с), зазначають за формулою:

$$Q_n = \frac{m_{бр} \times \omega_{дн}}{3,6 \times T_{доб} \times T \times \mu_{ч}}, \quad (5.4)$$

де $\omega_{дн}$ - площа зрошувальної ділянки нетто, га

$T_{доб}$ - тривалість роботи дощувальної машини протягом доби, годин;

T - міжполивний період, діб;

$\mu_{ч}$ - коефіцієнт використання часу.

Кількість дощувальних машин - N_m , одночасно працюючих на поливі вибачається за формулою (5.5).

$$N_m = \frac{K_3 \times \omega_{дн}}{\omega_{сез}}, \quad (5.5)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,2$;

$\omega_{сез}$ - площа зрошення однією машиною за сезон. Для ДДН-70 - 70га.

Для цього необхідно визначити сезону площу зрошення:

$$\omega_{сез} = \omega_{доб} \times \mu_{сез} \times T, \quad (5.6)$$

Де $\mu_{сез}$ - коефіцієнт використання часу за сезон;

T - міжполивний період, діб. Для овочевої і кормової сівозміни $T=10...12$ діб; для польової $T=12...18$ діб

$$\omega_{доб} = 3,6 \times T_{доб} \times \mu_{доб} \times \frac{Q_m}{m_{бр}}, \quad (5.7)$$

$\omega_{доб}$ - площа поливу однією машиною за добу, га;

Де $\mu_{доб}$ - коефіцієнт використання часу протягом доби.

Приклад.

Провести розрахунок поливу дощуванням машиною ДДН - 70.

Дано: $\omega_{дн.б} = 240$ га, коефіцієнт землевикористання $K_{з.в.} = 0,98$;
 n - кількість полів – 6; η_n - коефіцієнт, який враховує умови поливу з однієї стоянки, $\eta_n = 0,94$; $m_{нт} = 300$ м³/га, $m_{бр} = 330$ м³/га. Площа поливу з однієї

стоянки $\omega_{\text{п}} = 1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2$. $T = 12$ діб (міжполивний період); $T_{\text{доб}} = 18$ годин (тривалість роботи дощувальної машини протягом доби, годин); $\eta_{\text{доб}} = \eta_{\text{сез}} = 0,8$ (коефіцієнт використання часу за сезон) ($Q_{\text{м}} = 65 \text{ л/с}$ - витрати води дощувальною машиною).

Ширину поля приймаємо $B = 500 \text{ м}$, тоді довжина поля буде дорівнювати:

$$l = \frac{10000 \times \omega_{\text{бр}}}{B} = \frac{40 \times 10000}{500} = 800 (\text{м})$$

Інтенсивність дощу, який дає дощувальна машина визначається за формулою 5.1:

$$I = \frac{60 \times 65}{10000 \times 0,94} = 0,415 (\text{мм/хв})$$

Час зупинки на одній зупинці (позиції) вираховуємо за формулою 5.2:

$$T_{\text{см}} = \frac{330}{10 \times 0,415} = 79,5 (\text{хв})$$

Витрату води, яка необхідна для поливу 235 га, визначаємо за формулою (5.4)

$$Q_{\text{н}} = \frac{330 \times 235}{3,6 \times 12 \times 18 \times 0,8} \approx 124 (\text{л/с})$$

Площу поливу однією машиною за добу визначаємо за формулою (5.7)

$$\omega_{\text{доб}} = 3,6 \times 18 \times 0,8 \times \frac{65}{330} = 10,2 (\text{га})$$

Площу поливу однією машиною за сезон визначаємо за формулою (5.6)

$$\omega_{\text{сез}} = 10,2 \times 12 \times 0,8 = 98 (\text{га})$$

Площа ділянки нетто дорівнює $\omega_{\text{дн}} = \omega_{\text{дб}} \times K_{\text{з.в.}} = 240 \times 0,98 = 235 \text{ га}$
Площа одного поля сівозміни

Знаючи $\omega_{\text{дн}}$ і $\omega_{\text{сез}}$ можна визначити по формулі (5.5) потрібну кількість машин на даній площі: $N_{\text{м}} = 1,2 \times 235 / 98 = 2,8$ машини, приймаємо за 3 машини. Фактична площа $\omega_{\text{ф}}$ поливу однією машиною за сезон становить:

$$\omega_{\text{ф}} = \frac{\omega_{\text{діл.н}}}{N_{\text{м}}} = \frac{235}{3} \approx 78 (\text{га})$$

Розрахункові витрати зрошувальної мережі

Розрахункові витрати зрошувальної мережі встановлюють по її елементах. Витрати поливного трубопроводу визначають при умові, що на ньому працює одна машина ДДН - 70.

$$Q_{п.т} = \frac{Q_m}{\mu} = \frac{65}{0.95} = 70 (\text{л/с})$$

Витрати розподільного трубопроводу визначаємо при умові, що від нього одержують воду одночасно три машини:

$$Q_{р.т.} = N_m \times Q_{пт} = 3 \times 70 = 210 \text{ л/с}$$

Витрати головного магістрального і розподільного трубопроводів однакова, тобто ($Q_{м.т.}=210$ л/с, оскільки трубопроводи РТ-1 і РТ-2 підключають по чергові, забезпечуючи полив на 3-х полях сівозміни одночасно.

Звіт про роботу

Подається у вигляді розрахунків за вищенаведеним прикладом.

6.РОЗРАХУНОК ОСУШУВАЛЬНОЇ ДІЇ ДРЕНАЖУ

Вихідні дані: Тип ґрунту, коефіцієнт фільтрації ґрунту (K_f), глибина залягання водопідпільного горизонту осушуваної ділянки ґрунту (8), норма осушення (а), осідання осушуваного ґрунту (Д), зовнішній і внутрішній діаметр дрена, кількість опадів, випаровування за розрахунковий період, тривалість розрахункового періоду, коефіцієнт водовіддачі (ц).

