

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Затверджено радою
факультету лісового господарства
(протокол № 2 від 23 жовтня 2015р.)

ОСНОВИ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт на тему:

«Проектування ставу та зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку»

для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»
зі спеціальності 6.090103 – «Лісове і садово-паркове господарство»

Укладачі: канд. с.-г. наук, доцент О.Б. Величко, старший викладач М.Є. Трофименко, викладач М.М. Діденко

Рецензенти: канд. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства ім. О.М. Можейка *С.І. Кудря*;
зав. лабораторії захисту лісу УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб. *І.М. Усцький*

ЗМІСТ

Вступ	5
Частина 1. Проектування ставу для зрошення	6
Лабораторна робота № 1 на тему: «Природно-кліматичні умови району проектування зрошувальної ділянки»	6
Лабораторна робота № 2 на тему: «Гідрологічні розрахунки»	7
Лабораторна робота № 3 на тему: «Водогосподарські розрахунки»	9
Лабораторна робота № 4 на тему: «Проектування підпірної споруди (греблі)»	14
Лабораторна робота № 5 на тему: «Розрахунок водоскидних споруд суміщеного типу. Водоскидні споруди»	18
Лабораторна робота № 6 на тему: «Об'єм земляних робіт по греблі»	22
Частина 2. Проектування зрошувальної системи та режиму зрошення лісового розсадника	28
Лабораторна робота № 7 на тему: «Характеристика та групування деревних та чагарникових порід, що вирощуються в лісовому розсаднику, за вимогливістю до вологи ґрунту»	28
Лабораторна робота № 8 на тему: «Визначення розмірів лісового розсадника та його проектування»	29
Лабораторна робота № 9 на тему: «Визначення термінів поливу і поливних норм для сіянців»	33
Лабораторна робота № 10 на тему: «Визначення зрошувальних норм сільськогосподарських культур на лісовому розсаднику»	37

Лабораторна робота № 11 на тему: «Визначення поливних норм і строків поливу сіськогосподарських культур»	40
Лабораторна робота № 12 на тему: «Визначення об'єму води на зрошення»	42
Лабораторна робота № 13 на тему: «Вибір типу дощувальної машини»	42
Лабораторна робота № 14 на тему: «Проектування зрошувальної ділянки»	43
Лабораторна робота № 15 на тему: «Визначення розрахунків витрат зрошувальної сітки»	44
Лабораторна робота № 16 на тему: «Гідравлічний розрахунок дільничного розподільвача (ДР)»	45
Лабораторна робота № 17 на тему: «Розрахунок насосної установки»	48
Лабораторна робота № 18 на тему: «Економічні показники зрошення лісового розсадника»	51
Додатки	53
Рекомендована література	63

ВСТУП

Програмою дисципліни «Основи гідротехнічних меліорацій» передбачається виконання студентами факультету лісового господарства лабораторних робіт на тему «Зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку». Гідротехнічні меліорації земель призначені для регулювання водноповітряного режиму ґрунтів і є одним із могутніх засобів підвищення продуктивності лісів і лісоаграрних ландшафтів у різних природних зонах України [10]. Водні ресурси, як і корисні копалини, є частиною національного багатства України, і засвоєння принципів раціонального їх використання в лісовому господарстві має бути одним з основних завдань у підготовці спеціалістів галузі [2, 5]. Лабораторні роботи складаються з двох частин. У першій частині «Проектування ставу для зрошення» студенти мають виконати необхідні гідрологічні розрахунки стосовно поверхневого стоку, запроектувати підпірну греблю та необхідний комплекс водоскидних споруд, виконати фільтраційні розрахунки по греблі, і на підставі водогосподарських розрахунків визначити зрошувальну спроможність ставу.

У другій частині «Проектування зрошення лісового розсадника» студенти відповідно до завдання повинні:

- визначити величини зрошувальних та поливних норм, скласти графіки поливів (режим зрошування) по відділеннях лісового розсадника з урахуванням біологічних особливостей деревних і чагарникових порід та сільськогосподарських культур;
- запроектувати зрошувальну систему по розсаднику відповідно до типу дощувальної машини, виконати необхідні гідравлічні розрахунки напірних трубопроводів і розподільчих каналів, визначити потужність електродвигуна та підібрати марку насоса.

Основним завданням методичних вказівок є надання методичної допомоги студентам в освоєнні елементів проектування об'єктів гідротехнічних меліорацій, а виконання лабораторних робіт

дозволить їм засвоїти принципіві основи розрахунків високоефективного використання водних ресурсів, зменшити негативний вплив запроєктованих меліоративних заходів на навколишнє природне середовище.

Вихідні дані до виконання лабораторних робіт видаються кожному студенту окремо керівником робіт. До них належать:

- Завдання до лабораторних робіт.
- План території балки (масштаб 1:5000) і прилеглої території водозбірної площі в горизонталях (масштаб 1:50 000).
- Місце розташування (область, район).
- Ґрунтова відмінність та водно-фізичні властивості даних ґрунтів.
- Гідрологічні та геологічні умови об'єкта проектування.
- Набір культур для зрошення.

ЧАСТИНА 1

ПРОЄКТУВАННЯ СТАВУ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ

Лабораторна робота № 1 **на тему: «Природно-кліматичні умови району** **проектування зрошувальної ділянки»**

Мета роботи: навчитися характеризувати природно-кліматичні умови району, де планується проектування ставу й зрошувальної ділянки.

Обладнання і матеріали

Завдання на виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи гідротехнічної меліорації» на тему «Проектування ставу та зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку» за формою дод. 1А, підготовлене викладачем.

Література: [1, 2, 5]

Хід роботи

Коротко описуються природно-кліматичні умови, що повинні містити характеристику зони (наприклад: північна, центральна або Лівобережний Лісостеп та ін.); рельєф проектованої зрошувальної ділянки (відповідно до топооснови); ухили проектов-

аної ділянки; ґрунти (відповідно до завдання), механічний склад ґрунтів, водно-фізичні властивості, глибина залягання ґрунтових вод; середньодекадні дані атмосферних опадів, дефіциту вологи повітря, температури повітря; середні дати початку та кінця вегетаційного періоду культур проекрованої сівозміни (згідно із завданням), строки поливів цих культур для відповідної зони, що рекомендуються.

Лабораторна робота № 2 **на тему: «Гідрологічні розрахунки»**

Мета роботи: навчитися проводити гідрологічні розрахунки під час проведення яких визначаються кількісні показники гідрологічного режиму (річний об'єм стоку, його розподіл протягом року, характер водообміну та водного балансу).

Обладнання і матеріали

1) Завдання на виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи гідротехнічної меліорації» на тему: «Проектування ставу та зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку» за формою дод. 1А, підготовлене викладачем;

2) Лист міліметрового паперу формату А4;

3) Калькулятори, олівці, лінійки;

4) Топографічний план (відповідно до завдання).

Література: [4, 6]

Хід роботи

За результатами гідрологічних розрахунків обумовлюються розрахункові гідрологічні характеристики для обґрунтування техніко-економічних показників з будівництва та господарчого використання меліоративних і водогосподарчих об'єктів. Для виконання гідрологічних та водогосподарських розрахунків необхідно визначити водозбірну площу, розрахунковий поверхневий стік води та зрошувальну спроможність ставу. Для цього необхідно на топографічній основі масштабом 1:50 000 провести водоподільну лінію між суміжними водозборами та водозбором проектованого ставу до лінії проектування греблі.

За допомогою планіметра, або палетки визначаємо площу водозбору (F), що позначається в км^2 .

З довідкових матеріалів (дод. 1) відповідно до завдання виписуємо показники норми стоку ($M_0=1,85$ л/с км^2); коефіцієнт варіації стоку ($C_v=0,49$); коефіцієнт асиметрії стоку (C_s) для рівнинних річок становитиме:

$$C_s=2 \cdot C_v \quad (1)$$

Модуль стоку для проектного водозбору становитиме:

$$M^1 = M_0 \cdot R;$$

$$M^1 = 2 \cdot 0,77 = 1,54 \text{ л/с з } \text{км}^2, \quad (2)$$

де R – коефіцієнт редукції, що залежить від площі водозбору (F , км^2) та враховує неповне дренавання річками підземних вод (дод. 2).

Модульний коефіцієнт для стоку 75% забезпеченості визначається за формулою Форстера-Рибкіна:

$$K_{75\%}=1+\Phi \cdot C_v; \quad (3)$$

$$K_{75\%}=1+(-0,73 \cdot 0,4)=0,71,$$

де Φ – відхилення ординати кривої забезпеченості від нормального значення (дод. 3).

Об'єм річного стоку 75% забезпеченості з одиниці площі дорівнюватиме:

$$W_{75\%}=31,5 \cdot K_{75\%} \cdot M^1; \quad (4)$$

$$W_{75\%}=31,5 \cdot 0,71 \cdot 1,56 = 34,35 \text{ тис. м}^3 \text{ з } \text{км}^2.$$

Річний стік з усієї площі водозбору становитиме:

$$W_{\text{річн.}} = W_{75\%} \cdot F; \quad (5)$$

$$W_{\text{річн.}} = 34,35 \cdot 22 = 755,7 \text{ тис. м}^3.$$

Став, що проектується згідно із завданням, передбачається використовувати не тільки для зрошення земель та водопостачання, але й риборозведення, як став для нагулу. Таке використання ставу обумовлює визначення весняного об'єму стоку ($W_{\text{весн.}}$). Частка цієї складової стоку – 70-96% (у середньому 75% від річного), тому

$$W_{\text{весн.}} = 0,75 \cdot W_{\text{річн.}}; \quad (6)$$

$$W_{\text{весн.}} = 0,75 \cdot 755,7 = 566,8 \text{ тис. м}^3.$$

Розрахунковий об'єм стоку для наповнення ставу становитиме:

$$W_{\text{розн.}} = W_{\text{вешн.}} + W_{\text{дж.}} - W_{\text{в.с.}}; \quad (7)$$

$$W_{\text{розн.}} = 566,8 - 0 = 566,8 \text{ тис. м}^3,$$

де $W_{\text{розн.}}$ – розрахунковий об'єм ставу, тис. м³;

$W_{\text{вешн.}}$ – весняний об'єм ставу, тис. м³;

$W_{\text{дж.}}$ – об'єм стоку вищерозташованих джерел, тис. м³;

$W_{\text{в.с.}}$ – об'єм вищерозташованих ставків у межах водозбору, тис. м³ (із завдання).

Лабораторна робота № 3 **на тему: «Водогосподарські розрахунки»**

Мета роботи: навчитися визначати характер водорозподілу, встановлювати залежність між розмірами водоспоживання та розмірами (місткістю) водосховища; обґрунтовувати вибір типів і розмірів споруд, що утворюють водосховище; визначати розрахунковий об'єм водосховища та складати план його використання.

Обладнання і матеріали

- 1) Лист міліметрового паперу формату А4;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки;
- 3) Топографічний план (відповідно до завдання).

Література: [3, 4, 7, 8]

Хід роботи

Водогосподарські розрахунки потрібні для обґрунтування створених за допомогою гідромеліоративних заходів умов зволоження земель, режиму роботи водогосподарчих систем, характеру розподілу водних ресурсів.

Під час проектування водосховищ і ставів визначаються і використовуються такі характеристики водосховищ і ставів:

➤ нормальний підпірний рівень (НПР) – найвищий рівень води, що визначає максимально допустиме накопичення води у водному об'єкті стосовно до якого розраховуються споруди гідровузла. НПР встановлюється при наповненні ставу розрахунковим об'ємом стоку ($W_{\text{розн.}}$);

➤ форсований підпірний рівень (ФПР) – рівень води над НПР, до якого тимчасово допускається наповнення водоймища в період багатоводних паводків і повеней. Відмітка ФПР перевищує відмітку

НПР на висоту призми регулювання ($h_{\text{рег.}}$), що становить 0,4 – 1,25м.

З техніко-економічних міркувань, щоб значно не збільшувати висоту греблі та запобігти затопленню земельних угідь і забезпечити нормальну роботу водоскидних споруд, приймаємо призму регулювання $h_{\text{рег.}}=1,0\text{м}$;

➤ рівень мертвого об'єму (РМО) – найнижчий рівень до якого допускається спорожнення водоймища в умовах нормальної експлуатації і відповідає глибині води 1,5 - 2м біля греблі;

➤ повний об'єм ($W_{\text{п}}$) – об'єм між дном водоймища та рівнем води на відмітці НПР, дорівнює $W_{\text{розр.}}$;

➤ робочий об'єм ($W_{\text{роб}}$) – об'єм між рівнем води на відмітках НПР та РМО;

➤ мертвий об'єм ($W_{\text{м}}$) – об'єм між дном та рівнем води на відмітці РМО. Цей об'єм призначається для підтримки мінімальних рівнів води для потреб риборозведення та акумуляції наносів.

