

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри відтворення
лісів та лісових меліорацій
_____ **Андрій ПІНЧУК**

“ ___ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Проект організації систем поливу навчально-
дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових
меліорацій НУБіП України»**

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Гарант освітньої програми

кандидат с.-г. наук, доцент

_____ **Наталія ПУЗРІНА**

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи

кандидат с.-г. наук, доцент

_____ **Ігор ІВАНЮК**

Виконала

_____ **Анастасія ЦИРКУН**

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри відтворення лісів та
лісових меліорацій

к.с.-г.н., доц. _____ Андрій ПІНЧУК
“ 15 ” травня 2024р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студентці

Циркун Анастасії Володимирівні

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Проект організації системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України», затверджена наказом ректора НУБіП України від “17” березня 2025р. № 382 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 2 Червня 2025р.

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи 1. Матеріали з розсадника кафедри; 2. Робочі відомості польових досліджень. 3. Список літературних джерел за порадою керівника.

Перелік питань, які потрібно розробити: Розділ 1. Огляд літератури; Розділ 2. Програма робіт та методика досліджень; Розділ 3. Стисла характеристика території та лісорослинних умов; Розділ 4. Проект організації системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України.

Перелік графічних документів (за потреби): фотографії лісових культур, розсадника; таблиці зі зведеними даними.

Дата видачі завдання “ 15 ” травня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Ігор ІВАНЮК

Завдання прийняв до виконання

Анастасія ЦИРКУН

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 Огляд літератури	7
1.1. Системи зрошення лісових розсадників.....	7
1.2. Історичні нариси організації автоматизованого поливу в лісових розсадниках.....	8
1.3. Сучасні технології автоматизованого поливу в лісових розсадниках.....	10
1.4. Фактори, що впливають на ефективність автоматизованого поливу.....	14
1.5. Екологічні аспекти автоматизованого поливу	16
РОЗДІЛ 2 Програма та методика досліджень	18
2.1. Програма проведення дослідження.	18
2.2. Методика виконання дослідження.....	19
РОЗДІЛ 3 Характеристика об'єкта дослідження.....	21
3.1. Місцезнаходження та площа території.....	21
3.2. Природно-кліматичні умови території	23
3.3. Рельєф та ґрунтові умови	25
3.4. Організація території та основні напрями діяльності	27
РОЗДІЛ 4 Проєктування системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України.....	31
4.1. Опис та просторове розміщення запроєктованої системи зрошення.....	31
4.2. Оптимізація режиму поливу відділень розсадника.....	33
4.2.1 Посівне відділення.....	33
4.2.2 Зрошення полігону контейнерної культури.....	35
4.2.3 Зрошення поля деревної шкільки.....	16
4.2.4. Зрошення великомірних дерев	38
4.3. Орієнтовна вартість створення системи автоматичного зрошення..	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22
ДОДАТКИ.....	24

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Проект організації системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України» складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків. Всього в роботі представлено 25 рисунків, 4 таблиць та додатків. За винятком додатків обсяг роботи становить 54 сторінок.

В першому розділі наведено літературний огляд з теми досліджень. В ньому приведена інформація про розвиток автоматичного поливу у лісових розсадниках в Україні та приклади досвіду в країнах світу.

В другому розділі обґрунтовується програма робіт, а також наведені основні положення методики досліджень.

В третьому розділі наведена коротка інформація щодо структури розсадника кафедри, природно-кліматичних умов регіону, його діяльності та охарактеризовано структуру.

У четвертому розділі запроєктовано системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України.

Бакалаврська кваліфікаційна робота направлена на проектування та узагальнення досвіду зрошення лісового розсадника.

Ключові слова: *лісові розсадники, автополив, зрошення, садивний матеріал, лісові культури.*

ВСТУП

Ліс відіграє ключову роль у збереженні природних екосистем, забезпеченні сталого використання ресурсів та адаптації до змін клімату. Одним із важливих аспектів цього процесу є вирощування високоякісного посадкового матеріалу, що потребує ефективних методів догляду, зокрема раціональної системи поливу.

Проект організації системи поливу навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій спрямований на розробку оптимальних технологій зрошення, які сприятимуть здоровому росту сіянців і забезпечать їхню адаптацію до природних умов. Врахування біологічних особливостей лісових культур та екологічних аспектів дозволить мінімізувати водоспоживання та підвищити ефективність розсадника. Інноваційні методи, які застосовуватимуться в межах проекту, включають використання автоматизованих систем контролю вологості ґрунту та технологій точкового поливу. Це сприятиме не лише підвищенню продуктивності розсадника, а й зменшенню негативного впливу на довкілля, зокрема на гідрологічний режим території та водні ресурси регіону.

Цей проект є важливим через потребу впровадження автоматизованої системи зрошення на виробничих ділянках розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Таке рішення сприятиме не лише прискоренню вирощування, а й значному поліпшенню якості садивного матеріалу.

Проектування зосереджувалося на навчально-дослідному розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.

Предмет: комплексне вирішення задачі зі створення дієвої автоматизованої системи зрошення для розсадника.

Мета: оптимізація водного режиму для культур та стимулювання росту рослин.

Практична цінність дослідження полягає у визначенні та рекомендації оптимальних зрошувальних елементів, таких як дощувальники типу ротатор чи крапельні шланги. З огляду на те, що автоматичне зрошення розсадників в

Україні перебуває на стадії розвитку, цей проєкт надасть комплексне та обґрунтоване розуміння, базуючись на досвіді розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Системи зрошення лісових розсадників

Зрошувальна система – це гідромеліоративна система призначена для поливання. Комплекс технологічно пов'язаних між собою гідротехнічних споруд і технічних засобів для проведення водної меліорації в межах визначених території.

Якість лісового садивного матеріалу – це один із ключових показників ефективності роботи лісового розсадника. Вона визначає приживлюваність, ріст і стійкість лісових культур у природних умовах. Одним із головних чинників, що впливає на якість сіянців і саджанців, є режим водозабезпечення, зокрема його регулярність, обсяг і спосіб подачі вологи [1].