Завдання: Визначити глибину закладання дренажу, надходження води до дрена, середню інтенсивність відведення води дренажною системою, відстань між дренами.

Загальні відомості

В закритих осушувальних або зрошувально-осушувальних системах регульовальна мережа складається з дрена і закритих збирачів (колекторів). Дрена і колектори - це трубчасті водогони, які мають отвори для прийому води з ґрунту. Керамічні труби викладають так, щоб щілини між ними були не більше 1-2мм або з'єднують їх спеціальними пластмасовими муфтами. В пластмасових трубах по їх довжині роблять щілини або круглі отвори. Щоб

виключити замулення і збільшити приймальну поверхню дренажних труб, отвори в них закривають шаром фільтрувального матеріалу: мохом, скловатою тощо.

Осушувальна дія дренажу залежить від глибини його закладання, віддалі між дренами, водопроникності ґрунту, інтенсивності надходження води до дрен, необхідної норми і строків пониження ґрунтових вод тощо.

$$W = H_b + \mu \times a + O - E, \quad (6.1)$$

Розрахункове надходження води в осушувальну мережу за весняний період визначають на основі водного балансу:

Осушувальна мережа працює, як правило, в нестійкому режимі, тобто надходження води до дрен і напір на дрени змінюється з часом залежно від кількості опадів, випаровування та надходження поливної води. Практично всі розрахунки проводять за формулами, отриманими для стійкого водного режиму.

Значення інтенсивності надходження води q і напору води на дренах На приймають як середнє за розрахунковий період.

Дрени закладають в найбільш водопроникний шар ґрунтового розрізу. Середню мінімальну глибину їх закладання (b_{min}) приймають в мінеральних ґрунтах їм, а в торфовищах (після осідання) - 1,1м. В плані дрени слід розташовувати під кутом до горизонталей місцевості з тим, щоб глибина закладання їх по всій довжині була однаковою. На рівних ділянках дренам надають штучний нахил 0,002-0,003. В такому випадку глибина їх у верхів'ї повинна бути не менше 0,7м.

З'єднання дрен з колектором в плані проводять під кутом 60-90°. Довжина дрен коливається від 70 до 200м і в середньому становить 150м.

На осушувальній ділянці відстань між дренами та глибина їх закладання повинні бути такими, щоб рівень ґрунтових вод знижувався на глибину 50-60см до початку весняного обробітку ґрунту, 70-80см - до кінця першого місяця, а в інший період вегетації сільськогосподарських культур він був би на глибині 1,0-1,1м від поверхні ґрунту.

Початок передпосівного періоду встановлюють за сумою позитивних середньодобових температур повітря близько 130-200°C, яка відповідає даті переходу середньодобової температури повітря через 5°C, а посівний період - на сім днів пізніше і відповідає періоду з температурами 5-10°C.

Розрахунок глибини закладання дрени

Середню глибину закладання дрени (b) розраховують за формулою 8.1:

$$b = a + h + d_3 + \Delta \times b_{min}, \quad \text{м, (6.2)}$$

a - норма осушення, м ($a = 0,5 - 0,6$);

h - висота вигину кривої депресії ґрунтових вод відносно дрени, м;

d_3 - зовнішній діаметр дрени, м;

Δ - осідання осушуваного шару ґрунту, м;

b_{min} - мінімальна глибина закладання дрени, м.

Висота вигину кривої депресії h в середньо-розкладених торфовищах становить близько 0,1-0,3м, в піщаних ґрунтах - 0,1-0,2м, в суглинкових - 0,1-0,3м, а в важкосуглинкових та глинистих - 0,2-0,5м.

Осідання осушуваного шару ґрунту Δ залежить від кількості органічних речовин в ньому та інтенсивності їх розкладання. Значення Δ приймають рівним 0,15-0,25 для торфовищ, 0,01-0,05 - для піщаних ґрунтів і 0,05-0,1 для суглинчастих і глинистих ґрунтів.

Розрахунок надходження води до дрени

Найбільш напружений час в роботі дренажної системи припадає на весняний період від кінця сніготанення до початку польових робіт, оскільки за цей час осушувальна система повинна закрити рівень ґрунтових вод до необхідної норми осушення. Тривалість цього періоду становить 10-15 діб.

$$W = H_b + \mu \times a + O - E, \quad (6.3)$$

W - шар води, який необхідно відвести дренажем, м;

H_b - шар води, який залишився на поверхні ґрунту після танення снігу або випадання опадів, м ($H_b = 0,01-0,02$ м);

μ - коефіцієнт водовіддачі ґрунту (згідно завдання викладача);

a - норма осушення, м;

О - кількість опадів за розрахунковий період, м;

Е - випаровування за розрахунковий період, м.

Середня за весняний період інтенсивність відведення води (*a*)

осушувальною мережею визначається за формулою 8.3:

$$q = \frac{W}{T}, \quad \frac{\text{м}}{\text{доб}} \quad (6.4)$$

T - тривалість розрахункового періоду, діб.

Напір води на дрени протягом весняного періоду значно змінюється - на початку періоду ґрунт повністю насичений водою й рівень ґрунтових вод близький до поверхні ґрунту, а в кінці періоду ґрунтові води повинні опуститись до заданої норми осушення. Середній напір ґрунтових вод на дрени за цей період (*H_д*) розраховують за формулою 8.4:

$$H_d = b - 0,6 \times a, \quad \text{м} \quad (6.5)$$

b - глибина закладання дренажу, м; *a* - норма осушення, м.

Розрахунок відстані між дренами

Відстань між дренами визначають розрахунками, при яких враховують надходження води до дрени, геологічну будову осушуваної території і водопроникність осушуваних ґрунтів.