Для визначення відміток НПР, РМО, ФПР, а також площ дзеркала й об'ємів води в ставі при цих відмітках будується графік батиграфічних кривих, який являє собою графік залежності площі ставу і його об'єму залежно від глибини води в ставку. Графічне відображення об'ємів і площ водосховища залежно від глибини його наповнення показує топографічну характеристику чаші водосховища, що зв'язує місткість (W) і площу водного дзеркала (S) з відмітками води (H) в ньому. Побудові графіків передуює складання таблиці з показниками відміток рівней води і площею дзеркала ставка. Заповнення таблиці починається з визначення відмітки підшови греблі і внесення відміток всіх горизонталей по вибраній вісі греблі колонки 1. Площа ставу на відмітці підшови греблі буде дорівнювати 0. Другу колонку табл. 1.1 заповнюють на основі планіметрування горизонталей або графічним методом на топографічній основі з послідовним підсумовуванням об'ємів окремих шарів між двома суміжними горизонталями. Середня площа (колонка 3) визначається як середньоарифметичне між сусідніми площами. Колонка 4 (різниця рівней ΔH), визначається залежно від висоти відстані між горизонталями (у даному випадку 1,0 м). Колонка 5 (об'єм шару води ΔW), визначається з множення середньої площі на різницю рівней. Розрахунки з визначення

параметрів кривих площ та об'ємів ставу заносимо до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

**Координати топографічної характеристики ставу,
що проектується**

Відмітки рівней води, м	Площа дзеркала води, S, га	Середня площа, га	Різниця рівней ΔH , м	Об'єм шару води ΔW , тис. м ³	Об'єм води в ставу W, тис. м ³
1	2	3	4	5	6
125	0				0
		0,95	1,0	9,5	
126	1,9				9,5
		5,85	1,0	58,5	
127	9,8				68,0
		14,80	1,0	148,0	
128	19,8				216,0
		28,75	1,0	287,5	
129	37,7				503,5
		47,35	1,0	473,5	
130	57,0				977,0
		68,40	1,0	684,0	
131	79,8				1661,0

Об'єм шару води (графіа 5) розраховується за формулою:

$$\Delta W = S_{\text{серед.}} \cdot \Delta H \cdot 10000 \text{ тис. м}^3. \quad (8)$$

Об'єм води в ставу визначається наростаючим підсумком (колонка 6), починаючи з об'єму рівного нулю, потім прибавляють послідовно величину об'єму кожного метрового шару води.

W ; 1 см - 100 тис.м³
 S ; 1 см - 5 га
 M верт 1 см - 1 м

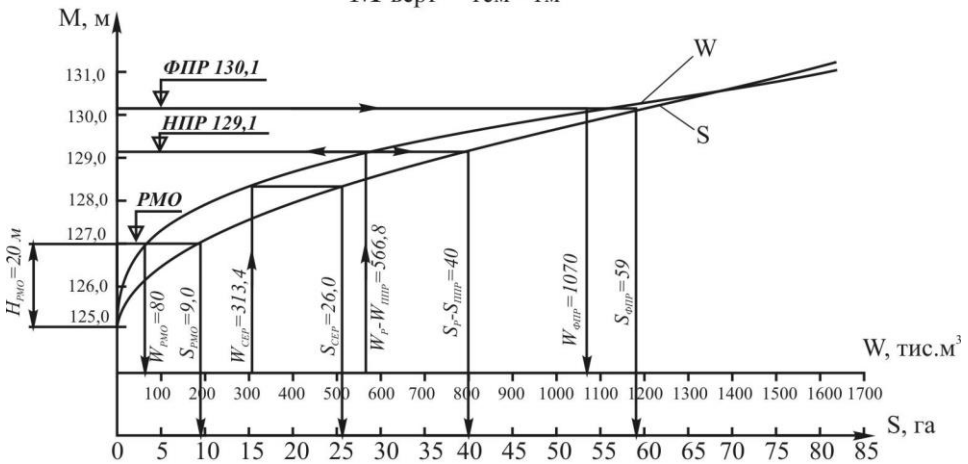


Рис. 1. Криві об'ємів і площ ставу

Весь робочий об'єм не може бути використаний безпосередньо на зрошення, оскільки протягом зрошувального періоду відбуваються втрати води на випаровування з вільної поверхні, на фільтрацію в чаші ставу та на водоспоживання (господарські потреби).

Втрати води на випаровування ($W_{\text{вип.}}$) становлять:

$$W_{\text{вип.}} = \frac{10 \cdot E_{\text{рік}} \cdot S_{\text{ср.}}}{1000}, \text{ тис. м}^3; \quad (9)$$

$$W_{\text{вип.}} = \frac{10 \cdot 410 \cdot 26}{1000} = 106,60 \text{ тис. м}^3,$$

де $E_{\text{рік}}$ – випаровування з водної поверхні (мм/рік), (дод. 4);

$S_{\text{ср.}}$ – середня площа ставу (визначається відповідно до графіка кривої об'ємів і площ через середній об'єм);

$$W_{\text{ср.}} = \frac{W_{\text{нпр}} - W_{\text{рмо}}}{2} + W_{\text{рмо}}, \text{ тис. м}^3; \quad (10)$$

$$W_{\text{ср.}} = \frac{566,8 - 80,0}{2} + 80,0 = 323,4, \text{ тис. м}^3.$$

Втрати води на фільтрацію становлять:

$$W_{\phi} = \frac{K_{\phi}}{100} \cdot W_{сер.}, \text{ тис. м}^3; \quad (11)$$

$$W_{\phi} = \frac{10}{100} \cdot 323,4 = 32,34, \text{ тис. м}^3.$$

K_{ϕ} – річні витрати води на фільтрацію, % (див. завдання).

Оскільки став буде використовуватися для водопостачання, то визначається об'єм вод на водогосподарчі потреби ($W_{вод.}$):

$$W_{вод.} = N \cdot \frac{q}{1000} \cdot T, \text{ тис. м}^3; \quad (12)$$

$$W_{вод.} = 1000 \cdot \frac{0,06}{1000} \cdot 183 = 10,98, \text{ тис. м}^3,$$

де N – кількість споживачів води на літньому пасовищі (відповідно до завдання);

q – середньодобова норма водоспоживання (0,06 м³/добу на одну тварину);

T – тривалість періоду літнього водоспоживання (прийняти шість місяців – 183 доби).

Корисний об'єм ставу ($W_{кор.}$) становитиме:

$$W_{кор.} = W_{роб.} - W_{вип.} - W_{\phi} - W_{вод.}, \text{ тис. м}^3; \quad (13)$$

$$W_{кор.} = 486,80 - 106,60 - 32,34 - 10,98 = 336,88, \text{ тис. м}^3;$$

де $W_{роб.} = W_{п.} - W_{рмо}$, де $W_{п.} = W_{нпр}$;

$$W_{роб.} = 566,8 - 80,00 = 486,80 \text{ тис. м}^3.$$

Показник $W_{кор.}$ використовується для визначення зрошувальної спроможності ставу ($F_{нт.}$).

$M_{сер.бр.}$ – середня зрошувальна норма (для попередніх розрахунків приймається 3,0 тис. м³/га).

$$F_{нт.} = \frac{W_{кор.}}{M_{сер.бр.}}, \text{ га}; \quad (14)$$

$$F_{нт.} = \frac{336,88}{3,0} = 112,3, \text{ га.}$$

Лабораторна робота № 4 на тему: «Проектування підпірної споруди (греблі)»

Мета роботи: навчитися визначати місце і тип земляної греблі, сполучення її з основною, закладання та закріплення укосів, улаштування дренажу, проводити розрахунки на стійкість укосів греблі.

Обладнання і матеріали

- 1) Лист міліметрового паперу формату А4;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки;
- 3) Топографічний план (відповідно до завдання).

Література: [3, 4, 7, 9]

Хід роботи

Греблі вузла гідротехнічних споруд є основною спорудою. Греблі з ґрунтових матеріалів, а саме земляні насипні греблі найчастіше використовують у водогосподарському будівництві. Під час проектування земляних насипних гребель керуються відповідними БНіП-ами (будівельними нормами і правилами) [3, 9].

Тип і конструкцію земляної греблі вибирають так, щоб можна було використовувати місцеві ґрунтові матеріали для тіла греблі та протифільтраційних споруд. Сполучення греблі з основою повинно створювати умови запобігання зсуву та небезпечної фільтрації в площині їх сполучення. При заляганні в основі греблі водопроникних ґрунтів сполучення проектують із зубом, замком, шунтовою стіною залежно від глибини шару водопроникних ґрунтів. При заляганні в основі суглинкових порід, покритих дерниною шаром до 0,3 м, достатньо усунути рослинний ґрунт у бік нижнього б'єфу, спушити основу та відсипати тіло греблі з відповідним ущільненням пошарово. Ширину гребеня земляної греблі, призначеної для проїзду, приймаємо як для автодороги IV категорії за нормами проектування доріг та умов експлуатації греблі (дод. 5). Перевищення гребеня греблі Δh (м) над ФПР згідно з БНіП визначається відповідними розрахунками з урахуванням висоти вігрової хвилі та конструктивного запасу [9]. Для малих водоймищ глибиною 5...7 м висота вігрової хвилі становитиме:

$$C = 0,073 \cdot V, \text{ м}, \quad (15)$$

де V – швидкість вітру, м/с, ($V=15$ м/с).

При $V=15$ м/с; $C=0,073 \cdot 15 = 1,1$ м $\sim 1,0$ м.

Конструктивний запас (Z) приймається 0,5 м.

Перевищення гребеня греблі над ФПР (Δh) становитиме:

$$\Delta h = C + Z, \text{ м.} \quad (16)$$

При $C = 1,0$ м, $Z = 0,5$ м; $\Delta h = 1,0 + 0,5 = 1,5$ м.

Обрис і кріплення укосів греблі проектують так, щоб забезпечити тривкість їх в умовах будівництва та під час експлуатації. Обрис (закладення) укосів залежать від характеру ґрунту основи греблі; ґрунту, що складає тіло греблі та ступеня його ущільнення; типу, висоти греблі та кріплення укосів; умов виконання робіт та експлуатації греблі. Для греблі IV класу згідно з нормами пропонується табличний спосіб визначення коефіцієнта закладення укосів (дод. 6).

Конструкцію кріплення верхового укосу греблі встановлюють на основі техніко-економічної оцінки з урахуванням способів виконання робіт, використовуючи місцеві матеріали (кам'яні, бетонні, монолітні, залізобетонні збірні та монолітні, асфальтобетонні, біологічні). Кріплення низового укосу передбачають для захисту від атмосферного впливу (дернування, посів трав, відсіпка щебеню або гравію та ін.) [3].

Дренаж та розрахунок греблі на фільтрацію. Дренаж земляної греблі запобігає виходу фільтраційного потоку на низовий укіс та в зону промерзання, що підвищує тривкість низового укосу. Конструкція дренажних пристроїв (дренажна призма (бенкет), похилий дренаж, трубчастий, горизонтальний, комбінований). Вид дренажу та його конструкцію вибирають на основі техніко-економічного порівняння варіантів. Під час розрахунку греблі на фільтрацію можливі такі основні схеми: гребля на непроникній та проникній основі (при цьому нижній б'єф може бути і сухим і з водою); гребля з дренажем і без дренажу; гребля на водонепроникній основі). Фільтраційним розрахунком визначають втрати води через тіло греблі, положення кривої депресії, градієнти напору. Найбільш поширений метод фільтраційних розрахунків – це метод еквівалентного профілю (роздільного перетину), де розрахункова схема греблі замінюється еквівалентною схемою з вертикальним верховим укосом.

Для фільтраційних розрахунків греблі на водонепроникній основі приймаємо такі параметри:

- ширина гребеня греблі згідно з розміром проїзної частини дороги (дод. 5) - 10м;
- коефіцієнт закладення верхового та низового укосів згідно з дод. 6.

Висота греблі ($H_{гр.}$) становитиме:

$$H_{гр.} = (H_{фпр.} - H_{тал.}) + \Delta h, \text{ м}; \quad (17)$$

$$H_{гр.} = (130,1 - 125) + 1,5 = 6,6 \text{ м};$$

де $H_{фпр.}$ – відмітка ФПР, м;

$H_{тал.}$ – відмітка тальвегу балки;

Δh – перевищення рівня гребеня греблі над ФПР.

Положення роздільного перетину УО еквівалентного профілю від якого передбачається фільтрація, визначається за формулою:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot m_1 \cdot H, \text{ м}; \quad (18)$$

$$\Delta l = 0,3 \cdot 2,5 \cdot 4,1 = 3,08 \text{ м},$$

де Δl – відстань від верхового укосу до роздільного перетину по лінії НПР, м;

ε – коефіцієнт пологості укосу дорівнює 0,3 при $m_1 = 2,5$;

m_1 – коефіцієнт закладання укосу (2,5);

H – напір з боку верхнього б'єфу при НПР, м.