В двадцять першому сторіччі технології набули значного розвитку, що дозволило автоматизувати багато процесів у різних сферах. Не винятком стало і лісове господарство. Потреба в організації поливу в лісових розсадниках з'явилася з моменту усвідомлення значення штучного вирощування садивного матеріалу для лісовідновлення та залісення. У XIX – на початку XX століття полив здійснювався вручну, за допомогою лійок, відер або простих каналів. Цей процес був трудомістким і залежав від погодних умов [2].

Зараз існує декілька видів автоматичного поливу, кожен з яких має свій функціонал. Існують три основні види: крапельний, дощувальний, комбінований.

Крапельний полив - це ефективний економічний метод забезпечення вологою рослин шляхом постачання води в краплях безпосередньо до кореневої системи. Цей вид поливу користується великою популярністю при вирощуванні

культур на невеликих ділянках, наприклад при контейнерному вирощуванні [1, 3].

Дощувальний полив – це метод забезпечення вологою рослин, який імітує природні опади. Цей метод використовується для поливу великих площ розсадників де сіянці вирощують з відкритою кореневою системою, та для закритих розсадників [2].

1.2. Історичні нариси організації автоматизованого поливу в лісових розсадниках

З розвитком аграрної сфери з'явилась потреба у пошуку оптимального способу поливу, адже зі зростанням площ ручний полив був неможливий. Але, як це не дивно, сучасна система автополиву починається з дощувача, створеного для поливу не аграрних полів, а полів для гольфу. І вже у середині XIX століття з'явилися перші дощувачі, а 1897 року у США було випущено перший газонний дощувач з редуктором [4].

Розвиток системи автоматичного поливу стрімко став розвиватись з початком XX сторіччя. До найважливіших винаходів цього періоду відносяться такі:

У 1904 році в Каліфорнії Джоном Россом було засновано першу компанію, яка займалася виробництвом газонних дощувачів.

1906 року з'явилися перші висувні дощовики. Їх розробником був Л. Нельсон, сьогодні заснована ним компанія займається виробництвом зрошувальних систем для сільськогосподарських потреб.

У 1910 році в Америці була запатентована поливальна головка із вбудованим редуктором.

У 1912 році Ст. Бакнер був запатентований дощувач сповільненого руху.

У 1916 Джон Брукс розробив висувні дощувачі.

У 1922 року автоматичний полив став найбільш схожим на сучасний, коли Георг Муді розробив контролер поливу. Ця розробка стала проривом у сфері поливу, адже практично зробила систему автономною і такою, що не потребує контролю людини [5].

Із розвитком сільськогосподарської техніки у 1950–1960-х роках почали впроваджуватись механізовані системи поливу – переносні дощувальні установки, мотопомпи, шланги. Це значно підвищило ефективність зрошення і дозволило охопити більші площі. В СРСР та країнах Східної Європи в цей період активно будувалися спеціалізовані лісові розсадники з централізованим водопостачанням[21].

Поява перших елементів автоматизації в системах поливу пов'язана із застосуванням таймерів, електромагнітних клапанів, сенсорів вологості ґрунту. У лісових розсадниках почали встановлювати стаціонарні зрошувальні системи з частковим контролем вологості [6].



Рис. 1.1. Перша дощувальна система, 1932р. США[21]

У цей час у деяких країнах почалися дослідження щодо оптимізації норм поливу для різних видів лісових культур, з урахуванням фаз росту сіянців та мікрокліматичних умов.

Справжній прорив в автоматизації поливу стався з розвитком цифрових технологій, контролерів та датчиків. Сучасні системи автоматизованого поливу включають: програмовані контролери; сенсори вологості, температури та освітлення; системи моніторингу через інтернет (IoT) [8].

Такі системи дозволяють точно дозувати воду, адаптувати полив до погодних умов, зменшувати витрати ресурсів та підвищувати якість садивного матеріалу [8].

1.3. Сучасні технології автоматизованого поливу в лісових розсадниках

Технології автоматичного поливу в XXI сторіччі досягли значного розвитку. Рівномірне зволоження, керування графіком поливу, економія води – все це наразі можливо в сучасних системах поливу[9].

Сучасні рішення для контролю поливу базуються на інтеграції різноманітних датчиків, які здатні моніторити вологість ґрунту, температуру повітря та інші важливі параметри. Це дає змогу створити автоматизовану систему, яка адаптується до потреб рослин у воді, регулюючи подачу вологи в залежності від погодних умов і стану ґрунту. Такі технології дозволяють з легкістю контролювати процеси, що відбуваються в розсадниках, зменшуючи ризики, пов'язані з надмірним або недостатнім поливом [10].

Сучасні технології автоматизації поливу пропонують користувачам нові можливості для ефективного управління витратою води. Використання датчиків вологості ґрунту дозволяє отримувати точні дані про стан зволоження землі, що сприяє економії води адже завдяки цим пристроям, система поливу може автоматично реагувати на зміни, забезпечуючи оптимальний полив рослин без зайвих витрат[11].

Значного попиту набули інтелектуальні системи поливу - це передові технологічні комплекси, які поєднують в собі різноманітні датчики, системи зв'язку та алгоритми штучного інтелекту, щоб автоматизувати та оптимізувати

процес зрошення рослин. Основна мета цих систем – забезпечити рослини оптимальним обсягом води відповідно до їх потреб, рівня вологості ґрунту та погодних умов[12].

Основні компоненти інтелектуальної системи поливу включають:

Датчики вологості ґрунту – пристрої, що вимірюють вологість та контролюють зрошення. Існують різні типи датчиків:

Ємнісні датчики - вимірюють діелектричну проникність ґрунту, яка змінюється залежно від вмісту вологи. Вода має вищу діелектричну проникність, ніж повітря і сухий ґрунт, тому ємнісні датчики фіксують зміни вмісту вологи.