Залежно від глибини залягання водопідпірного горизонту та гранулометричного складу ґрунту осушуваної території відстань між дренами спочатку приймають рівною 20-60м (табл. 8.1), а потім уточнюють за формулами 8.5- 8.7.

У випадку, коли дрена лежить на водо підпірному горизонті, для розрахунку відстані між дренами використовують формулу Роте:

$$B = 2 \times H_d \sqrt{\frac{K_{\phi}}{q}}, \quad (6.6)$$

при глибокому заляганні водопідпірного горизонту відстань між дренами уточнюють за формулами О.М. Костякова (8.6) та С.Ф. Авер'янова (8.7):

$$\text{при } \frac{B_1}{S} < 3, \quad B = \frac{\pi \times K_\phi \times H_d}{q \times 2,3 \times \lg\left(\frac{B}{d} - 1\right)}, \quad (6.7)$$

$$\text{при } \frac{B_1}{S} \geq 3, \quad B = 2H_d \sqrt{\frac{K_\phi}{q} \times \left(1 + \frac{2S}{H_d}\right) \times \alpha}, \quad (6.8)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{1}{1 + \frac{2S}{B} \times 2.94 \times \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2S}}}, \quad (6.9)$$

B_1 - наближена відстань між дренами, м(за табл.9);

S - відстань від дрени до водопідпірного горизонту, м (приймається згідно завдання);

B - розрахункова відстань між дренами, м;

H_d - середній напір ґрунтових вод на дрени, м;

K_ϕ - коефіцієнт фільтрації водовмісного шару ґрунту (приймається згідно завдання);

q - середнє за розрахунковий період надходження води до дрени, м/доб.;

a - коефіцієнт, який враховує ступінь врізання дренажу у водовмісний шар;

d - розрахунковий діаметр дрени, рівний діаметру фільтруючої оболонки дрени а при її відсутності - зовнішньому діаметру труби, м.

Таблиця 9

Наближена відстань між дренами (B) при осушенні заболоченої площі з легководопроникним підорним шаром, м

Гранулометричний склад ґрунту орного горизонту, тип торфовища	Господарське використання	
	Польові і овочеві сівозміни та пасовища	Лучно-пасовищні сівозміни, літні пасовища
Піщаний	50-40	60-45
Супіщаний	40-35	45-40
Легкосуглинковий	35-30	40-35

Середньосуглинковий	30-25	35-30
Торфовище: - низинне	40-35	45-35
- перехідне	35-25	40-30
- верхове	30-20	35-20

Діаметри дрени, які використовують в режимі осушення, на практиці приймають рівними 5см по внутрішньому та 7см по зовнішньому діаметру. Відповідність або невідповідність вибраного діаметру дрени перевіряють за допомогою гідравлічного розрахунку з метою перевірки пропускної здатності дрен для прийнятих похилів та відстані між ними. В разі невідповідності, діаметр дрени приймають більшим і повторюють розрахунки.

Звіт про роботу

Представляється студентом у вигляді розрахунків глибини закладання дренажу, надходження води до дрен, середньої інтенсивності відведення води дренажною системою за розрахунковий період, відстані між дренами.

7.РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Завдання: Обґрунтувати доцільність капіталовкладень в меліорацію земель.

Вихідні дані: Площа полів і культури сівозміни, розмір капіталовкладень на меліоративні роботи, проектна врожайність до і після меліорації земель, сільськогосподарські та меліоративні затрати на 1га площі зайнятої культурою, закупівельні ціни на сільськогосподарську продукцію.

Загальні відомості

Відповідно до "Типової методики визначення економічної ефективності капітальних вкладень", роблячи економічну оцінку капіталовкладень у меліорацію земель, необхідно проводити розрахунок народногосподарської і внутрішньогосподарської ефективності.

Народногосподарську ефективність обчислюють виходячи з виробленого в сільському господарстві національного доходу (чистої продукції), а внутрішньогосподарську - за результатами господарської діяльності агропідприємств на цих землях.

Внаслідок меліорації земель передбачається:

- 1) збільшення виходу сільськогосподарської продукції з одиниці площі;
- 2) одержання продукції на новоосвоюваних площах;
- 3) зниження собівартості продукції;
- 4) підвищення якості меліорованих земель.

Для досягнення цих результатів необхідні:

- капіталовкладення на проведення меліорації і пов'язане з нею розширення сільськогосподарського виробництва;
- затрати на експлуатацію меліоративних систем та їх амортизацію;
- додаткові поточні затрати на ведення сільськогосподарського виробництва.

Економічну ефективність меліорації земель визначають порівнянням результатів меліоративних заходів із затратами на їх проведення. Основними показниками економічної ефективності меліорації є: коефіцієнт ефективності капіталовкладень та строк їх окупності, додатковий чистий дохід від меліорацій, собівартість продукції.

Розрахунки проводять для всіх культур сівозміни, в якій проводились або плануються проводитись меліоративні заходи. Вони зводяться в відомість (табл. 9.1).

Врожайність культур до меліорації приймають як середню багаторічну за останні 5 років у даному господарстві, а після меліорації (проектна) - середня за останні 5 років на меліорованих землях у навколишніх господарствах. Для лабораторної роботи дані використовуються з додатка 17.

Показники валової продукції (ВП) розраховуються як добуток врожайності культури (У) на площу (f) яку вона займає.

Вартість валової продукції (ВВП) розраховують за формулою:

$$\text{ВВП} = \text{ВП} \times \text{Ц, грн. (7.1)}$$

де Ц - закупівельна ціна, грн./ц.