У низовому укосі визначається лінія промерзання ґрунту при глибині промерзання $a = 1,2$ м.

Точка перетину лінії промерзання з підшовою греблі (А) буде вказувати місце входу депресійної кривої в дренажну призму (2).

Вимірюванням відстані від роздільного перетину (УО) до точки входу депресійної в дренаж по лінії основи підшови греблі визначається $L_{розр.}$, м.

Вимірювання показало, що $L_{розр.} = 25,2$ м.

Питомі фільтраційні витрати (q) визначаються за формулою Дюпюї:

$$q = K \cdot \frac{H^2}{\phi \cdot 2 \cdot L_{розр.}}, \text{ м}^2/\text{добу на 1 пог. м}; \quad (19)$$

$$q = 0,008 \cdot \frac{4,1^2}{2 \cdot 50,4} = 0,0026682, \text{ м}^2/\text{добу на 1 пог. м,}$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації ґрунту, що складає тіло греблі (відповідно до завдання та дод. 7), м/добу. Для суглинків $K_{\phi} = 0,008$ м/добу.

Для визначення положення кривої депресії треба знайти координати точок цієї кривої (x та y).

Значення X задається довільно (від 0 до $L_{\text{розр}}$), а значення Y визначається за формулою:

$$Y = \sqrt{H^2 - 2 \cdot X \cdot \frac{q}{K_{\phi}}}; \quad (20)$$

$$Y = \sqrt{4,1^2 - 2 \cdot 4 \cdot \frac{0,0026682}{0,008}} = 3,76, \text{ м.}$$

Значення X та Y заносимо до табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Координати кривої депресії

X	0	4	8	12	16	20	24	25,2
Y	4,1	3,76	3,39	2,97	2,48	1,86	0,89	0

Лабораторна робота № 5

**на тему: «Розрахунок водоскидних споруд суміщеного типу.
Водоскидні споруди»**

Мета роботи: навчитися визначати місце прокладання водоскидних споруд суміщеного типу з водоспуском.

Обладнання і матеріали

- 1) Лист міліметрового паперу формату А4;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки;
- 3) Топографічний план (відповідно до завдання).

Література: [3, 4, 6]

Хід роботи

Залежно від функціонального призначення споруди на греблі поділяють на:

а) водоскидні, що призначені для скидання надлишкових вод, щоб запобігти переповнення ставу. Найбільш поширені водоскиди автоматичні (некеровані), що призначені для скидання надлишкових вод з водосховища, поріг яких знаходиться на відмітці НПР. Це можуть бути водоскидні канали та водоскиди (трубчасті, сифонні, траншейні, баштові, шахтні та ін.). У регулюючих спорудах III та IV класів найчастіше використовують; а) водоскидні штучні канали, трубчасті, сифонні, баштові водоскидні споруди;

б) водовипуски – споруди для корисних попусків води з верхнього б'єфу в канал, трубопровід;

в) водоспуски – споруди для повного або часткового (передпаводкового, аварійного) спорожнення водоймищ.

Пропонується запроектувати баштовий водоскид суміщеного типу з водоспуском. Гідравлічні розрахунки цієї споруди включають визначення діаметра башти водоскиду (D_1), водовідвідної труби (D_2), водовипускної труби (D_3), розмірів водовідвідного каналу.

Максимальні витрати водорозливу Q_B визначають за умов скидання призми максимальних вод протягом 1 - 2 діб (T , діб).

$$Q = \frac{W_{\text{фнр.}} - W_{\text{нпр.}}}{T}, \text{ м}^3/\text{с.} \quad (21)$$

Діаметр башти становитиме:

$$D_1 = \frac{Q_B}{m \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{3/2}}}, \quad (22)$$

де m – коефіцієнт витрат водозливу приймається як для водозливу з тонкою стінкою, становить 0,4.

$H = H_{\text{фнр}} = 1$ м, напір на порозі водозливу. Площа перетину відвідних труб дорівнює:

$$\omega_2 = \frac{Q_B}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Z_1}}, \text{ м}^2, \quad (23)$$

де μ – коефіцієнт витрат труби, $\mu = 0,8$;

Z_1 – напір у трубі, (м) для непідтопленого вихідного отвору дорівнює різниці позначок верху башти ($H_{\text{нпр.}}$) та осі відвідної труби (позначки тальвегу).

Якщо передбачається укладання водовідвідної труби в декілька ниток, площа перетину однієї труби дорівнює:

$$\omega_n = \frac{\omega_2}{n}, \text{ м}^2, \quad (24)$$

діаметр відповідно становитиме:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot \omega_n}{\pi}}, \text{ м}. \quad (25)$$

Загальна ширина водовідвідних труб повинна бути не більше внутрішнього діаметра башти. Витрати водоспускної труби визначаються за формулою:

$$Q_1 = \frac{W_{нпр}}{T_1}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (26)$$

де T_1 – час спорожнення ставу, (с) при $T_1 = 10 - 15$ діб.

Площа живого перетину водоспуску становитиме:

$$\omega_3 = \frac{Q_1}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Z_1}}, \text{ м}^2, \quad (27)$$

де Z_1 – напір у трубі, (м), який становить $0,67Z$;

$0,67$ – коефіцієнт зміни напору протягом періоду спорожнення ставу;

μ – коефіцієнт витрат, що дорівнює $0,8$.

Діаметр водовипускної труби визначається за формулою:

$$D_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot \omega_3}{\pi}}, \text{ м}^2. \quad (28)$$

Площа живого перетину водовідвідного каналу визначається як:

$$\omega_4 = \frac{Q_v}{V_k}, \text{ м}^2, \quad (29)$$

де Q_v – витрати водозливу;

V_k – допустима швидкість води в ґрунтовому каналі, $V_k = 1$ м/с, у каналі із залізобетонним кріпленням $V_k = 15$ м/с;

h – глибина води в каналі – 1 м;

$m_3 = 1$ – коефіцієнт закладення укосів.

Ширина каналу по дну за таких умов становитиме:

$$b_{\kappa} = \frac{\omega_4 - m_3 \cdot h^2}{h}, \text{ м.} \quad (30)$$

Змочений периметр:

$$\chi = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}, \text{ м}^2. \quad (31)$$

Гідравлічний радіус (R):

$$R = \frac{\omega_4}{\chi}, \text{ м.} \quad (32)$$

У разі вибору параметрів каналу треба враховувати, що для гідравлічно найвигіднішого трапецієподібного перетину гідравлічний радіус (R) дорівнює половині глибини води в каналі (h). Швидкісний коефіцієнт за формулою М.І. Павловського (C):

$$C = \frac{1}{n} R^Y, \quad (33)$$

де n – коефіцієнт шорсткості, n= 0,011 для залізобетонного русла, n= 0,03 для ґрунтового русла; $Y = 1,5 \cdot \sqrt{n}$ при $R < 1\text{м}$, $Y = 1,3 \cdot \sqrt{n}$ при $R > 1\text{м}$. Ухил траси водовідвідного каналу визначається за формулою Шезі:

$$i_{mp.} = \frac{V_{\kappa}^2}{C^2 \cdot R} \quad (34)$$

Фактична швидкість води в каналі дорівнюватиме ($V_{\text{факт.}}$):

$$V_{\text{факт.}} = C \cdot \sqrt{R \cdot i_{mp.}}, \text{ м/с.} \quad (35)$$

Водовідвідний канал не буде розвиватися за умов:

$$V_{\text{факт.}} < V_{\kappa}.$$

Лабораторна робота № 6 на тему: «Об'єм земляних робіт по греблі»

Мета роботи: навчитися визначати об'єми земляних робіт запроєктованої підпірної споруди через побудову повздовжнього

профілю та обчислення поперечних перетинів греблі на відповідних пікетах.

Обладнання і матеріали

- 1) Два аркуші міліметрового паперу формату А4;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки;
- 3) Топографічний план (відповідно до завдання).

Література: [3, 4]

Хід роботи

Об'єм земляних робіт по греблі розраховується на основі поздовжнього профілю (рис. 5) і плану земляної греблі (рис. 6) у масштабі 1:2000. На профілі греблі позначається лінія зрізання ґрунту по підшві греблі на глибину $t = 0,3\text{ м}$ (позначка підшви греблі), вказується лінія замка греблі, дренаж. З картографічної основи по осі греблі визначаються висотні позначки місць перетину горизонталей з віссю та відстані між цими позначками. За результатами цих вимірювань будується повздовжній профіль греблі (рис. 5). На профіль наносяться положення РМО, НПР, ФПР, проектний та будівельний профіль греблі з урахуванням 10% просідання ґрунту.

По вертикальній осі відкладаються позначки точок місцевості ($M_{\text{верт.}} 1:100$).

Об'єм земляних робіт визначається в такому порядку (рис. 4):

- визначаються площі поперечних перетинів греблі на відповідних пікетах S ;
- вимірюються відстані між пікетами L ;
- розраховується середня площа між суміжними перетинами;
- розраховуються об'єми земляних призм (робіт) між пікетами;
- підраховується сумарний об'єм земляних робіт по греблі.

$$S = \frac{l_1 + l_2 + 2 \cdot b}{2} \cdot h_1, \text{ м}, \quad (36)$$

де S – площа греблі на пікеті;

l_1 та l_2 – проєкції верхового і низового укосів, м (рис. 4-6);

h_1 – висота насипу (висота греблі) на пікеті, м;

b – ширина гребеня греблі, м.

$$S_{\text{сєр.}} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}, \text{ м}^2, \quad (37)$$

де $S_{\text{сєр.}}$ – середня площа греблі між пікетами;
 S_1, S_2, \dots – площі греблі на сусідніх пікетах.

$$W = S_{\text{сєр.}} \cdot L, \text{ м}^3, \quad (38)$$

де W – об'єм земляних робіт між пікетами;

$S_{\text{сєр.}}$ – середня площа між сусідніми пікетами;

L – відстань між пікетними точками, м.

Всі дані з визначення об'ємів земляних робіт по греблі заносяться до табл. 1.3. На плані греблі (рис. 6) показуються в масштабі (або схематично): шахта водоскиду (2), водовідвідна труба (3), водовипускна труба (4), водовідвідний канал (5).

Таблиця 1.3

Об'єм земляних робіт

Пор. №	Пікети	Відстань між пікетами, м	Висота насипу, м	Площа перетину, м	Середня площа, м	Об'єм, м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	ПК 0	15	0,3	3,2	7,01	105,2
2	+ 15	20	0,9	10,82	18,97	379,4
3	+ 35	25	1,9	27,12	37,52	938,0
4	+ 60	20	2,9	47,92	60,57	1211,4
5	+ 80	20	3,9	73,22	88,12	1762,4
6	ПК 1	15	4,9	103,02	120,17	1802,6
7	+ 15	20	5,9	137,32	156,72	3134,4
8	+ 35	30	6,9	176,12	156,72	4701,6
9	+ 65	25	5,9	137,32	120,17	3004,3

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6	7
10	+ 90		4,9	103,02		
		30			88,12	2643,6
11	ПК 2 +20		3,9	73,22		
		35			60,57	2120,0
12	+ 55		2,9	47,92		
		30			37,52	1125,6
13	+ 85		1,9	27,12		
		30			18,97	569,1
14	ПК 3 +15		0,9	10,82		
		15			7,01	105,2
15	+ 30		0,3	3,2		
					Σ	23602,6