TDR датчики – вимірюють час, за який електромагнітний імпульс проходить через ґрунт. Швидкість проходження імпульсу змінюється в залежності від вмісту вологи - чим більше вологи, тим більша затримка сигналу.

TDT датчики – вимірюють час, за який електричний імпульс проходить через ґрунт між двома електродами. Чим вищий вміст вологи, тим довше проходить імпульс, що і фіксується датчиком.

FDR датчики – вимірюють частоту електромагнітного поля, яка змінюється в залежності від рівня вологості ґрунту.

Тензіометри – вимірюють водний потенціал ґрунту. Це прилади, які встановлюються у ґрунт і заповнюються водою. У міру висихання ґрунту вода з тензіометра надходить у ґрунт, створюючи розрідження всередині, яке вимірюється вакуумметром.

Датчики Watermark – вимірюють опір ґрунту, пов'язаний із його водним потенціалом. Пориста капсула датчика заповнюється водою, і в міру зміни вологості в ґрунті змінюється опір, який фіксується пристроєм [13].



Рис. 1.2. Датчики вологості ґрунту[2]

Датчики погоди – датчики, що реагують на стан навколишнього середовища і дають команду контролеру про припинення поливу. Погодні датчики бувають:

Датчик дощу – зазвичай монтується поблизу на паркані чи стовпі, реагує на краплі дощу (певний обсяг, що потрапляє в спеціальну чашу).

Датчик вітру – встановлюється в стороні, на окремій стойці і реагує на сильні пориви вітру, зупиняючи полив.

Датчик заморозків – встановлюють і відкритому місці, для реагування на значні різкі зниження температури (нижче $+5^{\circ}\text{C}$).

Міні-метеостанція – містить в собі 3 датчики, і встановлюється на відкритому місці (даху, стовпу, т.п.). Пристрій, реагує на дощ, вітер і зниження температури [14].



Рис. 1.3. Компактна метеостанція[30]

Центральний контролер – пристрій для управління автополивом. Завдяки програмуванню контролера і датчикам – зволоження ґрунту стає повністю автоматичним. Управління деякими контролерами можливе навіть з телефону, з різних куточків світу. Бувають такі контролери:

Внутрішні контролери – встановлюються всередині приміщення, наприклад, у гаражі або підвалі.

Зовнішні контролери – встановлюються безпосередньо біля системи автополиву.

Модульні контролери – встановлюються для розширювання кількості зон та функцій.

Фіксовані контролери – призначені для конкретної кількості зон та функцій.

Автономні контролери – працюють від батарейок та не потребують підключення до електромережі



Рис. 1.4. Контролер автополиву[24]

Автоматизований полив у лісових розсадниках є важливою складовою сучасного ведення господарства. Його мета — забезпечити оптимальний режим зволоження ґрунту відповідно до потреб культур, зменшити витрати води, спростити умови праці, підвищити якість посадкового матеріалу [15].

1.4. Фактори, що впливають на ефективність автоматизованого поливу

Ефективність автоматизованого поливу в лісових розсадниках визначається комплексом технічних, біологічних, ґрунтово-кліматичних та організаційних чинників. Від узгодженості цих факторів залежить економія води, якість вирощеного садивного матеріалу, умови праці [16].

При виборі системи для контролю за автополивом потрібно звернути увагу на кліматичні умови регіону: кількість та частоту опадів, температуру повітря. Так, при встановленні відповідних датчиків контролю можна досягнути бажаних результатів у вирощуванні майбутніх саджанців [17].

При визначенні часу зрошення рослин і необхідного дозування поливу культур розсадника повинні враховуватись такі критерії:

- водний баланс рослин (оводненість клітин рослин);

- мікрокліматичний баланс (дані про кількість опадів та інтенсивність випаровування з поверхні ґрунту і транспірації рослин);
- фактична вологість ґрунту.

Ґрунтові умови – важливий фактор ефективності поливу, адже водопроникність несе визначальну роль у виборі об'єму поливу та запобіганню застою вологи. Ґрунти за вологоємністю можна розташувати у такій послідовності: піщані < супіщані < суглинкові < глинисті < торф'яні [17].

Легкі, піщані та легкі суглинкові ґрунти мають низьку вологоємність, оскільки містять велику кількість крупнозернистих частинок і велику кількість крупних шпар. Такий ґрунт швидко пропускає воду й вона доступна рослинам лише протягом короткого періоду. На легких суглинках вода поглинається з інтенсивністю - 0,4-0,6 мм/хв. Такі ґрунти мають низьку здатність накопичувати вологу [18].

Глинисто-піщані або суглинкові з оптимальною структурою мають середню вологоємність, достатній повітряний режим і добре піддаються обробітці. На середніх суглинках вода поглинається з інтенсивністю - 0,2-0,4 мм/хв. Маючи більше тонкозернистих частинок, ці ґрунти здатні накопичувати більше вологи порівняно з піщаними й краще утримувати її за рахунок більшої кількості середніх і дрібних капілярів [19].

Важкі (з високим вмістом глини) ґрунти мають дуже високу вологоємність. Вони містять велику кількість дрібних капілярів, а отже, й великий відсоток мертвого запасу вологи. Крім того, здатність глиняних колоїдів і часточок гумусу набухати затримує воду в ґрунті. На важких суглинках вода поглинається з інтенсивністю 0,2 мм/хв. При цьому залишкова вода утворює навколо ґрунтових часточок плівку [20].

Поглиналина здатність ґрунту залежить від багатьох факторів: механічного складу, структури, вологості, водостійкості ґрунтових агрегатів, характеру обробки, стану рослинності та ін. Тому і значення допустимої інтенсивності коливається у широких межах (0,1-1 мм/хв.).

Увагу варто також звернути на:

- щільність посадки сіянців (більш густа посадка створює мікроклімат, що може зменшити випаровування, але водночас потребує більших обсягів води);
- спосіб вирощування (вирощування з закритою кореневою системою; вирощування в теплицях; вирощування у відкритому ґрунті);
- породи (вимоги до зволоження у листяних і хвойних порід відрізняються);
- вік та фазу росту (у період активного росту потреба в поливі збільшується).