Таблиця 10

Відомість обчислення економічної ефективності зрошення
сільськогосподарських культур

Показники	Культури					
	до	після	до	після	до	після
1	2	3	4	5	6	7
Площа (f), га						
Врожайність (У), ц/га						
Валова продукція (ВП), ц						
Закупівельна ціна (Ц), грн./ц						
Вартість валової продукції (ВВП), грн.						
Щорічні витрати на 1га,грн.:						
- сільськогосподарські ($v_{c/z}$)						
- меліоративні (v_m)						
- загальні (в)						
Сумарні щорічні витрати (В),грн.						
Собівартість продукції (С),грн./ц.						
Чистий дохід (ЧД), грн.						
Додатковий чистий дохід (ДЧД), грн.						
Сумарний додатковий чистий дохід (Σ ДЧД).						

Щорічні сільськогосподарські ($v_{c/z}$) та меліоративні витрати (v_m) на 1га вирощуваної культури визначають за технологічними картами. Причому сільськогосподарські витрати після меліорації дещо збільшуються, оскільки до них входять витрати на вирівнювання поверхні полів, нарізання тимчасової зрошувальної мережі, проведення поливів, додаткових обробітків ґрунту, збирання додаткової продукції тощо.

До меліоративних експлуатаційних витрат включаються витрати на утримання поливної техніки, знарядь та амортизаційні відрахування (в лабораторній роботі використовуються дані з додатку 17). Загальні щорічні витрати на 1га (в) складаються із сільськогосподарських та меліоративних витрат.

Сумарні щорічні витрати (В) отримують за формулами:

- для культури - $V = v \times f$; (7.2)

- для всієї сівозміни - $V = \Sigma(v \times f)$, грн. (7.3)

де f - площа, зайнята під культурою, га.

$$C = V/ВП, \text{ грн./ц} \quad (7.4)$$

Чистий дохід (ЧД) - це різниця між вартістю триманої валової продукції (ВВП) і сумарними витратами (В):

$$ЧД = ВВП - В, \text{ грн.} \quad (7.5)$$

Собівартість продукції (С) визначається як співвідношення сумарних щорічних витрат до отриманої валової продукції:

$$ДЧД = ЧД_{\text{м}} - ЧД_{\text{б}}, \text{ грн.} \quad (7.6)$$

Сумарний додатковий чистий дохід від зрошення культур сівозміни:

$$\Sigma ДЧД = ДЧД_1 + ДЧД_2 + \dots + ДЧД_n, \quad (7.6)$$

де 1, 2, ..., n - номер культури сівозміни.

Строк окупності капіталовкладень (Т) визначається за формулою:

$$T = \frac{K}{\Sigma ДЧД}, \text{ років} \quad (7.7)$$

де К - розмір капіталовкладень на всю площу зрошуваної сівозмін ($F_{зр}$), грн.

$$K = k \times F_{зр}, \quad (7.8)$$

де k-розмір сукупних капіталовкладень на одиницю площі, грн./га.

Цей показник визначають за укрупненими нормативами на будівництво меліоративних систем.

Для оцінки ефективності меліоративних заходів важливо знати додатковий чистий дохід (ДЧД), який визначається як різниця між чистим доходом при зрошенні ($ЧД_{\text{м}}$) та чистим доходом, отриманим від культури без зрошення ($ЧД_{\text{б}}$) в однакових ґрунтових та погодно-кліматичних умовах.

Для розрахунків в лабораторній роботі приймаємо: $k = 3900$ грн./га для будівництва закритої системи ("Фрегат"), або $k = 2500$ грн./га для комбінованої системи (ДДА - 100МА).

Коефіцієнт фактичної ефективності ($K_{ф.еф}$) капіталовкладень є зворотною величиною до строку окупності

$$K_{ф.еф} = \frac{\Sigma ДЧД}{К}, \quad (7.9)$$

Він характеризує доход (грн.) на 1 грн. сукупних капіталовкладень, і не повинен бути меншим за нормативний показник $K_{ф.еф} = 0,1$.

Звіт про роботу

Звіт подається у вигляді розрахунків показників економічної ефективності зрошення сільськогосподарських культур сівозміни згідно завдання та виданих викладачем даних.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Меліорація ґрунтів: Методичні рекомендації до практичних робіт / Укл. Польчина С.М. – Чернівці: Рута, 2004. – 36 с.
2. Назаренко І.І., Смага І.С., Польчина С.М., Черлінка В.Р. Землеробство та меліорація. Підручник. – Чернівці: Книги-XXI, 2006. – 543 с.
3. Польчина С.М. Меліорація ґрунтів: Навчальний посібник. – Частина 1.- Чернівці: Рута, 2002. – 75 с.
4. Польчина С.М. Меліорація ґрунтів: Навчальний посібник. – Частина 2.- Чернівці: Рута, 2003. – 79 с.
5. Ромащенко М.І, Рокочинський А.М Краплинне зрошення:навч. посібн. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС,2015. 300 с.
6. Гурін В. А. Технологія зрошування: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2013. 381 с.
7. Доценко В. І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 446 с.
8. 7. Сільськогосподарська меліорація з основами лісомеліорації / Методичні вказівки до лабораторних робіт студентам спеціальності Агрономія Кіровоград: КДТУ, 2003. - 52 с.