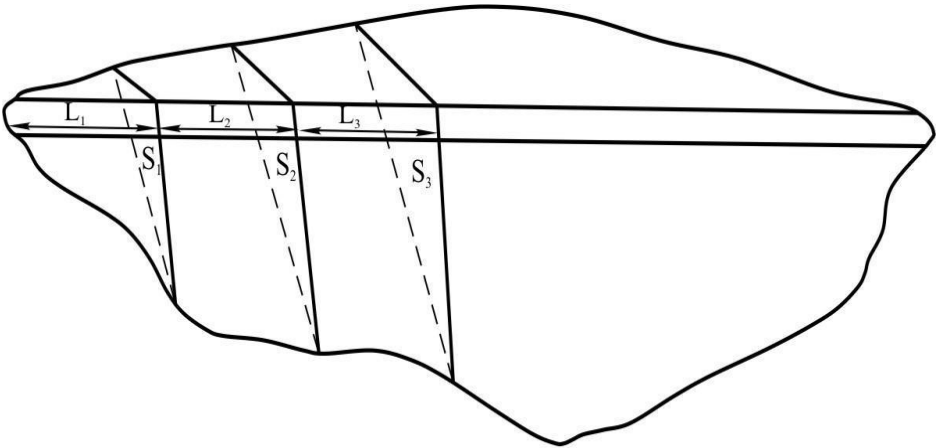
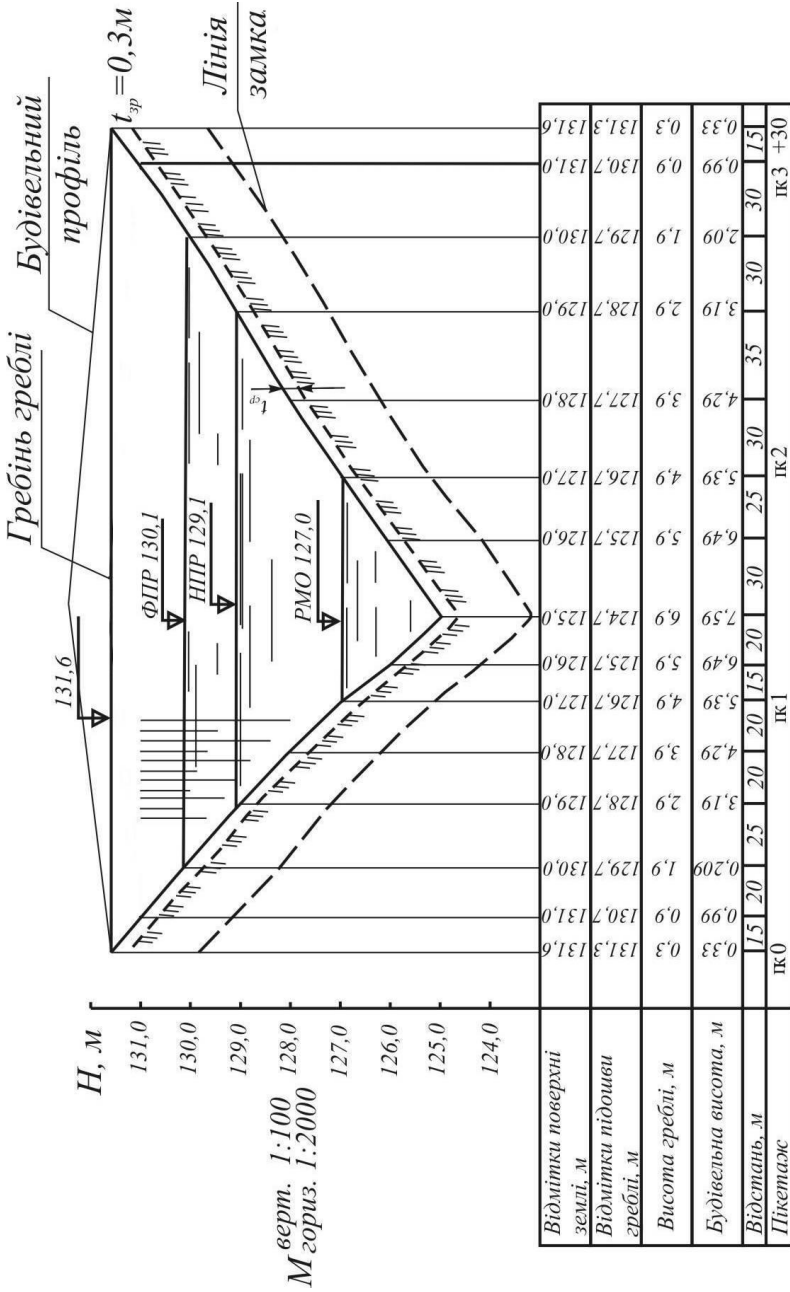


Рис. 4. Схема для визначення об'єму греблі



- 1 - гребля; 2 - шахта водоскиду;
 3 - водовідвідна труба; 4 - водовитускна труба;
 5 - водовідвідний канал

M 1:2000

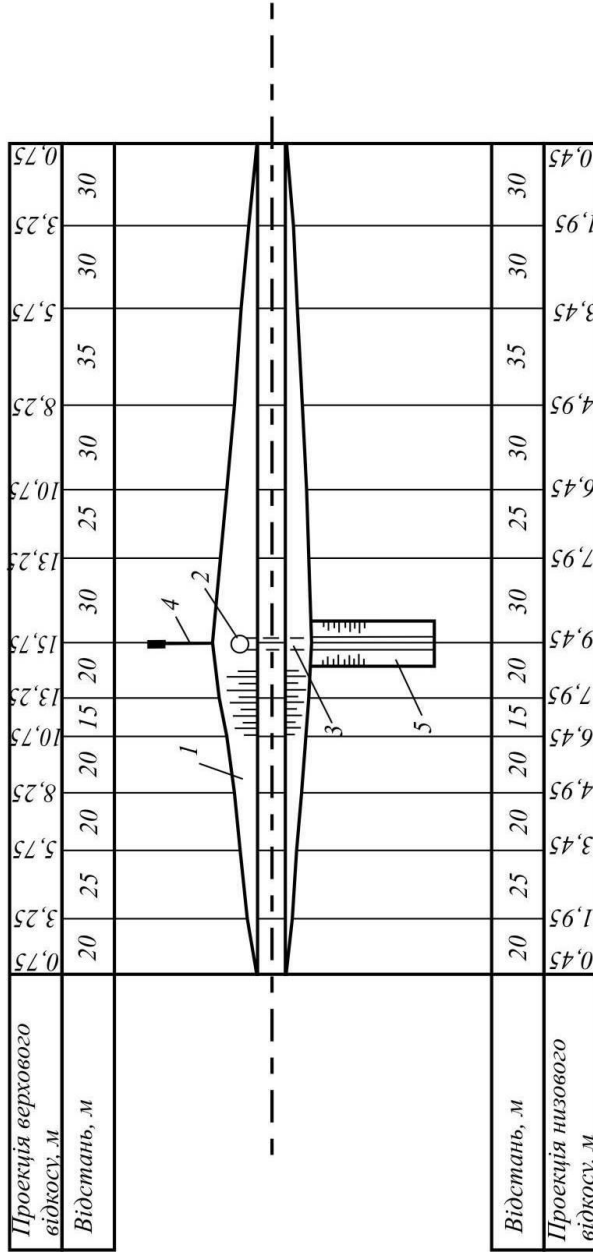


Рис. 6. План греблі з водоскидною спорудою

ЧАСТИНА 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ ЛІСОВОГО РОЗСАДНИКА

Лабораторна робота № 7

на тему: «Характеристика та групування деревних та чагарникових порід, що вирощуються в лісовому розсаднику, за вимогливістю до вологи ґрунту»

Мета роботи: навчитися підбирати деревні та чагарникові породи за вимогливістю до вологи при вирощуванні у лісовому розсаднику.

Обладнання і матеріали

Асортимент деревних та чагарникових порід (відповідно до завдання).

Література: [2, 5, 10]

Хід роботи

Під час вирощування сіянців у розсаднику необхідно враховувати їх вимогливість до вологості ґрунту. За цим відношенням до вологи деревні породи умовно поділяються на три групи на основі шкали вимогливості до вологи, які розроблені П.С. Погребняком та О.Л. Бельгардом [2, 5].

1 група (вимогливі до вологи): черемха, осокір, верба козяча, срібляста та ламка, береза пухнаста, крушина ламка, вільха чорна та сіра, айва, шовковиця, тополі чорна та біла, осика, бузина чорна, калина, бирючина.

2 група (помірна вимогливість до вологи): дуб звичайний, бук, ясьень, модрина, ялиця, ялина, берека, груша звичайна, чорноклен, клени гостролистий та польовий, клен-явір; берест, гледичія, черешня, яблуна, липа, граб, горіхи, каштани їстівний та кінський, береза бородавчата, сосна Веймутова, дугласія, в'яз, ліщина, бузина, бруслина європейська та бородавчата.

3 група (невибагливі до вологості): абрикос, сосна звичайна, сосна кримська, сосна Банка, гледичія, акація біла, маслина вузько-

листа та срібляста, скупія, дуб пухнастий, ялівець, шипшина собача, терен, обліпіха, самшит.

Рекомендовані варіанти добору передбачених до вирощування деревних та чагарникових порід складено з таким розрахунком, щоб були охоплені всі три різні за вимогливістю до вологи групи.

Лабораторна робота № 8 на тему: «Визначення розмірів лісового розсадника та його проектування»

Мета роботи: навчитися визначати розміри лісового розсадника відповідно до основних технічних показників зрошувальних машин (агрегатів).

Обладнання і матеріали

- 1) Лист міліметрового паперу формату А4;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки;
- 3) Тип та вид зрошувальної машини (агрегату), (відповідно до завдання);
- 4) Площа лісового розсадника (відповідно до завдання).

Література: [6, 10]

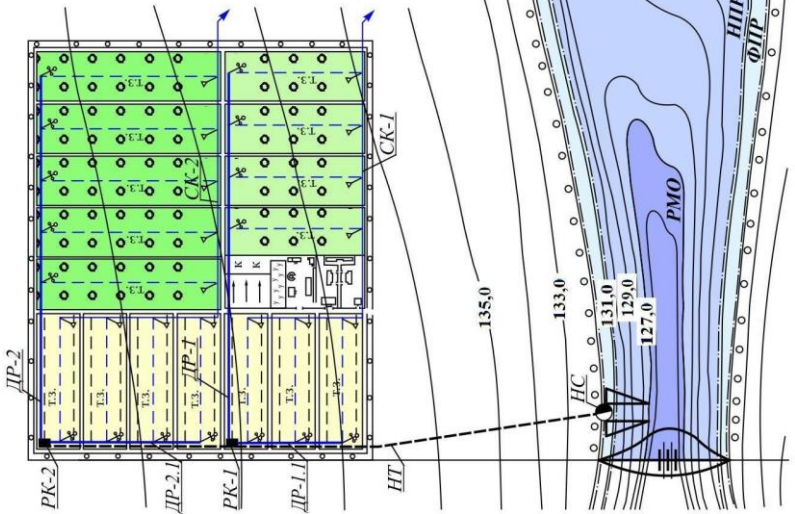
Хід роботи

Площа лісового розсадника визначається з виробничої програми вирощування садивного матеріалу. Лісовий розсадник складається з типових господарсько-функціональних відділень, площа яких розподіляється таким чином:

- посівне відділення – 40% від запроєктованої площі лісового розсадника, га;
 - шкільне відділення – 20%, га;
 - маточне відділення – 5%, га;
 - плодовий сад – 15%, га;
 - допоміжна площа – 20%, га;
- з них: господарські будівлі – 4%;
- дороги і гідранти – 10%;
 - лісові смуги – 5%;
 - жива огорожа – 1%.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Умовні позначення	Найменування	Умовні позначення	Найменування
	посівне відділення		мулофільтри
	школа 2-3-х річних саджанців		водовивус
	школа 3-4-х річних саджанців		підмірний щит
	маткова плантація		насосна станція
	садиба		напірний трубопровід
	приколючна ділянка	т.з.	тимчасовий зрошувач
	компостник		скидний канал
	дороги		розподільний колодязь
	лісосмуга		дільничний розподільний канал



М 1:5000

Рис. 7. План ставу та зрошувальної ділянки

З метою збереження, відновлення та підвищення родючості ґрунту, нагромадження вологи, боротьби з бур'янами тощо в лісових розсадниках на їх продуктивній частині (посівне та шкільне відділення) застосовуються сівозміни – науково обґрунтовані послідовні чергування культур і парів. У посівному відділенні проектуємо шестипільну сівозміну, яка складається з трьох полів сіянцив різних деревних та чагарникових порід, одного поля ячменю, одного поля люцерни I року вирощування та одного поля люцерни II року вирощування. Для шкільного відділення приймаємо п'ятипільну сівозміну: чотири поля саджанців різних деревних і чагарникових порід та одне поле ячменю [10].

У лабораторній роботі також проектуємо одне поле в маточному відділенні з метою використання останнього для потреб заготівлі живців, наприклад, деяких сортів та клонів тополь і верб.

У проекті передбачається кожному із наведених у завданні порід вирощувати на окремому полі, величина полів у межах окремих господарських відділків (частин) проектується рівновеликою і може коливатися в межах 2–10 га. До того ж ширина поля повинна становити кратну величину до ширини захвату дощувального агрегату. Наприклад, якщо запроєктований дощувальний агрегат (наводиться у завданні) має ширину захвату 100 м, то ширина поля повинна становити 100, 200 чи більше метрів. Під час проектування лісового розсадника його потрібно розташовувати якнайближче до джерела зрошення (майбутнього ставу), щоб відстань примусового подавання води була найкоротшою. Лісовий розсадник не слід проектувати в зонах підтоплення, а також нижче бровки балки, де при значних схилах можна очікувати виникнення ерозії ґрунту (рис. 7).

Одночасно з розбивкою ділянки розсадника потрібно намітити траси напірного трубопроводу, яким подається вода зі ставу до найвищої відмітки лісового розсадника на плані та дільничного розподільника (ДР). При цьому геодезичне перевищення початку ДР над його кінцем повинно становити 1,5–2,0 м, щоб забезпечити самополивну подачу води із водоприймального колодязя.

Швидкість збігання води по ДР повинна бути в межах $0,3 < V_{дрп} < 0,8$ м/с.