Наприклад:

при крапельному зрошенні:

Сіянці: 5–10 л/м² на добу, залежно від погодних умов.

Саджанці: 10–15 л/м² на добу, з інтервалом 2–3 дні.

при дощуванні:

Сіянці: 10–15 л/м² за один полив, 2–3 рази на тиждень.

Саджанці: 15–20 л/м² за один полив, 1–2 рази на тиждень.

Для створення оптимального автоматизованого поливу лісового розсадника потрібно врахувати всі фактори, що представлені вище адже це забезпечить економічне та якісне зростання садивного матеріалу [21].

При застосуванні зрошення в посівному відділенні розсадника виділяють три фенологічних періоди (фази) у розвитку сіянців. Перший період - фаза проростання насіння, триває від висіву насіння до масової появи сходів (залежно від породи) 8-25 днів. Товщина шару ґрунту, в якому знаходиться основна маса насіння та коренів, не перевищує 10 см. Другий - фаза укорінення сходів, під час якої спостерігається масова поява сходів та їх зміцнення, триває 25-30 днів. Активний шар ґрунту в цей період сягає 15-20 см. Протягом третього фенологічного періоду (червень - серпень) закінчується формування сіянців. Товщина активного шару - 30 см і більше.

Орієнтовні норми зрошення (поливу) дощуванням наведено в таблиці 1.3 [10].

Таблиця 1.1.

Орієнтовні норми зрошення (поливу) дощуванням у посівному відділенні розсадника на різних ґрунтах, м³/га (за В.М.Маурером «Декоративне розсадництво», 2004)

Фенологічний період	Товщина активного шару, см	Ґрунти			
		супіщані	легко-суглинкові	середньо-суглинкові	важко-суглинкові
Проростання насіння (тривалість 7-25 днів)	До 10	70-80	100-120	150-170	180-200
Укорінення сходів (25-30 днів)	15-20	145-160	240-250	270-290	300-320
Формування сіянців (до викопування)	30	220-250	340-350	400-430	450-470

При вирощуванні сіянців у розсаднику породи за вимогливістю до вологи прийнято поділяти на три групи:

- породи, найбільш вимогливі до вологи: береза, в'яз звичайний та дрібнолистий, модрина, сосна звичайна, липа, шовковиця, жимолость татарська, бузина, смородина золотиста, тополі;
- породи з помірною вимогливістю до вологи: ясени, клени, вишня, яблуня, груша, ліщина;
- породи з найменшою вимогливістю до вологи: дуб, акація біла і жовта, гледичія, маслинка вузьколиста, абрикос [1].

1.5. Екологічні аспекти автоматизованого поливу

Сучасні системи автоматизованого поливу не лише підвищують ефективність вирощування лісових культур, а й сприяють зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Врахування екологічних чинників під час проєктування та експлуатації систем зрошення є ключовим у контексті сталого розвитку лісового господарства [22].

В першу чергу автоматизований полив дозволяє значно зменшити витрати води, що в свою чергу є актуальним в час боротьби зі стрімкими змінами клімату. Так, наприклад, впровадження вище описаних сенсорів вологості ґрунту запобігає надмірному зволоженню та непродуктивному випаровуванню води [23].

Таблиця 1.2.

Порівняння ручного та автоматизованих поливів згідно критеріїв

Критерій	Ручний полив	Дошовий (спринклер)	Крапельний полив
Економія води	до 50% втрат	20–30% втрат	до 90% збереження
Рівномірність зволоження	нерівномірне	середня	високе
Точність поливу (до кореневої зони)	низька	середня	висока
Залежність від погодних умов	гнучка (людина оцінює)	висока (вітряність, випаровування)	низька
Автоматизація	відсутня	часткова	повна

В таблиці 1.1. наведено порівняльну характеристику ручного і автоматизованого поливів згідно критеріїв.

Не манеш важливою перевагою автоматичного поливу є запобігання ерозії ґрунту. Адже забезпечуючи рівномірне зрошення та контрольовану подачу води, такі системи мінімізують ризик деформації та вимивання ґрунту, що є одними з основних факторів ерозії. Так, використовуючи дозовану подачу води при крапельному поливі, ми запобігаємо від руйнівної сили струменів води.

Ще одним екологічним аспектом автоматизованого поливу лісового розсадника є уникання розвитку патогенів, загибель корисної мікрофлори завдяки униканню перезволоження ґрунту [24].

Далі оглянемо переваги та недоліки дощування та крапельного поливу.фЙ

Дощування має такі переваги:

- можливе на полях зі складним рельєфом, де неможливо застосувати інші типи зрошення;
- підходить для зрошення більшості рослин, вирощуваних у розсадниках, за винятком крупномірів;
- можливе економне використання води та висока ефективність зрошення;
- дозволяє механізувати більшість робіт, виконуваних при вирощуванні садивного матеріалу;
- широкий діапазон вибору зрошувачів та розпилювачів до них дозволяє легко проектувати систему та вносити корективи за потреби;
- дає можливість точного вимірювання витрат води на зрошення ділянки;
- дозволяє підвищити коефіцієнт використання земель розсадника;
- висока мобільність системи зрошення (дозволяє порівняно легко переміщати зрошувачі в разі потреби, а при використанні самохідних зрошувальних установок – переміщати установки на нове місце);
- дозволяє проводити будь-які допоміжні зрошення (проти заморозкові, освіжаючі тощо);
- можливість досягнення однакової інтенсивності зрошення (розподіл води в межах зрошуваної ділянки);
- дозволяє вносити добрива, отрутохімікати тощо в процесі зрошення.