Додаток 1. Технічні характеристики дощувальних машин

Показник	ДДА-100МА	ДФ-120 "Днепр"	ДМУ "Фрегат"	ДДН-70	ДДН-100
Витрата води, л/с	130	120	58-100	65	100
Напір, МПа	0,37	0,45	0,5 - 0,7	0,52 .	0,65
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	2,4	0,285	0,19-0,31	0,415	0,27-0,30
Продуктивність при поливній нормі 300м ³ /га, га/год.	1,6	1,39	1,2	0,78	1,2
Площа, яку обслуговують за сезон, га	100-120	100-120	140-144	70	100-120
Обслуговуючий персонал	1	1 на 4 машини	1 на 2-3 машини	1	1

Додаток 2 Водно-фізичні властивості ґрунтів і глибина залягання ґрунтових вод

Номер	Польова вологоємність ґрунту (НВ)%	Вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК), %	Об'ємна маса ґрунту, г/см ³	Глибина залягання ґрунтових вод, м
0	28	21	1,3	8
1	25	19	1,2	0-3
2	27	21	1,3	3-4
3	26	19	1,2	7
4	25	19	1,4	2-0
5	27	20	1,2	5
6	28	21	1,2	3-4
7	27	20	1,2	0-3
8	26	19	1,3	6
9	28	21	1,4	2-0

Додаток 3. Середньодекадний дефіцит вологи повітря (d), мм рт.ст.

№	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	2,8	3,7	4,5	5,4	6,1	6,7	7,5	8,1	8,7	9,5	10,9	10,4	10,3	9,9	9,1	7,4	6,1	4,8
1	2,7	3,6	4,7	5,2	5,8	6,3	6,6	7,1	7,9	7,4	10,4	10,3	9,4	8,5	7,5	6,4	5,6	4,7
2	2,2	2,8	3,5	4,3	4,7	5,4	6,4	7,1	7,7	8,5	9,1	9,6	9,7	9,4	9,1	7,1	5,1	3,7
3	2,2	3,5	4,6	5,6	5,9	6,0	6,0	6,5	7,1	7,6	7,8	7,6	7,2	6,7	6,3	5,6	4,6	3,6
4	2,6	3,0	3,7	4,5	5,4	6,2	6,9	7,5	8,3	9,5	10,0	10,1	9,9	9,1	7,9	6,6	5,5	4,4
5	2,5	3,7	5,0	6,2	6,7	7,3	7,7	8,2	8,8	9,3	9,7	9,9	9,7	9,3	8,8	7,7	6,2	4,7
6	2,0	3,4	5,2	6,1	6,5	7,2	8,1	8,5	8,6	8,6	8,5	8,4	8,2	8,0	7,0	7,0	5,2	3,5
7	2,2	3,3	4,3	6,0	6,7	7,1	7,2	7,5	7,6	8,4	9,0	9,8	9,3	8,7	8,1	6,9	5,8	4,3
8	2,0	2,7	3,7	4,6	5,4	6,1	6,7	7,6	8,3	9,0	9,3	9,6	9,7	9,6	9,1	7,8	6,3	4,8
9	2,7	3,4	4,0	4,9	5,6	6,2	6,8	7,3	8,0	9,5	10,0	10,1	10,0	9,5	8,3	6,8	5,5	4,4

Додаток 4. Декадні середньорічні опади, мм

№	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10	11	12	13	14	16	23	25	24	22	21	19	12	10	9	9	8	8
1	8	9	10	13	13	13	14	14	14	14	16	18	18	14	11	11	9	9
2	8	8	9	10	10	12	13	14	14	12	12	12	12	11	11	8	8	9
3	10	11	13	17	19	21	21	21	22	21	19	17	15	13	13	12	12	11
4	7	8	9	11	13	14	16	17	16	16	15	13	12	10	8	8	10	7
5	9	10	11	12	13	14	17	19	20	20	19	17	14	12	11	11	10	10
6	10	11	11	13	14	16	19	20	20	17	15	14	13	12	12	10	8	9
7	12	13	15	16	17	19	20	21	21	23	22	20	15	13	10	10	10	10
8	9	10	11	12	13	15	20	23	24	18	15	14		12	11	10	9	9
9	7	8	9	11	12	14	16	17	16	16	15	13	12	10	8	8	10	7

Додаток 5. Культури, для яких розраховується режим зрошення

№ варіанта	Кукурудза на зерно	Цукрові буряки	Люцерна	Корені плоди	Кукурудза на силос	Картопля літньої посадки	Картопля рання	Огірки	Помідори	Капуста
0	+									
1		+								
2			+							
3				+						
4					+					
5						+				
6							+			
7								+		
8									+	
9										+

Додаток 6.

Коефіцієнти біологічних кривих водоспоживання сільськогосподарськими культурами на півдні України (Кб)

Місяці	декада	Озима пшениця	Ярі зернові (ячмінь)	Кукурудза	Люцерна 2-го року	Цукрові буряки	Картопля весняної посадки	Помідори, капуста, огірки	Картопля літньої посадки
IV	1	0,70	0,40		0,60	0,36			
	2	0,69	0,48	0,30	0,64	0,39	0,30		
	3	0,69	0,55	0,33	0,61	0,40	0,36		
V	1	0,63	0,59	0,42	0,69	0,44	0,40	0,30	
	2	0,57	0,61	0,47	0,72	0,48	0,48	0,40	
	3	0,54	0,63	0,50	0,69	0,51	0,55	0,44	
VI	1	0,45	0,61	0,52	0,56	0,53	0,61	0,52	
	2	0,40	0,58	0,56	0,58	0,56	0,63	0,61	0,40
	3	0,35	0,53	0,60	0,61	0,60	0,60	0,69	0,44
VII	1	0,31	0,45	0,65	0,69	0,63	0,56	0,70	0,52
	2		0,40	0,64	0,70	0,64	0,49	0,68	0,56
	3		0,36	0,60	0,70	0,65	0,44	0,60	0,61
VIII	1			0,53	0,56	0,68	0,40	0,56	0,64
	2			0,49	0,57	0,64	0,36	0,52	0,68
	3			0,46	0,60	0,61	0,33	0,49	0,60
IX	1			0,42	0,63	0,60		0,48	0,56
	2			0,38	0,65	0,57		0,47	0,50
	3			0,34	0,68	0,54			0,42