Тимчасові зрошувачі слід проектувати у виїмці з шириною каналу по дну $v_k = 0,3$ м, глибиною $h_k = 0,3$, із закладкою відкосів $m = 1$.

Для скидання надлишкової аварійної води зі зрошувальної ділянки необхідно запроектувати скидний канал СК по нижньому краю поля шириною по дну 0,5 м, відкосами 1:1. Уздовж тимчасових зрошувачів, дільничного розподільника, напірного трубопроводу необхідно запроектувати польові дороги шириною 6 м. Перед тим, як перейти безпосередньо до проектування режиму зрошення, слід зупинитися на деяких визначених термінах, які будуть траплятися в роботі. Насамперед зупинимося на понятті "зрошення".

Зрошення земель – штучне зволоження верхнього шару ґрунту для поліпшення водно-повітряного режиму та підвищення його родючості [10]. Розрізняють декілька видів зрошення:

- зрошення внутрішньогрунтове – зрошення земель шляхом подачі води безпосередньо в коренезаселені зони по перфорованих трубопроводах, прокладених у ґрунті;

- зрошення поверхневе – зрошення земель шляхом подачі води на поверхню ґрунту.

За способами подачі води поверхневе зрошення може бути: по поливних борознах, по смугах, по мілководних лиманах, шляхом дощування. Найбільш прийнятним у сільському та лісовому господарстві є другий вид зрошення, який здійснюється шляхом дощування (штучного дощу) відповідними механізмами та агрегатами. У проекті будемо приділяти увагу тільки поливам протягом періоду росту рослин (з весни до осені). Зрошувальний період – це частина вегетаційного періоду від початку першого поливу до закінчення останнього поливу сільськогосподарських чи лісових порід, а витрачений протягом цього часу об'єм води, потрібний для зрошення одиниці площі поливної ділянки, складає зрошувальну норму. У свою чергу зрошувальна норма складається із суми поливних норм, які витрачаються на одиницю площі при

кожному поливі протягом вегетації.

Режим зрошення – сукупність норм і строків поливів.

Зрошувальна система – сукупність взаємопов'язаних гідротехнічних споруд для зрошення земель.

Лабораторна робота № 9 **на тему: «Визначення термінів поливу і поливних норм** **для сіянців»**

Мета роботи: навчитися визначати терміни і поливні норми при вирощуванні деревних та чагарникових порід у лісовому розсаднику.

Обладнання і матеріали

- 1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько–функціональними відділеннями;
- 2) Калькулятори;
- 3) Олівці;
- 4) Лінійки.

Література: [6, 7, 8]

Хід роботи

Під час вирощування сіянців згадані показники визначають згідно з фенологічними періодами тих чи інших деревних і чагарникових порід. Умовно вегетаційний період від сіяння насіння розділяємо на три періоди:

1–й період – від сівби насіння до появи масових сходів. Цей період для більшості деревних і чагарникових порід становить 21-25 днів. Основна маса коріння рослин у цей період знаходиться у верхньому десятисантиметровому шарі ґрунту.

2–й період – зміцнення сходів. Він триває від появи масових сходів до заглиблення кореневої системи сіянців у ґрунт на глибину 18-20 см. Для більшості порід він дорівнює одному місяцю.

3–й період – формування сіянців. Початок цього періоду припадає на першу половину червня, а кінець – на початок другої декади серпня. Глибина активного шару ґрунту в цей період становить 30 см.

Таблиця 2.1

**Терміни та кількість поливів деревних
та чагарникових порід**

Групи порід	Період	Кількість поливів	Приблизні терміни поливів				
			1-й полив	2-й полив	3-й полив	4-й полив	5-й полив
1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	5	Через 2 дні після сівби	Через 3 дні після 1-го поливу	Через 4 дні після 2-го поливу	Через 5 днів після 3-го поливу	Через 6 днів після 4-го поливу
I	2	2-3	Через 7 днів після 4-го або 5-го поливу 1-го періоду	Через 8 днів після 1-го поливу	Через 10 днів після 2-го поливу	-	-
I	3	2-4	Середина червня	Початок липня	Початок серпня	Середина серпня	-
II	1	2	Через 5 днів після сівби	Через 7 днів після 1-го поливу	-	-	-
II	2	2	З початку періоду. Через 10 днів після 1-го поливу 2-го періоду	Через 10-15 днів після 1-го поливу	-	-	-
II	3	2	15-20 червня	15-20 липня	-	-	-
III	1	2	Через 8 днів після сівби	Через 10 днів після 1-го поливу	-	-	-
III	2	1	Середина червня	-	-	-	-
III	3	1	Середина липня	-	-	-	-

Строк посіву деревних та чагарникових порід залежить від кліматичних умов району проектування та біологічних особливостей запроєктованих порід.

Шкільне відділення поливається три-чотири рази за сезон на глибину промочування 0,4-0,6 м. Календарні дати поливу рослин у шкільному відділенні приймаємо такі:

- 1-й полив – після садіння рослин (1-10 квітня);
- 2-й полив – з 1 по 10 травня;
- 3-й полив – з 15 по 20 червня;
- 4-й полив – з 20 по 30 липня.

Маточну плантацію поливаємо тричі на сезон на глибину 0,6 м.

Сад поливаємо чотири рази за вегетацію на глибину:

- 1-й полив – через 15-20 днів після цвітіння і опадання зав'язі на глибину 0,8 м;
- 2-й полив – через 20 днів після першого поливу на глибину 1,0 м;
- 3-й полив – під час утворення бруньок на глибину промочування 1,0 м;
- 4-й полив – під час наливу яблук на глибину промочування 1,0 м.

При цьому зрошувальна норма (сума всіх поливних норм за сезон) повинна відповідати орієнтовним величинам, наведеним у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Орієнтовні величини зрошувальних норм
для лісових розсадників, м³/га [6]**

Тривалість вирощування рослин, роки	Групи порід за вологоспоживанням		
	1 група	2 група	3 група
1	2100	1800	800
2	800	800	400

Поливна норма – кількість води, яку потрібно подати на 1 га за один полив. Вона визначається за формулою:

$$m = 100 \cdot h_a \cdot \alpha \cdot (\gamma_{\max} - \gamma_{\min}), \quad (39)$$

де h_a – глибина активного шару ґрунту (дод. 8);

α – щільність ґрунту, т/м³ (дод. 8);

u_{\max} – максимальний рівень зволоження, % (найменша вологоємність НВ, відповідно дод. 8);

u_{\min} – мінімальна вологоємність, % (70% від НВ, дод. 8).

Щільність ґрунту (α) на рівні його зволоженості береться із дод. 8 методичних вказівок.

Для складання режиму зрошення знаходимо тривалість кожного поливного періоду, який коливається від однієї до шести діб, а тривалість одного поливу протягом доби може тривати від трьох-чотирьох до 16 год (світловий день). У проєкті, де поливна витрата береться із характеристики дощувальної машини (агрегату), тривалість поливного періоду визначається за формулою, яка впливає із вищенаведеної (формули поливної витрати):

$$t = \frac{m \cdot S \cdot \beta}{3,6 \cdot Q}, \quad (40)$$

де t – тривалість поливу одного поля, год;

m – поливна норма, м³/га;

S – площа поля, га;

β – втрати води на випаровування (1,1-1,2);

Q – витрата води машиною, л/с.

За цією формулою в нашому проєкті визначається тривалість поливів для посівного відділення. При цьому слід враховувати ті обставини, що поливна норма для кожного періоду розвитку буде збільшуватися у зв'язку із ростом кореневої системи, та відповідно, зростанням глибини корененаселеного шару, на яку потрібно промочити землю під час чергових поливів.

Для визначення поливного періоду (діб) одержана загальна кількість годин ділиться на допустиму тривалість поливу сійанців чи саджанців протягом доби (від 3 до 16 год).

Одержана кількість діб поливу поля і кількість годин поливу за добу заносяться у табл. 2.3.

Режим зрошення лісового розсадника

Породи	Період розвитку	Площа поля, га	Номери поливів	Поливна норма, т, м ³ /га	Терміни поливів		Тривалість одного поливу		Поливна витрата, Q, л/с
					початок	кінець	дів	часу	
Посівне відділення									
Горіх	1	2,6	1	112	12,04	12,04	-	0,62	80
Зібельта	Σ								
Шкільне відділення									
Осіка	1	2,6	1	112	15,04	15,04	-	0,62	80
	Σ								
Маточне відділення									
Скумпія звичайна	1	2,6	1	112	18,04	18,04	-	0,62	80
	Σ								

Лабораторна робота № 10

на тему: «Визначення зрошувальних норм сільськогосподарських культур на лісовому розсаднику»

Мета роботи: навчитися визначати зрошувальні норми при вирощуванні сільськогосподарських культур на лісовому розсаднику.

Обладнання і матеріали

- 1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;
- 2) Калькулятори.

Література: [6, 7, 8].

Хід роботи

Визначення режиму зрошення сільськогосподарських культур, що застосовуються у сівозмінах у посівному та шкільному відділенні лісового розсадника здійснюється за методом О.М. Костякова. При цьому слід пам'ятати, що зрошувальна норма – це кількість води, яку необхідно подати за вегетаційний період на 1 га поля, яке зайнято тією чи іншою культурою. З іншого боку, зрошувальна норма складається із суми поливних норм одного і того ж поля протягом згаданого періоду [7, 8].

Зрошувальна норма визначається за формулою:

$$M_{\text{нетто}} = E - 10 \cdot \mu \cdot A - \Delta W - W_{\text{зр.}}, \quad (41)$$

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

E – водоспоживання культурою, $\text{м}^3/\text{га}$ (дод. 10);

μ – коефіцієнт використання опадів рослинами: для теплого періоду – 0,7–0,8; для холодного – 0,2–0,4;

A – сумарна кількість опадів, що випала за вегетаційний період, мм;

ΔW – зміна запасу вологи в активному шарі ґрунту за вегетаційний період для конкретної культури, $\text{м}^3/\text{га}$;

$W_{\text{гр.}}$ – кількість води, яка використовується рослинами за рахунок ґрунтових вод, $\text{м}^3/\text{га}$.

U свою чергу водоспоживання (E) визначається за формулою:

$$E = K \cdot U, \quad (42)$$

де K – коефіцієнт водоспоживання культури, $\text{м}^3/\text{т}$ (дод. 9);

U – планова (проектна) урожайність культури, т/га.

Зміна запасу вологи (ΔW) визначається за формулою:

$$\Delta W = W_{\text{поч.}} - W_{\text{кін.}}, \quad (43)$$

де $W_{\text{поч.}}$, $W_{\text{кін.}}$ – запаси вологи в ґрунті на початку та в кінці вегетаційного періоду конкретної культури, $\text{м}^3/\text{га}$.

Зазначені запаси визначаються за формулами:

$$W_{\text{поч.}} = 100 \cdot h_a \cdot \alpha \cdot \gamma_{\text{поч.}}; \quad (44)$$

$$W_{\text{кін.}} = 100 \cdot h_a \cdot \alpha \cdot \gamma_{\text{кін.}}; \quad (45)$$

де h_a – середня глибина активного шару ґрунту, м (дод. 8);

α – щільність ґрунту, $\text{т}/\text{м}^3$;

$\gamma_{\text{поч.}}$, $\gamma_{\text{кін.}}$ – вологість ґрунту на початку та в кінці вегетаційного періоду, % від сухої наважки (дод. 8).

Кількість опадів, які використовуються сільськогосподарськими культурами, визначається за період вегетації кожної з них. У зв'язку з тим, що не всі опади накопичуються у ґрунті, застосовують коефіцієнт використання опадів μ , який для теплого періоду становить 0,7–0,8, а для холодного – 0,2–0,4.

Далі, помноживши суму опадів (дод. 10) на коефіцієнт використання опадів і на 10 (1 мм опадів, що випали на 1 га, становить 10 м³ води на 1 га), отримуємо кількість води, яка поступає у ґрунт за рахунок атмосферних опадів. Дані заносимо до табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Період вегетації сільськогосподарських культур та кількість води, що потрапила у ґрунт у вигляді опадів

Культура	Веgetаційний період		Сума опадів А за вегетаційний період, мм	Коефіцієнт використання опадів, μ	Кількість води, що надійшла в ґрунт, (10 μ × А), м ³ /га
	початок	кінець			
Ячмінь	01.09	15.11		0,3	
	15.04	15.07		0,7	
Люцерна 1-го року	15.04	31.08		0,7	
Люцерна 2-го року	1.04	31.09		0,7	

Сума опадів за вегетаційний період визначається згідно з дод. 10 та індивідуальним завданням. Знаючи більшість наведених вище показників, приступаємо безпосередньо до визначення зрошувальних норм сільськогосподарських культур (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Зрошувальні норми сільськогосподарських культур польової сівозміни

Культура	У, т/га	К, м ³ /га	Е, м ³ /га	10 μ × А, м ³ /га	h _a , см	α , т/м ³	$\gamma_{\text{поч.}}$, %	W _п , м ³ /га	$\gamma_{\text{кін.}}$, %	W _к , м ³ /га	ΔW_1 , м ³ /га	M _{нт.} (заокр.) м ³ /га
Ячмінь	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Люцерна 1-го року	10	500	5000	2135	0,55	1,14	27,2	1705,4	23,8	1492,3	213,1	2595,9 (2595)
Люцерна 2-го року	13	500	6500	1890	0,65	1,14	27,2	2015,5	23,8	1763,6	251,9	4057,1 (4060)

Лабораторна робота № 11
на тему: «Визначення поливних норм і строків поливу
сільськогосподарських культур»

Мета роботи: навчитися визначати норми і строки поливу сільськогосподарських культур на лісовому розсаднику.