До основних недоліків дощування відносять:

- значні початкові капіталовкладення (проекування та будівництво системи зрошення);

- значну витрату енергії для створення тиску води у трубопроводах;
- зрошення дощуванням бажано проводити у період від заходу до сходу сонця, щоб уникнути опіків листя, а в разі зрошення холодною водою – і температурного шоку рослин;
- існує проблема ущільнення верхнього шару ґрунту внаслідок неправильно розрахованого зрошення, яка призводить до утворення кірки та необхідності частого розпушування ґрунту для забезпечення його киснем;
- втрати води на межах ділянки;
- залежність якості поливу від сили вітру.

Основні переваги краплинного зрошення такі:

- більш висока економічна ефективність вирощування (затрати води на одиницю продукції);
- відсутність впливу вітру на зрошення;
- можливе проведення механізованих робіт одночасно зі зрошенням;
- можливе проведення зрошення в будь-який час доби;
- значна економія поливної води (на 50 % і більше) порівняно із дощуванням та поверхневим зрошенням;
- різке зменшення втрат води на фільтрацію і випаровування;
- відсутність поверхневого стоку і загрози водної ерозії ґрунту;
- зменшення забур'яненості, а значить, і непродуктивної витрати води з міжрядь;
- оптимальне і стійке зволоження кореневмісного шару у періоди інтенсивного росту і активного розвитку рослин;
- можливість локального і внаслідок цього економного та ефективного внесення добрив разом із поливною водою;
- зменшення числа міжрядних обробок;
- можливість ущільнення посівів культур;

- відсутність небезпеки підйому ґрунтових вод і унеможливлення вторинного засолення ґрунту;
- зменшення витрат енергії на створення напорів води у трубопроводах порівняно із дощуванням.

Недоліки краплинного зрошення:

- висока початкова вартість облаштування системи при порівняно короткостроковому використанні крапельних трубопроводів (1-10 сезонів);
- небезпека забруднення відкладеннями окисів заліза і нерозчинних карбонатів і виходу з ладу трубопроводів та крапельниць;
- необхідність встановлення спеціальних фільтрів для очищення води;
- не придатне для проведення допоміжних зрошень (вологозарядкове, протизаморозкове тощо);
- непридатне для зрошення молодих дерев у несприятливих умовах (на піщаних ґрунтах з сильними вітрами);
- необхідність у переобладнанні системи при зміні культур на полі.

Висновки до розділу: Таким чином, впровадження автоматизованих та інтелектуальних систем поливу в лісових розсадниках – це не просто оновлення, а основа для створення майбутніх лісів. Вона забезпечує вирощування високоякісного та стійкого садивного матеріалу, що є ключовим для формування ресурсів, підвищити ефективність роботи розсадників та сприяти сталому розвитку.

РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма проведення дослідження

Ефективність вирощування садивного матеріалу у відкритому ґрунті багато в чому залежить від забезпечення його вологою. В посушливі роки, коли відбувається ріст рослин, забезпечення ґрунту вологою може бути на критичному низькому рівні для життєдіяльності рослин.

Ці обставини показують, наскільки важливо проводити дослідження, щоб знаходити нові способи вирощування садивного матеріалу та підвищувати його якість та приживлюваність.

Актуальність створення проєкту зумовлена необхідністю впровадження системи автоматизованого поливу для ефективного зрошення виробничих ділянок розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.

Метою створення було розроблення найбільш ефективної та економічно доцільної системи автоматизованого поливу, яка б забезпечувала зрошення не лише основних виробничих відділень розсадника.

Програмою робіт передбачалося:

- вивчення різних видів поливу та їх оцінка з точки зору ефективності;
- збір та аналіз експериментальних даних;
- вивчення взаємозв'язку між використання різних видів поливу та якістю вирощування садивного матеріалу;
- створення пропозицій щодо використання певних видів поливу.

2.2. Методика виконання дослідження

Нашим завданням стала розробка економічно доцільного та реалістичного проєкту автоматизованого поливу для виробничих відділень розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вивчення різних видів автоматичного зрошення їх оцінка з точки зору ефективності.
2. Збір та обробка експериментальних даних.
3. Застосування різних режимів на якість вирощування.
4. Створення практичних порад щодо оптимального використання автополиву.

Завдання на технічне проєктування:

Запроєктувати диференційовані способи поливу рослин у виробничих відділеннях розсадника з урахуванням технологічних особливостей вирощування садивного матеріалу;

Для масштабного проєкту з теодолітної зйомки, було створено опорний план розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Для проєктування системи автоматизованого поливу. Для цього детально проаналізували потреби у воді для всіх рослин, що дозволило підібрати оптимальні типи зрошення для різних ділянок. Плани включають схеми трубопроводів, а також розташування шлангів та електромагнітних клапанів.

Для успішного створення та впровадження цієї автоматизованої системи поливу буде необхідна участь щонайменше трьох висококваліфікованих спеціалістів. Що стосується часових рамок, то орієнтований термін виконання всіх необхідних робіт складатиме від 18 до 22 календарних днів, при цьому варто враховувати можливі коригування, пов'язані з погодними умовами.

Висновки до розділу: Таким чином, наша робота є повною та продуманою відповіддю на сучасні потреби лісових розсадників. Ми пропонуємо ефективне та надійне рішення, яке допоможе забезпечити рослин необхідною вологою, а це, своє чергою, гарантує вирощування міцного і якісного садивного матеріалу.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Місцезнаходження та площа території

Об'єктом досліджень стала територія навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Розсадник знаходиться на території ботанічного саду НУБіП України на відстані близько 400 м від першого навчального корпусу, що розташований по вул. Горіхуватський шлях 19, неподалік від Дідорівських озер. Територія навчально-дослідного розсадника розміщена у Голосіївському районі міста Києва.

Розсадник був закладений ще у 1996 році, а його загальна площа склала 1.5 га. Розсадник був створений на території розкорчованого плодового саду, який було закладено ще у повоєнні 40-і роки минулого століття.

Південною межею розсадника є землі державного лісового фонду, а з півночі прилягає плодове насадження. Із західного боку прилягає дорога.