Додаток 7. Поправочні коефіцієнти до сумарного випаровування в залежності від гранулометричного складу ґрунту і рівня ґрунтових вод

Гранулометричний склад ґрунту	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м		
	3,0-4,0	2,0-2,9	1,0-1,9
Легкосуглинковий	1,00	0,86	0,66
Середньосуглинковий	0,96	0,84	0,62
Важкосуглинковий і глинистий	0,9	0,77	0,60

Додаток 8. Наближена тривалість вегетаційних періодів сільськогосподарських культур на півдні України

№ п/п	Культура	Вегетаційний період		
		поява сходів	відновлення вегетації	кінець
1	Ячмінь	10. IV..20. IV	-	5.VII...20.VII.
2	Цукрові буряки	15.IV...30.IV	-	15.IX...30.IX
3	Кукурудза на зерно	10.V....20.V.		8.IX...20.IX
4	Кукурудза на силос	10.V....20.V.	-	2.VIII...10.VIII
5	Коренеплоди	20.V..30.V	-	10.IX..20.IX
6	Картопля рання	10.V..20.V	.	25.VIII...31.VIII
7	Картопля літньої посадки	26.VI... 10.VII	-	20.IX..30.IX
8	Овочі	5.V....20.V.		7.IX...30.IX
9	Озима пшениця	12.IX...30.IX	1.IV...4.IV	24. VI...8.V
10	Люцерна 2-го року використання		1.IV..4.IV	30.IX

Додаток 9. Наближені глибини активного розрахункового шару ґрунту в різні фази розвитку сільськогосподарських культур

Культура	Фаза розвитку	Строки настання фаз	Глибина
1	2	3	4
Озима пшениця	Поява сходів	12...30.IX	0,4
	Відновлення вегетації	1...4.IV	0,4
	Трубкування	20...30.IV	0,6
	Колосіння	20...31. V	0,7
	Дозрівання	20.VI... 10. VII	0,7
Ранні ярі зернові (ячмінь)	Сходи	10...20. IV	0,4
	Кущення	20.IV...30. IV.	0,4
	Трубкування	5...15. V	0,5
	Колосіння	7...20. VI	0,6
	Дозрівання	15...31. V	0,6
Багаторічні трави	Відновлення вегетації	1...4.IV	0,6
	Бутонізація	15...20. V	0,8
	Після 1 -го скошування	20...30. V	1,0
	2-й укіс і до кінця вегетації	30.IX	1,0
Цукрові буряки	Поява сходів	15...30.IV	0,4
	Розвиток розетки листків	10...15. VI	0,6
	Наростання коренеплодів	10...16. V	0,8
	Кінець вегетації	15... 30.IX	0,8
Кукурудза	Сходи	10...20. V	0,4
	Поява 4-х пар листків	12...20. VI	0,6
	Викидання волоті	1...20. VII	0,8
	Збирання на силос	1... 10. VIII	0,8
	Збирання на зерно	10...30.IX	0,8
Картопля рання (весняна посадка)	Поява сходів	10...20.IV	0,4
	Наростання стolonів	10...15. VI	0,6
	Утворення бульб	25. VI...10.V	0,7
	Збирання	20...20. VIII	0,7
Картопля літньої	Сходи	26.VI...10.VII	0,4
	Початок цвітіння	15...25. VIII	0,6
	Дозрівання	20...30.IX	0,6
Огірки	Сходи	5...15. V	0,3
	Поява жіночих суцвіть	20. VI... 30. VI	0,5
	Збирання плодів	30. VI... 30.IX	0,5

Продовження додатку 9

1	2	3	4
Капуста	Посадка в ґрунт	20.IV...20. V	0,4
	Утворення розеток листків	2...15. VI	0,5
	Утворення головок	20. VI... 10. VIII	0,6
	Збирання	10.VII... 30.IX	0,6
Помідори	Посадка в ґрунт	5...30. V	0,4
	Утворення суцвіть	5...15. VI	0,6
	Збирання плодів	20. VII... 30.IX	0,6
Коренеплоди (морква, столові, кормові буряки)	Сходи	20...30.I V	0,4
	Розвиток розетки листків	1...15. VI	0,5
	Наростання коренеплодів	5... 16. VII	0,6
	Кінець вегетації	10...20.IX	0,6

Додаток 10

Режим зрошення сільськогосподарських культур для років забезпеченістю 75% за дефіцитом водоспоживання при доброму ґрунтово-екологічному стані земель України (за рекомендаціями ІЗЗ УААН)

Сільськогосподарська культура	№ поливу	Поливна норма, м ³ /га	Дата поливу	
			початок	кінець
1	2	3	4	5
ЛІСОСТЕП				
Озима пшениця	0	600	20.08	26.08
	1	300	17.08	22.05
	2	400	25.05	30.05
	3	400	10.06	15.06
	4	400	18. 06	23 06
Кукурудза на зерно (середньостиглі гібриди)	1	300	3.07	7.07
	2	300	15.07	16.07
	3	300	25.07	29.07
	4	300	5.08	9.08
	5	300	15.08	19.08
Соя (ранньостиглі сорти)	1	300	20.06	24.05
	2	300	30.06	3.07
	3	400	10.07	14.07
	4	400	23.07	27.07
	5	400	5.08	9.08
Помідори розсадні	1	300	23.05	25.05
	2	300	20.06	24.06
	3	300	2.07	6.07
	4	300	14.07	17.07
	5	400	24.07	27.07
	6	400	2.08	5.08
	7	400	10.08	13 08
Картопля	1	300	4.06	7.05
	2	300	17.06	21.06
	3	300	30.06	4.07
	4	300	17.07	19.07
	5	400	29.07	2.08
Кормові буряки	1	300	15.06	19.06
	2	300	25.06	29.06
	3	300	5.07	09.07
	4	400	15.07	19.07
	5	400	25.07	29.07
	6	400	5.08	9.08
	7	400	15.08	19 08
Кукурудза на силос	1	300	16.06	20.06
	2	300	30.06	4.07
	3	400	15.07	19.07
	4	400	27.07	31.07
	5	400	4.08	8.08