Обладнання і матеріали

1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;

2) Калькулятори.

Література: [7, 8, 10]

Хід роботи

Оптимальна вологість в активному шарі ґрунту регулюється застосуванням обґрунтованих поливних норм і строків поливу [8, 10].

Розрахунок середньої поливної норми проводиться за формулою:

$$m_{\text{ср.}} = 100 \cdot h_{\alpha} \cdot \alpha \cdot (\gamma_{\text{max.}} - \gamma_{\text{min.}}), \quad (46)$$

де $m_{\text{ср.}}$ – середня поливна норма, одержана при заокругленні середньої розрахункової (рекомендованої для даної культури і зони) норми, м³/га.

Поливна норма для кожної культури повинна змінюватися залежно від фази розвитку культури і кліматичних умов вегетаційного періоду.

h_{α} – середня глибина активного шару ґрунту, м (дод. 9);

α – об'ємна маса ґрунту, т/м³ (дод. 8);

$\gamma_{\text{max.}}$ – верхня межа вологості ґрунту, відповідає 100% НВ, %;

$\gamma_{\text{min.}}$ – гранично допустима вологість ґрунту 65 - 80% НВ.

Знаючи зрошувальну норму $M_{\text{нт}}$ і поливну норму m , можемо визначити кількість поливів (n) за формулою:

$$n = \frac{M_{\text{нт.}}}{m_{\text{ср.}}} \quad (47)$$

Всі результати розрахунків поливних норм і строків культур сівозміни заносяться в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Поливні норми сільськогосподарських культур сівозмін

Культура сівозміни	h_a м	α , т/м ³	γ_{max} , %	γ_{min} , %	$m_{сер.}$, м ³ /Га	$m_{сер.}$ (заокруглене), м ³ /Га	Кількість поливів (n), шт.
Ячмінь	0,35	1,08	33,5	23,5	378,0	380	2
Люцерна 1-го року	0,55	1,14	34,0	23,8	639,5	640	5
Люцерна 2-го року	0,65	1,14	34,0	23,8	755,8	760	6

Під час поливу дощуванням на малопроникних ґрунтах необхідно назначити поливи частіше, але невеликими поливними нормами, щоб не створювати концентрований поверхневий стік, що призводить до розвитку ерозії ґрунту [10].

Строки поливів установлюють як за рекомендаціями дослідних станцій і передових господарств, так і за даними агрокліматичного довідника. Поливи призначаються на критичні періоди, коли потреба рослин у воді є найбільшою. Вони припадають на певні фенологічні фази розвитку рослин. Час настання таких наведено в дод. 9. Так для ячменю таким періодом є:

1. Посів (8.04-13.04).
2. Сходи (15.04-2.05).
3. Кущіння (15.05-22.05).
4. Вихід у трубку (27.05- 1.06).
5. Колосіння (9.06-20.06).
6. Молочна стиглість (25.06-6.07).

Для люцерни оптимальними періодами для поливу є:

1. Посів і сходи (1.09-15.09).
2. Поновлення вегетації (9.04-13.04).
3. Цвітіння (12.05-17.05).

Визначені поливні норми та кількість поливів сільськогосподарських культур (табл. 2.6.) додаємо до поливних норм лісових культур (табл. 2.3.) і підсумовуємо поливні норми для кожної породи. Кожна порода займає одне поле.

Лабораторна робота № 12 на тему: «Визначення об'єму води на зрошення»

Мета роботи: навчитися визначати об'єми води на зрошення культур, що вирощуються у лісовому розсаднику.

Обладнання і матеріали

1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;

2) Калькулятори.

Література: [7, 8, 10]

Хід роботи

Об'єм води на зрошення лісового розсадника визначається за формулою:

$$W_{зр.} = M_{бр.1} \cdot S_1 + M_{бр.2} \cdot S_2 + M_{бр.3} \cdot S_3, \quad (48)$$

де $M_{бр.}$ – зрошувальна норма бруто кожної культури, м³/га;

S – площа поля, га.

У свою чергу $M_{бр.}$ визначається за формулою:

$$M_{бр.} = \frac{M_{нт.}}{\eta}, \quad \text{м}^3/\text{га}, \quad (49)$$

де $M_{нт.}$ – зрошувальна норма нетто (сума всіх поливних норм), м³/га;

η – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи становить 0,8–0,85.

Розрахунок $M_{бр.}$ проводиться для кожного поля і в кінці підсумовуванням визначається загальний об'єм води необхідний для зрошення лісового розсадника ($W_{зр.}$).

Лабораторна робота № 13 на тему: «Вибір типу дощувальної машини»

Мета роботи: навчитися підбирати тип дощувальної машини (агрегату) залежно від площі запроектованої зрошувальної ділянки, сівозміни запроектованої ділянки, інтенсивності дощу тощо.

Обладнання і матеріали

1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-

функціональними відділеннями;

2) Калькулятори.

Література: [4, 8, 10]

Хід роботи

Основні характеристики запроєктованої зрошувальної машини наведено у дод. 11, марки ДФД- 80 у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Основні технічні показники ДФД- 80

Витрати води, л/с	80
Площа одночасного поливу, га чи км ²	16 x 120
Відстань між каналами та трубопроводом, м	120
Мінімальний необхідний напір, м	35
Водозабір	із зрошувачів
Інтенсивність дощу, мм/хв	0,1 – 0,13
Призначається для поливу сільськогосподарських культур, пасовищ і луків	зі схилом до 0,05
Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	1
Сезонна продуктивність, га	130 - 150

Лабораторна робота № 14

на тему: «Проектування зрошувальної ділянки»

Мета роботи: навчитися проектувати зрошувальну ділянку відповідно до господарсько–функціональних відділень та її розташування.

Обладнання і матеріали

1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;

2) Калькулятори.

Література: [8, 10]

Хід роботи

До головних елементів комбінованої зрошувальної системи належать:

- джерело зрошення (ставок) з підпірною спорудою (гребля);

- головна споруда – насосна станція з водопідвідним каналом;
- транспортуюча мережа (напірний трубопровід – закрита частина мережі);
- розподільча система (дільничні розподільовачі) – постійний відкритий канал;
- регулююча мережа – тимчасові зрошувачі;
- скидна мережа – скидні канали;
- гідротехнічні споруди на каналах (водоприймальні колодязі, водоспуски до тимчасових зрошувачів, шлюзи-регулятори, кінцевий водоскид на скидній мережі);
- дорожня мережа;
- лісомеліоративні насадження (полезахисні лісосмуги, берегозахисні лісосмуги, мулофільтри по тальвегах балки, жива огорожа);
- господарчі будівлі.

Лабораторна робота № 15 **на тему: «Визначення розрахунків витрат** **зрошувальної сітки»**

Мета роботи: навчитися ув'язувати розрахункові витрати води на сівозміну під час поливу дощуванням із тимчасових зрошувачів чи польових трубопроводів з розрахунковими витратами і продуктивністю дощувальної машини.

Обладнання і матеріали

- 1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;
- 2) Калькулятори.

Література: [6, 8, 10]

Хід роботи

Розрахункові витрати нетто визначають за формулою:

$$Q_{нт.розр.} = \frac{Q_m \cdot n}{1000}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (50)$$

де Q_m – витрати зрошувальної машини, л/с;

n – кількість зрошувальних машин, що діють одночасно.

Витрати брутто:

$$Q_{бр.розр.} = \frac{Q_{нт.розр.}}{\eta}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (51)$$

де η – ККД і становить 0,8.

Лабораторна робота № 16

на тему: «Гідравлічний розрахунок дільничного розподільвача (ДР)»

Мета роботи: навчитися проводити гідравлічні розрахунки дільничного розподільвача.

Обладнання і матеріали

- 1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки.

Література: [4, 6, 7]

Хід роботи

Гідравлічними розрахунками визначаються:

- ширина каналу по дну (v_k), м;
- глибина води в каналі (h_k), м;
- швидкість течії води в каналі (V_k), м/с.

Дільничні розподільники повинні бути трапецеїдальної форми. Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є:

- витрати води в каналі ($Q_{бр. розр.}$), $\text{м}^3/\text{с}$;
- схил місцевості на трасі каналу ($i_{тр.}$);
- закладання відкосів (у розрахунках слід прийняти $m = 1$);
- коефіцієнт шорсткості (n).

Порядок розрахунків

- 1) Прийняти значення $v_k = 0,3$ м.
- 2) Задати значення глибини води в каналі $h_k = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ м.
- 3) Визначити площу живого перетину каналу (ω_k) для кожного значення h_k :

$$\omega_k = (v_k + m \cdot h_k) \cdot h_k, \text{ м}^2. \quad (52)$$

- 4) Визначити значення змоченого периметра:

$$\chi = B_k + 2 \cdot h_k \cdot \sqrt{1 + m^2}, \text{ м.} \quad (53)$$

5) Розрахувати гідравлічний радіус каналу R:

$$R = \frac{\omega_k}{\chi}, \text{ м.} \quad (54)$$

6) Розрахувати швидкісний коефіцієнт (C) за формулою Н.Н. Павловського:

$$C = \frac{1}{n} R^Y, \quad (55)$$

де Y – показник ступеня: $Y = 1,5 \cdot \sqrt{n}$ при $R < 1 \text{ м}$,

$Y = 1,3 \cdot \sqrt{n}$ при $R > 1 \text{ м}$.

7) Розрахувати теоретичну розрахункову характеристику $K_{\text{теор.}}$ для заданих глибин води в каналі:

$$K_{\text{теор.}} = \omega_k \cdot C \cdot \sqrt{R}, \text{ м}^3/\text{с.} \quad (56)$$

Всі розрахунки зводяться в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Залежність розрахункової витратної характеристики від глибини наповнення каналу

$B_k, \text{ м}$	$h_k, \text{ м}$	$W_{k.}, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	R, м	\sqrt{R}	C	$K_{\text{теор.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$K_{\text{факт.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$h_{\text{ф.}}, \text{ м}$	$W_{\text{факт.}}, \text{ м}$	$V_{\text{факт.}}, \text{ м/с}$
0,3	0,2	0,1	0,87	0,11	0,33	18,76	0,62	4,12	0,49	0,39	0,34
	0,4	0,28	1,43	0,20	0,45	21,91	2,76				
	0,6	0,54	2,00	0,27	0,52	23,69	6,65				
	0,8	0,88	2,56	0,34	0,58	25,16	12,84				
	1,0	1,3	3,13	0,42	0,65	25,56	22,44				

$V_{\text{замул.}} < V_{\text{факт.}} < V_{\text{розм.}}$

$$0,3 < 0,37 < 0,7$$

8) За прийнятими значеннями h_k і розрахованими витратними величинами $K_{\text{теор.}}$ будують графік залежності теоретичної витратної характеристики від глибини наповнення каналу h_k (рис. 8).

9) На основі розрахункової витрати води в каналі $K_{\text{теор.}}$ та схилу каналу $i_{\text{тр.}}$ визначають фактичну витратну характеристику каналу $K_{\text{факт.}}$.

Розрахувати фактичну витратну характеристику $K_{\text{факт.}}$.

$$K_{\text{факт.}} = \frac{Q_{\text{бр.розр.}}}{\sqrt{i_{\text{тр.}}}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (57)$$

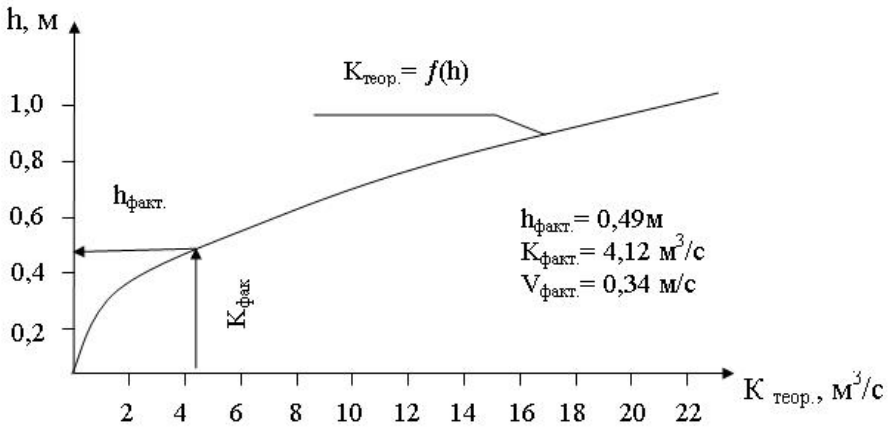


Рис. 8. Крива залежності витратної характеристики від глибини наповнення каналу

$$i_{\text{мп.}} = \frac{V_{\text{к.}}^2}{C^2 \cdot R} \quad (58)$$

10) Використовуючи графік залежності $K_{\text{теор.}} = f(h)$, визначають фактичну глибину води в каналі $h_{\text{факт.}}$ з $K_{\text{факт.}}$.