З незначними змінами запроєктований план організації території збережено до нинішніх часів (рис. 1.1).

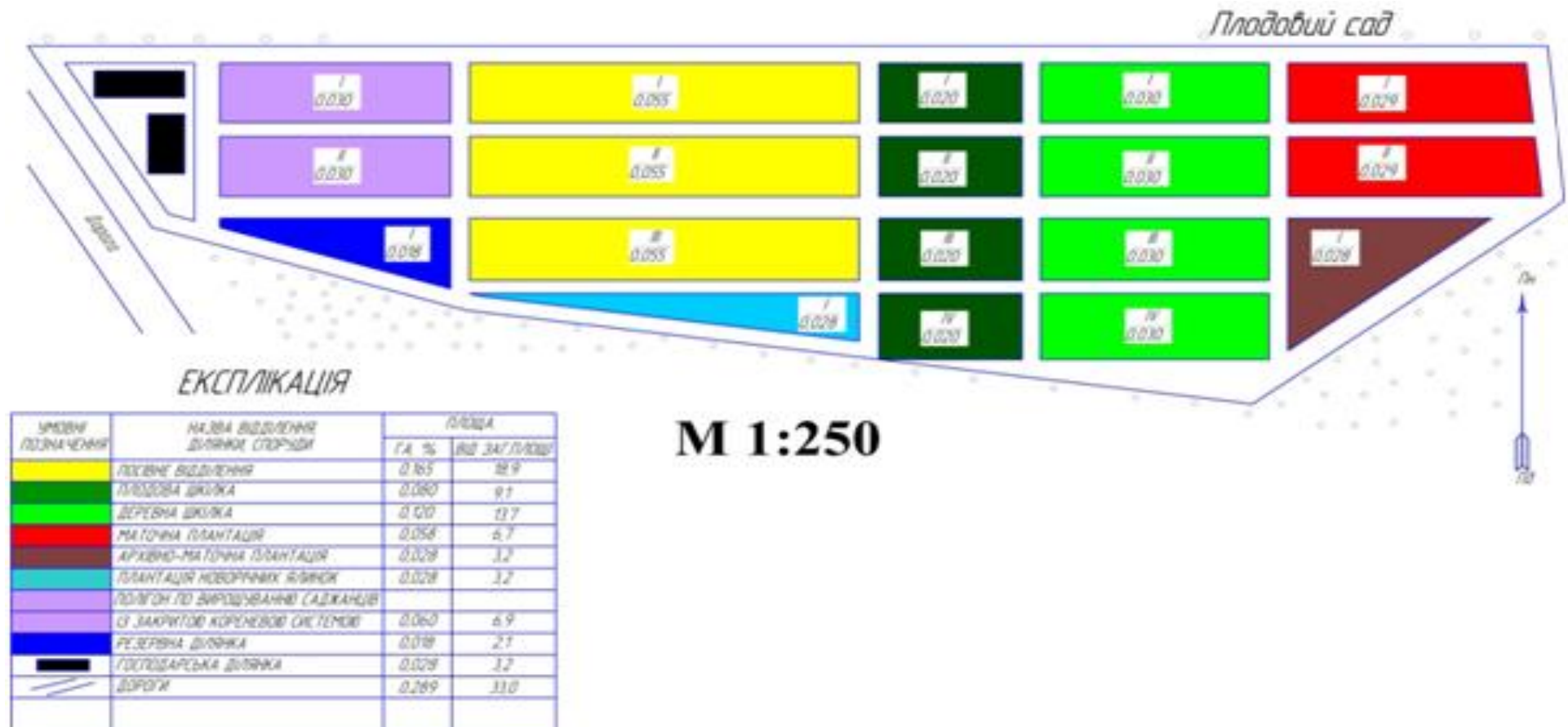


Рис. 3.1. План-схема організації території навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій

3.2. Природно-кліматичні умови території

Клімат в районі розміщення займає проміжне місце між кліматом західних і східних областей, розміщених у межах Українського Полісся та Українського Лісостепу. Зима досить тривала, але порівняно тепла. Для зими характерні як більш низькі температури повітря підвищуються до 10°C , а сніговий покрив зовсім зникає. Опади можуть випадати як у вигляді снігу, так і дощу. Суми сонячної радіації за будь-який зимовий місяць становлять тільки до 10% суми за літній місяць. За зимовий період кількість опадів досягає 130 мм опадів. У середньому висота снігового покриву становить 25 — 30 см, тільки в окремі роки він перевищує 50 см.

В окремі зимові періоди на території області помічається відрог азіатського антициклону, внаслідок чого температура повітря знижується до -30°C на тривалий період. Якщо це відбувається при незначному сніговому покриві або при повній його відсутності, то ґрунт промерзає на 100-130 см, а в одному шарі ґрунту спостерігається зниження температури до критичних значень по відношенню до кореневої системи плодових дерев.

Зима тривала, але порівняно тепла. Під впливом арктичних повітряних мас температура повітря знижується до $-34-36^{\circ}\text{C}$. Під впливом азіатського антициклону температура повітря знижується до $-26-28^{\circ}\text{C}$ і нижче. Вітровий режим характеризується в середньому зростанням швидкостей порівняно з іншими сезонами і несталістю напрямку. Середні місячні швидкості вітру взимку дорівнюють 4–5 м/с, при цьому можливі викиди різко помітних швидкостей вітру до 15–20 м/с. Взимку можливе утворення ожеледиці на рослинах, інколи на деревах утворюється так багато ожеледі, що під вагою льоду ламаються гілки дерев або й цілі дерева.