Продовження додатку10

1	2	3	4	5
Багаторічні трави 2 - 3-го року використання	1	500	21.05	26.05
	2	500	13.06	20.06
	3	500	18.07	22.07
	4	500	1.08	7.08
	5	500	20.08	29.08
	6	500	9.09	15.09
Однорічні трави	1	300	10.05	14.05
	2	300	20.05	23.05
	3	300	1.06	5.06
	4	300	15.06	18.06
Капуста пізня	1	200	28.05	30.05
	2	300	3.06	6.06
	3	300	12.06	15.06
	4	350	21.06	24.06
	5	350	2.07	5.07
	6	350	15.07	18.07
	7	350	28.07	31.07
	8	350	15.08	18.08
Кукурудза пожнивна	1	300	10.07	13.07
	2	300	25.07	28.07
	3	300	5.08	8.08
	4	400	25.08	30.08
ПІВНІЧНИЙ СТЕП				
Озима пшениця	0	600	25.08	31.08
	1	300	10.05	13.05
	2	400	25.05	29.05
	3	400	5.06	9.06
	4	400	15.06	19.06
Кукурудза на зерно (середньостиглі гібриди)'	1	300	11.06	14.06
	2	300	23.06	26.06
	3	300	6.07	9.07
	4	300	20.07	23.07
	5	300	1.08	4.08
	6	300	13.08	17.08
Помідори розсадні	1	200	21.05	23.05
	2	300	30.05	3.06.
	3	300	26.06	30.07.
	4	300	7.07	10.07
	5	400	18.07	23.07
	6	400	29.07	2.08
	7	400	7.08	10.08
	8	400	15.08	18.08
Картопля рання	1	300	24.05	27.05
	2	300	3.06	6.06
	3	300	17.06	20.06
	4	400	28.06	1.07
Кормові буряки	1	300	17.06	20.06
	2	300	29.06	2.07
	3	300	7.07	10.07
	4	400	15.07	18.07
	5	400	25.07	28.07
	6	400	5.08	8.08
	7	400	15.08	18.08
	8	400	23.08	26.08

Продовження додатку 10

1	2	3	4	5
Кукурудза на силос	1	300	1.06	4.06
	2	300	10.06	13.06
	3	400	20.06	23.06
	4	400	6.07	9.07
	5	400	21.07	24.07
	6	400	2.08	5.08
Багаторічні трави 2-3-го року використання	1	500	20.05	26.05
	2	500	4.06	9.06
	3	500	26.06	1.07
	4	500	12.07	18.07
	5	500	28.07	2.08
	6	500	11.08	17.08
	7	600	4.09	12.09
Однорічні трави	1	300	20.05	23.05
	2	300	1.06	4.06
	3	400	12.06	15.06
	4	400	24.06	27.06
Огірки	1	300	21.05	24.05
	2	300	1.06	4.06
	3	300	19.06	22.06
	4	300	28.06	30.06
	5	300	4.07	7.07
	6	300	11.07	13.07
	7	300	18.07	23.07
	8	400	52.07	29.07
	9	400	2.08	4.08
Кукурудза пожнивна	1	300	10.07	13.07
	2	300	21.07	24.07
	3	400	3.08	6.08
	4	400	18.08	21.08
	5	400	31.08	3.09
ПІВДЕННИЙ СТЕП				
Озима пшениця	0	600	1.09	10.09
	1	300	28.04	31.04
	2	400	9.05	12.05
	3	400	23.05	26.05
	4	400	13.06	16.06
Кукурудза на зерно (середньостиглі гібриди)	1	300	7.06	10.06
	2	300	20.06	23.06
	3	300	30.06	3.07
	4	300	13.07	16.07
	5	400	20.07	23.07
	6	400	31.07	3.08
	7	400	10.08	13.08
Соя (середньостиглі сорти)	1	300	13.06	15.06
	2	300	20.06	22.06
	3	300	29.06	1.07
	4	300	7.07	9.07
	5	300	15.07	17.07
	6	400	25.07	28.07
	7	400	3.08	6.08
	8	400	11.08	14.08

1	2	3	4	5
Помідори розсадні	1	300	9.05	11.05
	2	300	29.05	31.05
	3	300	16.06	20.06
	4	300	29.06	2.07
	5	350	8.07	12.07
	6	350	18.07	21.07
	7	400	27.07	30.07
	8	400	6.08	9.08
	9	400	15.08	18.08
Картопля рання	1	300	14.05	16.05
	2	300	25.05	28.05
	3	300	5.06	8.06
	4	300	16.06	19.06
	5	400	25.06	29.06
Кормові буряки	1	300	30.05	2.06
	2	300	7.06	10.06
	3	300	15.06	18.06
	4	300	25.06	28.06
	5	300	7.07	10.07
	6	400	15.07	18.07
	7	400	22.07	25.07
	8	400	2.08	5.08
	9	400	15.08	18.08
	10	400	1.09	4.09
Кукурудза на силос	1	300	26.05	28.05
	2	300	4.06	7.06
	3	300	12.06	14.06
	4	300	25.06	28.06
	5	400	7.07	10.07
	6	400	20.07	23.07
	7	400	4.08	7.08
Багаторічні трави 2-3-го року використання	1	500	24.04	29.04
	2	500	22.05	16.05
	3	500	22.06	15.06
	4	500	27.06	22.07
	5	500	16.07	24.07
	6	500	6.08	12.08
	7	500	23.08	29.08
	8	500	15.09	22.09
Огірки	1	200	1.05	4.05
	2	300	14.05	17.05
	3	300	30.05	2.06
	4	300	14.06	17.06
	5	350	26.06	30.06
	6	350	4.07	8.07
	7	400	12.07	15.07
	8	400	20.07	23.07
	9	400	28.07	31.07
	10	400	6.08	10.08
Кукурудза пожнивна	1	300	6.07	8.07
	2	300	20.07	22.07
	3	400	30.07	2.08
	4	400	8.08	11.08
	5	400	20.08	23.08
	6	400	3.09	6.09