11) Розраховують фактичний живий перетин каналу $W_{\text{факт.}}$:

$$W_{\text{факт.}} = (b_{\text{к.}} + m \cdot h_{\text{ф.}}) \cdot h_{\text{ф.}}, \text{ м}^2, \quad (59)$$

де $b_{\text{к.}}$ – ширина каналу по дну, м;

$h_{\text{ф.}}$ – фактична глибина води в каналі, м;

m – закладання відкосів (у розрахунках слід прийняти $m = 1$).

12) Знаходять середню фактичну швидкість руху води в каналі:

$$v_{\text{факт.}} = \frac{Q_{\text{бр.розр.}}}{W_{\text{факт.}}}, \text{ м/с.} \quad (60)$$

Фактична швидкість руху води в каналі повинна бути в межах:

$$v_{\text{замул.}} < v_{\text{факт.}} < v_{\text{розм.}},$$

де $v_{\text{замул.}}$ – мінімальна швидкість (0,2 - 0,3 м/с);

$v_{\text{розм.}}$ – допустима швидкість на розмив (1,0 м/с).

Якщо отримана швидкість руху води в каналі ($v_{\text{факт.}}$) буде менше чи більше допустимих, то розрахунок необхідно провести при інших значеннях $V_{\text{к.}}$, $i_{\text{тр.}}$ до отримання $v_{\text{факт.}}$ у допустимих межах.

Лабораторна робота № 17 **на тему: «Розрахунок насосної установки»**

Мета роботи: навчитися визначати на топографічному плані місце установки насосної станції з подальшим визначенням її технічних показників.

Обладнання і матеріали

- 1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;
- 2) Калькулятори, олівці, лінійки.

Література: [3, 8, 9, 10]

Хід роботи

Розрахунок насосної установки включає:

- a) визначення місце розташування насосної станції НС і траси напірного трубопроводу НТ;
- b) розрахунок напірного трубопроводу $d_{\text{нт.}}$ та визначення довжини напірного трубопроводу;
- c) визначення діаметра напірного трубопроводу $d_{\text{нт.}}$, підбір потужності двигуна;
- d) визначення потреби в електроенергії для роботи насосної установки;
- e) розрахунок повного напору насосної станції Н, втрат напору на тертя по довжині трубопроводу h_i , підбір типу і марки

відцентрових насосів.

Порядок розрахунку

а) насосну установку потрібно розміщати на рівні ФПР на відстані 150-200 м від греблі. Для підведення води до насосної установки необхідно передбачити водопідвідний канал;

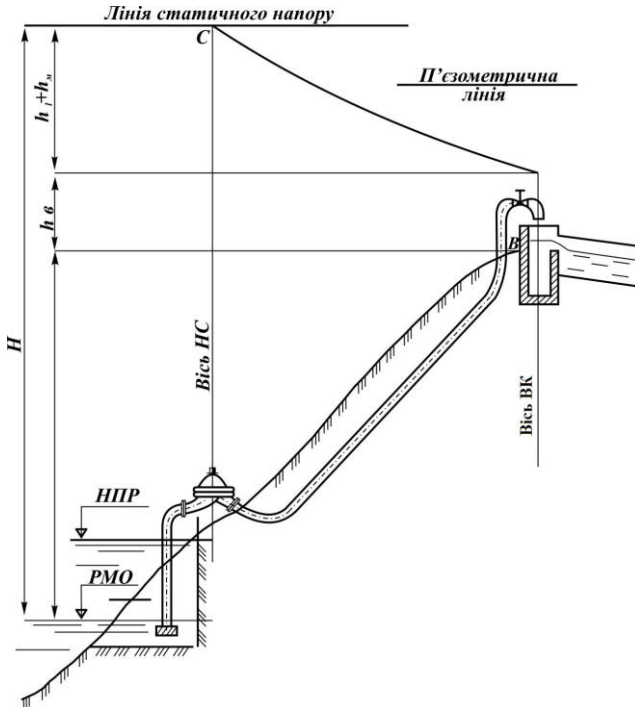


Рис. 9. Схема до визначення повного напору насосної станції

б) по краю поля від водоприймального колодезя до рівня ФПР запроєктувати напірний трубопровід та визначити його довжину $L_{нт}$;

в) діаметр напірного трубопроводу $d_{нт}$ розраховується за формулою:

$$d_{нт} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{бр.розр.}}{V_{нт}}}, \text{ м}, \quad (61)$$

де $V_{нт.}$ – швидкість руху води в трубі, $V_{нт.} = 1,0-1,5$ м/с.

г) визначити геометричну висоту подавання води:

$$H_{геом.} = H_{вк} - H_{рмо}, \text{ м}, \quad (62)$$

де $H_{вк}$ – відмітка водоприймального колодязя, м;

$H_{рмо}$ – відмітка рівня мертвого об'єму, м.

д) розрахувати манометричну висоту подавання води по напірному трубопроводу у водоприймальний колодязь ($H_{ман.}$):

$$H_{ман.} = H_{геом.} + h_{тр.} + h_{н.} + h_{с.в.}, \text{ м}, \quad (63)$$

де $H_{геом.}$ – геометрична висота подавання води, м;

$h_{тр.}$ – втрати напору на тертя по довжині труби, м;

$h_{н.}$ – втрати напору на подолання місцевих опорів, $h_{н.} = 10\%$ від $h_{тр.}$ м;

$h_{с.в.}$ – вільний напір на виході у водоприймальний колодязь (для розрахунків прийняти 1,0м).

Втрати напору на тертя по довжині труби розраховується за формулою Дарсі-Вейсбаха :

$$h_{тр.} = \frac{\lambda \cdot L_{нт.} \cdot V^2}{d_{нт.} \cdot 2 \cdot g}, \text{ м}, \quad (64)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя, $\lambda = 0,025$;

$L_{нт.}$ – довжина напірного трубопроводу, м.

е) залежно від $Q_{бр.розр.}$ і $H_{ман.}$ вибирається марка насоса (дод. 12), кількість обертів насоса і потужність електродвигуна N за допомогою номограми;

ж) потреба в електроенергії (E) для насосної установки розраховується за формулою:

$$E = N \cdot n \cdot T \cdot h, \text{ кВт/год}, \quad (65)$$

де N – потужність електродвигуна, кВт;

n – кількість електродвигунів, шт.;

T – кількість діб роботи насосної станції за укомплектованим графіком гідромодуля (дод. 12);

h – висота установки над РМО, $h = 2,5$ м (за фактичними даними ФПР-РМО).

Лабораторна робота № 18
на тему: «Економічні показники зрошення
лісового розсадника»

Мета роботи: навчитися розраховувати затрати на будівництво зрошувальної системи, включаючи капітальні вкладення і витрати на меліоративне і сільськогосподарське (лісогосподарське) освоєння території розсадника; витрати на експлуатацію зрошувальної системи.

Обладнання і матеріали

1) План лісового розсадника з розрахованими господарсько-функціональними відділеннями;

2) Калькулятори, олівці, лінійки.

Література: [6, 8, 10]

Хід роботи

Розрахунок вартості будівництва (капітальні вкладення)

До капітальних вкладень входять затрати на будівництво ставка та зрошувальної системи, будівництво чи придбання насосної станції та дощувальної машини, меліоративне та лісогосподарське (сільськогосподарське) освоєння території, накладні витрати, витрати на проектно-вишукувальні роботи.

Орієтовні (укрупнені) показники наведені в дод. 13.

Розрахунки вартості зводяться до табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Розрахунок вартості будівництва

Пор. №	Найменування об'єкта та заходу	Одиниця виміру	Кількість	Вартість, грн	
				одиниці	загальні
1	2	3	4	5	6
1	Гребля	м ³			
2	Водоскидна споруда (80% від вартості греблі)	шт.	1		
3	Насосна станція (на 1га зрошення)	га			
4	Зрошувальна мережа (на 1га)	га			
5	Дощувальна машина (дод. 11)	шт.	1		
6	Меліоративне освоєння	га			
7	Сільськогосподарське освоєння	га			

Продовження табл. 2.9

1	2	3	4	5	6
8	Накладні витрати (15% від Σ п.1-7)				
9	Проектно-вишукувальні роботи (2% п.1-7)				

Доходи від зрошення розраховуються на основі оптової ціни додаткової продукції (посадкового матеріалу – сіянці, саджанці; продукції сільського господарства та садівництва).

Вихід стандартного посадкового матеріалу розраховується на основі умов, що при всіх однакових показниках технологічних та агротехнічних прийомів на зрошуваних розсадниках Південного Степу та Криму вихід стандартних сіянців збільшується на 90%, а стандартних саджанців – на 60%, у Центральному Степу – відповідно на 75 та 50%, в Північному Степу і Лісостепу – відповідно на 50 та 40% [2, 10].

Оптова ціна знеособленої продукції 1га продукційних площ різних відділень розсадника наведена в дод. 14.

На основі наведених показників розраховують додатковий прибуток, який визначається як різниця між вартістю валової продукції після зрошення і до зрошення:

$$ДД = Д_2 - Д_1. \quad (66)$$

Строк окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок.} = \frac{K}{ДД}. \quad (67)$$

ДОДАТКИ

Додаток 1А

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Кафедра лісових культур і меліорацій

ЗАВДАННЯ

до лабораторних робіт на тему:
"Проектування ставу та зрошення лісового розсадника
з використанням місцевого стоку"

Виконав _____ студент _____ курсу _____ групи
факультету лісового господарства

На основі нижченаведених даних і топоплану запроєктувати зрошувальну систему з використанням місцевого стоку з джерелом зрошення ставом.

1. Район проектування _____
2. Топографічний план, варіант № _____
3. Наявність ставів у межах водозбору, що розташовані вище запроєктованого ставу та їх об'єм, тис. м³ _____
4. Площа боліт і лісів у межах водозбору, га _____
5. Поверхневий стік забезпеченістю, % _____
6. Коефіцієнт фільтрації ґрунтів, що складають дно ставу, % _____
7. Кількість худоби на фермі ВРХ, голів _____
8. Механічний склад ґрунту, що складає тіло греблі _____
9. Використання запроєктованої ділянки _____
10. Склад культур запроєктованої сівозміни: _____

11. Коефіцієнт використання опадів _____
12. Глибина залягання ґрунтових вод, м _____
13. Механічний склад ґрунтів запроєктованої зрошувальної ділянки _____
14. Спосіб поливу _____
15. Марка дощувальної машини (агрегату) _____

Завдання видане " _____ " _____ 20 ____ р.

Строк захисту проекту " _____ " _____ 20 ____ р.