У середньому за зимовий період спостерігається 10-12 днів з хуртовинами. Вітровий режим характеризується в середньому зростанням швидкості порівняно з іншими сезонами і нестійким напрямком. Середні місячні швидкості вітру взимку дорівнюють 4-6 м/с, причому можливі випадки різкого підвищення

швидкості вітру до 15-20 м/с. Взимку можливе утворення ожеледі на рослинах. Інколи на деревах утворюється так багато ожеледі, що під вагою льоду ламаються гілки дерев або і цілі дерева. Незважаючи на окремі несприятливі погодні умови загалом, клімат області дозволяє перезимувати дерева з середньою морозостійкістю. Перша частина весни щодо температурного режиму взагалі буває нестійкою внаслідок вторгнень холодного повітря з півночі або сходу. Незважаючи на окремі несприятливі погодні умови в цілому клімат області дозволяє перезимувати деревам з середньою морозостійкістю.

Перша частина весни щодо температурного режиму взагалі буває нестійкою внаслідок вторгнень холодного повітря з півночі або сходу. В окремі дні на початку березня морози можуть досягати -15°C , разом з тим температура повітря наприкінці місяця може підвищуватись до $+20^{\circ}\text{C}$. На початку квітня можливі морози до -12°C , а в кінці квітня температура може досягати $+28^{\circ}\text{C}$.

Весняні приморозки припиняються наприкінці квітня. Перехід середньодобової температури через $0-5^{\circ}\text{C}$ у бік зростання відбувається у середині березня. Через $+5^{\circ}\text{C}$ температура переходить приблизно 10 квітня. Цей час вважається початком вегетаційного періоду. Саме з цього при цій температурі більшість рослин починає вегетативний ріст.

За весну випадає опадів 110–130 мм. Іноді спостерігаються травневі роси, які утворюються кожної доби, особливо наприкінці ночі, коли нічні температури діяльності значно підвищуються і на траві, кущах та листі дерев осідає волога роса..

В окремі роки спостерігаються снігопади не тільки в березні–квітні, але й у травні.

Літній період у середньому достатньо теплий і вологий: середні місячні температури всіх літніх місяців перевищують $+18^{\circ}\text{C}$, за цей період випадає 200–250 мм опадів, тобто 40 % їх річної суми.

Важливим показником температурного режиму літа є ймовірність днів з температурою вище 25°C , коли вегетація рослин і, відповідно, транспірація пригнічується. Влітку такі температури спостерігаються по всій смузі, при цьому

в середньому буває по 12–19 днів на місяць. Сумарна тривалість високих температур в середньому становить 60–80 год/місяць, а за теплі періоди вони можуть сягати 250 год.

Перший місяць осені – вересень – зазвичай сухий.

Жовтень може бути сухим і сонячним, з нічними ранішніми приморозками і туманами. Такі періоди отримали назву “золота осінь”. При цьому в жовтні можливі температури +25–26 °С.

У Києві восени спостерігається тривалість обложних дощів і помірний туман.

Від місяця до місяця температура знижується на 5–7 °С.

Наприкінці листопада може утворюватися стійкий покрив. Перші снігопади можливі протягом всієї осені.

У цьому кліматі району розміщення розсадника сприятливий для вирощування основних лісотвірних та декоративних порід.

3.3. Рельєф та ґрунтові умови

Ділянка, відведена під лісовий розсадник, має ухил до 4° і розміщена на схилі південної експозиції.

Для Голосіївського району характерні дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти.

Дерново-підзолисті ґрунти сформувались в умовах помірного теплого клімату на супісках, близько до підземних вод. Вони сформувались під мішаними лісами.

Для цього типу ґрунтів характерний невеликий вміст гумусу, вони мають кислу реакцію і тому потребують вапнування. При внесенні органічних та мінеральних добрив стають родючими.

Бідні на азот і фосфор. Пористість та аерація середня, структура ґрунту нестійка. Вони ущільнені, мало запасують вологи, мають високу водо- і повітропроникність, низьку вбирну здатність.

Сірі лісові ґрунти формуються головним чином під лісами (переважно листяними) з трав'янистим покривом в умовах континентального, помірно вологого клімату. Утворюються на лісовидних покривних суглинках, карбонатних моренах і інших материнських породах.

Сірі лісові ґрунти бувають кислі, лужні і нейтральні. Вони володіють відносно хорошими фізичними властивостями, біологічно активні, і родючі. Підрозділяються на підтипи: світло-сірі, сірі і темно-сірі. Використовуються під посіви різноманітних деревних порід (дуб, сосна звичайна, береза) і придатні для вирощування декоративних рослин.

Територія розсадника по фізико-географічному районуванню відноситься до лісостепової області Київського плато та зони мішаних лісів помірного поясу. Ґрунтоутворюючими породами є водно-льодовикові піщані, глинисто-піщані, легко-супіщані відклади, підстилаємі мореною, воднольодовикові та древньоалювіальні відклади. Ділянка, відведена під лісовий розсадник, має ухил до 4°. І розміщена на схилі південної експозиції. Ґрунтове обстеження ділянки проводилось в липні-серпні 1997 року. В якості планово-картографічної основи використані матеріали, отримані в результаті виконання змочно-геодезичних робіт в масштабі 1:1000. Всього закладено 3 ґрунтові розрізи та 5 напіврозрізів. Ґрунти розсадника сірі лісові, легкосуглинисті на лесові вапнякові суглинках. Ґрунтові води залягають на глибині 2-2.5 м. Тип водного режиму ґрунту — промивний. Тип структури ґрунту — кубовидна, горіхува-то-зерниста. За зложенням ґрунт пухкий.

3.4. Організація території та основні напрями діяльності

В багаторічній практиці виробництва садивного матеріалу декоративних дерев і чагарників в основу організації розсадництва покладено принцип роздільного вирощування окремих видів садивного матеріалу. Тому довготривале планомірне вирощування різного за видами, віком, асортиментом і кондиціями садивного матеріалу потребує організації в розсадниках спеціальних функціональних частин. З цією метою територію розсадника розділяють на частини, відділи, відділення і шкільки з багатопільними сівозмінами.



Рис. 3.2. Розсадник кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій (фото з дрону 2020 р.)