Додаток 11

Площа водного дзеркала, обмежена відповідної горизонталлю і водозбірна площа

Варіант	Площа водного дзеркала, що обмежена горизонталлю (тис.м ²)								Водозбірна площа ставку, км ²
	100	101	102	103	104	105	106	107	
1	0	15,0	31,2	70,4	92,2	141,6	190,2	226,4	16
2	0	24,0	52,2	86,4	110,8	134,2	191,4	232,4	17
3	0	15,6	41,2	72,4	102,6	134,8	168,4	241,2	16
4	0	25,2	47,8	91,2	129,2	171,4	203,2	251,8	17
5	0	16,2	40,8	88,8	116,2	139,4	191,2	242,4	14
6	0	18,0	32,4	68,0	98,4	136,8	200,2	241,4	15
7	0	27,0	51,2	99,4	131,2	162,8	201,2	250,4	17
8	0	15,9	31,3	60,5	98,3	131,1	171,1	202,3	14
9	0	12,0	32,4	66,8	99,6	138,4	186,6	218,4	14
10	0	18,3	42,1	86,3	123,7	151,5	191,3	232,3	16
11	0	8,4	32,0	70,2	110,2	148,0	188,4	222,0	15
12	0	21,3	40,7	72,3	111,5	151,3	201,5	239,3	16
13	0	13,2	30,2	62,2	108,8	128,4	187,2	233,4	14
14	0	25,2	48,8	71,4	105,2	148,4	205,6	262,0	16
15	0	19,5	40,3	68,7	101,3	135,5	191,3	224,7	15
16	0	25,8	39,6	81,4	113,2	151,8	192,4	220,4	16
17	0	11,1	35,9	81,1	101,9	141,3	193,3	231,9	15
18	0	18,6	36,2	74,2	114,4	140,0	171,2	211,0	15
19	0	23,4	41,2	91,2	116,2	136,8	201,2	232,2	16
20	0	15,0	47,8	88,8	118,4	162,8	191,4	240,0	14

ДОДАТОК 12

Площа водного дзеркала, обмежена відповідної горизонталлю і водозбірна площа

Варіант	Глибина шару води, м			Висота капілярного змочування, h _{кз} м
	мертвий об'єм, h _{мо}	випаровування, h _в	фільтрація, h _ф	
1	2,0	0,7	0,8	0,8
2	1,0	0,6	0,7	0,7
3	3,0	0,7	0,6	0,8
4	1,0	0,6	0,7	0,7
5	2,0	0,7	0,5	0,7
6	3,0	0,6	0,6	0,8
7	1,0	0,7	0,5	0,7
8	2,0	0,6	0,7	0,8
9	3,0	0,7	0,6	0,8
10	2,0	0,6	0,5	0,7
11	1,0	0,7	0,8	0,8
12	3,0	0,6	0,7	0,7
13	2,0	0,7	0,6	0,8
14	1,0	0,6	0,7	0,7
15	3,0	0,7	0,5	0,7
16	1,0	0,6	0,6	0,8
17	2,0	0,7	0,5	0,7
18	3,0	0,6	0,7	0,8
19	1,0	0,7	0,6	0,8
20	2,0	0,6	0,5	0,7

Додаток 13

Вихідні показники для розрахунку економічної ефективності зрошення
сільськогосподарських, культур*

№ п/п	Культура	Проектна врожайність, ц/га		Закупівельна ціна 1ц продукції, грн	Вартість витрат на 1га, грн			
		До меліо рації	Після меліор ації		сільськогоспод арських		меліоративних	
					До меліор ації	Після меліор ації	ДДА- 100МА	«Фрег ат»
1.	Озима пшениця	25-32	40-60	28,4	80	130	105	75
2.	Ячмінь	20-25	35-40	28,4	70	120	105	75
3.	Овес (зерно)	18	30	15,0	70	120	105	75
4.	Кукурудза на зерно	32-35	60-80	24,6	120	190	105	75
5.	Кукурудза на силос	200- 240	500- 550	3,8	ПО	180	105	75
6.	Кукурудза на зелений корм	180- 220	400- 450	3,6	100	170	105	75
7.	Сорго (зерно)	12-15	25	60,4	80	165	105	75
8.	Жито (зерно)	17	30	24,0	80	130	105	75
9.	Горох (зерно)	16-20	30	28,6	70	120	105	75
10.	Соя (зерно)	12-14	26	60,0	70	120	105	75
11.	Цукрові буряки	200- 250	450- 500	8,4	300	450	105	75
12.	Кормові і столові буряки	250- 300	500- 600	6,4	300	400	105	75
13.	Картопля	80- 130	150- 250	30,0	300	460	105	75
14.	Капуста	150- 160	310- 500	25,0	440	620	105	75
15.	Морква столова	80	200	30,0	300	400	105	75
16.	Огірки	60- ПО	150- 270	25,4	460	640	105	75
17.	Помідори	140- 250	340- 500	32,4	450	630	105	75
18.	Соняшник	15-18	25-40	70,0	450	630	105	75
19.	Багаторічні трави на сіно	45-50	140- 150	10,0	140	250	105	75

* умовні дані