КЕРІВНИК _____

Додаток 1

Середні показники модуля річного стоку (M_0), коефіцієнта варіації річного стоку (C_v) по Харківській області [1]

Пор. №	Район проектування	Модуль річного стоку (M_0)	Коефіцієнт варіації річного стоку (C_v)
1	Балаклійський	1,85	0,45
2	Барвінківський	1,80	0,48
3	Близнюківський	1,80	0,50
4	Богодухівський	2,40	0,40
5	Борівський	1,85	0,42
6	Валківський	1,85	0,40
7	В.- Бурлуцький	2,40	0,39
8	Вовчанський	2,50	0,35
9	Дворічанський	2,00	0,39
10	Дергачівський	2,10	0,40
11	Зачепилівський	1,82	0,42
12	Зміївський	1,85	0,41
13	Золочивський	2,20	0,39
14	Ізюмський	1,85	0,49
15	Кегичівський	1,85	0,48
16	Красноградський	1,85	0,47
17	Краснокутський	2,40	0,45
18	Куп'янський	2,00	0,41
19	Лозівський	1,82	0,50
20	Нововодолазький	1,85	0,44
21	Першотравневий	1,83	0,45
22	Печенізький	1,95	0,43
23	Сахновщинський	1,82	0,50
24	Харківський	2,00	0,40
25	Чугуївський	1,95	0,42
26	Шевченківський	1,95	0,45

Додаток 2

Поправочні коефіцієнти R для районів проектування
на території України [1]

Райони	Площа водозбору, км ²				
	10	30	50	100	500
Лісостеп і Степ	0,7	0,85	0,90	0,95	1,0
Волино-Подільська височина	-	-	0,55	0,60	0,80
Донецька і Приазовська височина	-	-	-	0,70	0,90

Додаток 3

Ордината біноміальної теоретичної кривої забезпеченості Φ [1]

C_s	Забезпеченість, P%				
	75	80	90	95	99
0,0	-0,67	-0,84	-1,28	-1,64	-2,33
0,2	-0,69	-0,85	-1,26	-1,58	-2,18
0,4	-0,71	-0,85	-1,23	-1,52	-2,03
0,6	-0,72	-0,85	-1,20	-1,45	-1,88
0,8	-0,73	-0,86	-1,17	-1,38	-1,74
1,0	-0,73	-0,85	-1,13	-1,32	-1,59
1,2	-0,74	-0,84	-1,08	-1,24	-1,45
1,4	-0,73	-0,83	-1,04	-1,17	-1,32
1,6	-0,73	-0,81	-0,99	-1,10	-1,20
1,8	-0,72	-0,80	-0,94	-1,02	-1,09
2,0	-0,71	-0,78	-0,90	-0,95	-0,94
3,0	-0,62	-0,64	-0,66	-0,66	-0,67

Додаток 4

Кліматична характеристика природних зон України [1]

Зони	Опади, мм		Випаровування з водної поверхні, E, мм/рік	Сума температур повітря вище 10°C	Тривалість вегетаційного періоду, днів
	IV – X місяці за рік	за рік			
Південний Степ	170 – 240	300 – 400	900 – 1000	3400 – 3900	220 – 240
Північний Степ	240 – 310	400 – 480	600 – 800	2800 – 3300	210 – 225
Лісостеп	300 – 380	450 – 610	550 – 750	2400 – 2700	190 – 200

Додаток 5**Розміри проїжджої частини автомобільних доріг [9]**

Конструктивні елементи	Категорія дороги	
	IV	V
Ширина земляного полотна, м	10	8
Ширина проїжджої частини, м	6	4,5
Ширина узбіччя	2	1,75

Додаток 6**Приблизні значення коефіцієнтів відкосів земляних гребель [9]**

Висота греблі, м	Коефіцієнт відкосів		
	Верховий, m_1	Низовий, m_2	
		без дренажу	з дренажем
5	2,0	1,5	1,5
5-10	2,5	2,0	1,5-2,0
12-15	2,5-3,0	2,5	2,0-2,5
20-30	3,0-3,5	2,5-3,0	2,0-2,5

Коефіцієнти відкосів греблі [9]

Грунт	Мокрий укіс	Сухий укіс
Середні суглинки	2,0	1,5
Легкі суглинки	2,5	2,0
Лесоподібні суглинки	3,0	2,0
Супіски	3,0	2,5
Важкі суглинки	3,0	2,5

Додаток 7**Середні значення коефіцієнтів фільтрації для нескальних ґрунтів, м/добу [3, 9]**

Найменування ґрунту	Коефіцієнт фільтрації (K_f)
Піски глинисті	1,5 – 0,08
Супісь щільна	0,4 – 0,08
Суглинок	0,008 і нижче
Глина	0,0008 і нижче

Додаток 8

Орієнтовні величини щільності скелета ґрунту (α), найменшої вологоємкості НВ, вологості ґрунту на початку (γ_{\max}) та в кінці вегетаційного періоду (γ_{\min}) лісових та сільськогосподарських культур [10]

Типи ґрунтів	Гранулометричний склад ґрунту	Глибина шару h_{α} , см	Щільність ґрунту, α , т/м ³	Вологість ґрунту, у % від сухої наважки		
				НВ	γ_{\max}	γ_{\min}
Опідзолені	Легкий	0 – 50	1,41	19,5	15,6	13,7
		51 – 100	1,45	19,8	15,8	13,9
	Середній	0 – 50	1,41	23,8	19,0	16,7
		51 – 100	1,47	24,1	19,3	16,9
	Важкий	0 – 50	1,21	26,0	20,8	18,2
		51 – 100	1,48	22,6	18,1	15,1
Каштанові	Легкий	0 – 50	1,51	11,6	9,3	8,1
		51 – 100	1,58	10,2	8,2	7,1
	Середній	0 – 50	1,20	21,8	17,4	14,1
		51 – 100	1,28	20,2	16,2	14,1
	Важкий	0 – 50	1,34	29,8	23,8	20,9
		51 – 100	1,48	25,3	20,2	17,7
Чорноземи	Легкий	0 – 50	1,30	25,3	19,4	17,0
		51 – 100	1,38	24,3	17,9	15,7
	Середній	0 – 50	1,33	27,9	22,3	19,5
		51 – 100	1,46	26,2	21,0	18,3
	Важкий	0 – 50	1,08	33,5	26,8	23,5
		51 – 100	1,14	34,0	27,2	23,8

Примітка. Мінімально допустима вологість ґрунту γ_{\min} для лісових порід становить 70%, овочевих та багаторічних сільськогосподарських культур – 70-80% НВ, для зернових – 60-70% НВ.

Додаток 9

Середні коефіцієнти водопоглинання, урожайність
і глибина активного шару ґрунту сільськогосподарських культур
за фазами розвитку в умовах України [8]

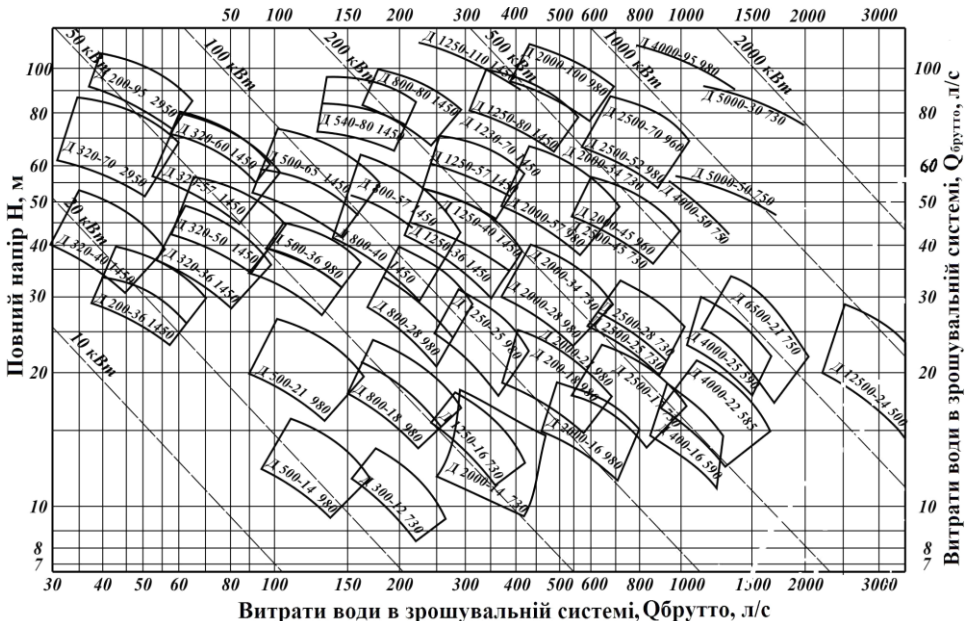
Культура	Південний Степ		Північний Степ		Лісостеп		h _a , м	Фази розвитку	Строки настання фаз	
	К, м ³ /т	У, т/га	К, м ³ /т	У, т/га	К, м ³ /т	У, т/га			I	II
Ячмінь	1200 - 100	3	700 - 800	3,5	600 - 700	4	0,4 – 0,6	Сходи Кущіння Трубкування Колосіння Дозрівання	16.04. 25.04. 4.05. 7.06. 5.07.	30.06. 15.05. 25.05. 26.06. 20.07.
Люцерна I-го року	600 - 700	6	500 - 600	8	450 - 550	10	0,4 – 0,7	Поливається за тією ж схемою, що і ячмінь, а після його збирання до кінця сезону		
Люцерна II-го року	650 - 750	8	550 - 650	10	450 - 550	13	0,5 – 0,8	Відновлення вегетації Бутонізація Після I- го укусу і до кінця сезону	25.03. 10.05. 20.05.	10.04. 25.05. 30.05.

Додаток 11**Технічні характеристики основних дощувальних машин та агрегатів [6]**

Показники	ДДН – 70	ДДН - 100	ДДА – 100МА
Витрати води, л/с	65	100	130
Натиск води, м	50 – 55	85	37
Коефіцієнт використання часу зміни	0,79	0,84	0,65 – 0,85
Допустимі нахили	0,003	0,003	0,001 – 0,0008
Середня інтенсивність дощу, мм/хв	0,33 – 0,43	0,27 – 0,38	0,1 – 0,5
Висота трубопроводу над поверхнею поля, м	-	-	1,5
Сезонна продуктивність, га	40 - 70	80 - 120	130 – 150
Обслуговуючий персонал, осіб	1	1	1
Відстань між каналами, трубопроводами, м	90	120	120
Відстань між позиціями, гідрантами, м	100	110	-
Площа поливу з однієї позиції, га або м х м	0,94	1,8	16 X 120

Додаток 12

Номограма для підбору марки насоса, числа обертів та потужності електродвигуна [4]



Додаток 13

Розрахунки вартості об'єктів та заходів

Пор. №	Найменування об'єкта та заходу	Одиниця виміру	Вартість одиниці, грн
1	2	3	4
1	Гребля	м³	10
2	Водоскидна споруда (80% від вартості греблі)	шт.	
3	Насосна станція (на 1га зрошення)	га	1000
4	Зрошувальна мережа (на 1га)	га	3600
5	Дошувальна машина (дод. 11)	шт.	
6	Меліоративне освоєння	га	1500
7	Сільськогосподарське освоєння	га	800
8	Накладні витрати (15% від Σ п.1-7)		
9	Проектно-вишукувальні роботи (2% п.1-7)		

Додаток 14

Оптова ціна знеособленої продукції 1га
 продукованих площ різних відділень розсадника

Зони	Посівне відділення		Шкілки		Сад		Ячмінь		Люцерна однорічна		Люцерна дворічна	
	без зрошення	при зрошенні	без зрошення	при зрошенні	без зрошення	при зрошенні	без зрошення	при зрошенні	без зрошення	при зрошенні	без зрошення	при зрошенні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Північний Степ	60500	102850	135000	216000	40000	65000	7500	10000	500	1800	3600	9000
Центральний Степ	55000	99000	13600	204000	30000	75000	6250	8750	500	1800	3250	9900
Південний Степ	44000	83600400	123700	198000	20000	90000	3750	11250	500	1800	1800	10800
Крим (степовий)	40000	76000	108000	174000	28000	70000	2500	7500	500	1800	900	7200
Лісостеп	66000	105600	148000	222000	42000	60000	7800	11000	500	1800	4000	9500

Рекомендована література

1. Агроклиматический справочник по Харьковской области / А.М. Кекух, М.Н. Копачевская, В.М. Личикаки и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – 176 с.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К., 1950. – 264 с.
3. Кириенко И.И. Гидротехнические сооружения. Проектирование и расчет / И.И. Кириенко, Ю.А. Химерик. – К.: Высшая шк. Главное изд.-во, 1987.- 253с.
4. Киселева П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселева. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.
5. Погребняк П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк. – М.: Колос, 1968. – 440 с.
6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / А.В. Рождественский, В.Е. Водогрещкий, А.П. Копылов и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 450с.
7. Сабо Е.Д. Справочник по гидромелиорации / Е.Д. Сабо, Ю.Н. Иванов, Д.А. Шатило. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 200 с.
8. Справочник мелиоратора / В.А. Анисимов, К.В. Губер, Г.М. Зюликов и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 256 с.
9. Строительные нормы и правила СНиП 2.06.05-84 "Плотины из грунтовых материалов"(утв. постановлением Госстроя СССР от 28 сентября 1984 г. № 169).
10. Гідротехнічні меліорації лісових земель / В.Ю. Юхновський, Б.І. Конаков, С.М. Дударець, В.М. Малюга. – К. : Кондор, 2014. – 374 с.

Укладачі: **Величко Олександр Борисович**
Трофименко Михайло Євменович
Діденко Максим Михайлович

ОСНОВИ ГІДРОТЕХНІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт на тему:

«Проектування ставу та зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку»

для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»
зі спеціальності 6.090103 – «Лісове і садово-паркове
господарство»

Редактор Л.І. Сібенкова
Коректор М.А. Захарченко
Комп'ютерний набір і верстка М.М. Діденко

Підп. до друку 17.12.2015. Формат 60x84 1/16. Гарнітура
Таймс. Друк офсет. Обсяг: 3,6 обл.-вид. арк.; 4,0 ум.-друк. арк.
Тираж 50. Замовлення

Виробник – редакційно-видавничий відділ Харківського
національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. 62483,
Харківська обл., Харківський р-н, п/в «Комуніст-1», навчальне
містечко ХНАУ, корп. 1, кімн. 302, тел. 99-72-70.
E-mail: office@knau.kharkov.ua

Виготовлювач – дільниця оперативного друку ХНАУ