У навчально-дослідному лісовому розсаднику загальна площа поділена наступним чином:

Посівне відділення – 0.165 га;

Плодова шкілька – 0.080 га

Деревна шкілька – 0.120 га;

Маточна плантація – 0.058 га;

Архівно-маточна плантація – 0.029 га;

Плантація новорічних ялинок – 0.028 га;

Полігон для вирощування саджанців із закритою кореневою системою – 0.060 га;

Резервна ділянка – 0.018 га.

Як правило, в структурі сучасних декоративних розсадників можна виділити дві основні частини: виробничу (продуктивну) і допоміжну.

До виробничої частини належать підрозділи розсадника, на яких зосереджено роботи безпосередньо пов'язані з цільовим призначенням : розмноженням, вирощуванням і формуванням садивного матеріалу.

На даний період, в посівному відділенні зростає Сосна звичайна, Клен гостролистий, Липа серцелиста, Дуб червоний (Рис 3.3.).



Рис. 3.3. Саджанці Липи серцелистої

Щодо полігону контейнерної культури то він з кожним роком все збільшується. Тут представлені різні види ялівців, павловнії, туї, верби, катальпи, самшиту і т.д.



Рис. 3.4. Полігон контейнерних культур

Окрасою нашого розсадника є чудові колекції хвойних і листяних порід (Рис. 3.5.). На території розсадника знаходиться такі колекції декоративних рослин:

- колекція ялин;
- колекція декоративних низькорослих хвойних.



Рис. 3.5. Комбінована шкілька ялини європейської

Висновки до розділу: Розсадник НУБіП України-це спеціалізоване місце, де вирощують саджанці дерев та кущів. Незважаючи на те, що погода тут буває мінливою з теплими зимами, але можливими сильними морозами, та теплим вологим літом, а ґрунт потребують догляду, клімат загалом сприятливий для вирощування різних порід. Розсадник поділений на окремі ділянки для різних цілей: тут висівають насіння сосни, дорощують спіреї, верби, липи, а також вирощують рослини в контейнерах ялівці, туї. Особливою гордістю є колекції ялин та інших хвойних рослин. Розсадник-важливий цент для навчання, досліджень та вирощування якісного посадкового матеріалу, що допомагає озеленювати ліси.

РОЗДІЛ 4

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЛИВУ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО РОЗСАДНИКА КАФЕДРИ ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ ТА ЛІСОВИХ МЕЛІОРАЦІЙ НУБІП УКРАЇНИ

4.1. Опис та просторове розміщення запроєктованої системи зрошення

Наразі до розсадника кафедри проведено водопостачання, що підключене до центрального водоканалу у Голосіївському районі. Також встановлено резервуар для води та насосну станцію.

Для майбутньої системи автополиву розсадника кафедри планується запроєктувати наступні складові: мережа трубопроводів, контролер, насос, а також датчики.

Система поливу планується для: посівного відділення на площі 250 м²; полігону контейнерних культур на площі 96м²; деревної шкільки на площі 800 м². Загальна площа до проєктування 1146 м².

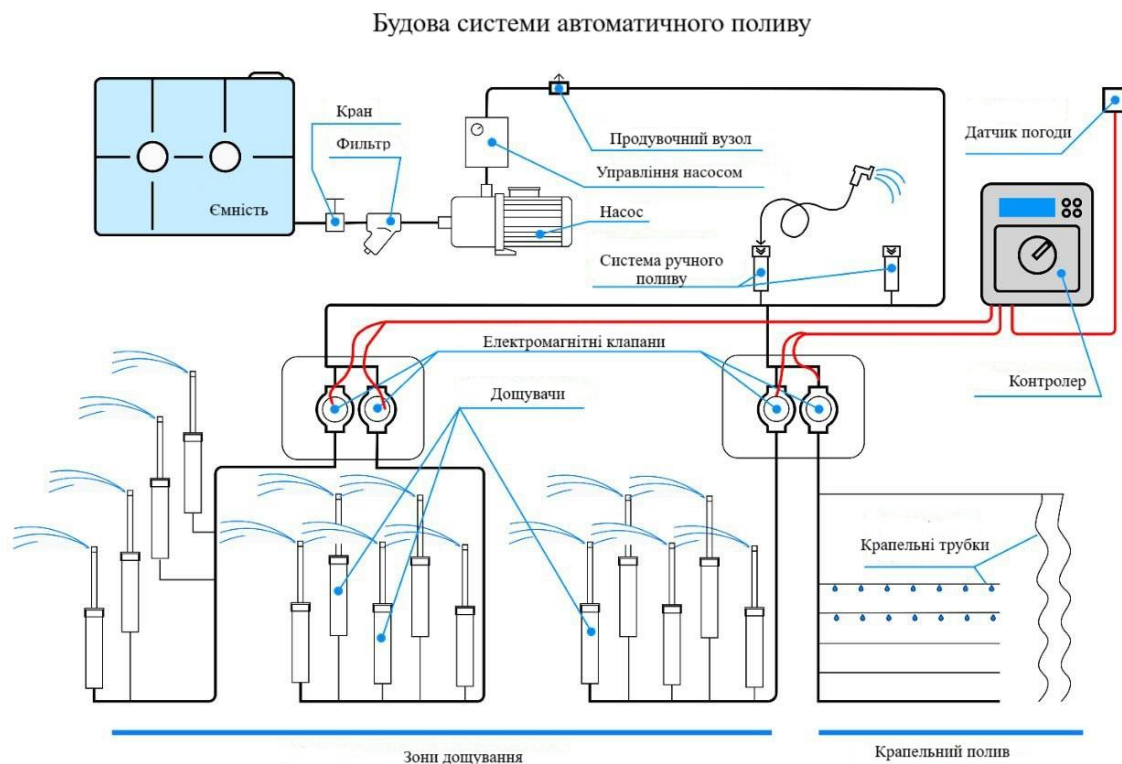


Рис. 4.1. Схема влаштування системи автополиву

Як зазначено вище, резервуар для води та насосна станція вже встановлено на території розсаднику. Тому для встановлення систем ми маємо встановити:

1. Контролер. Обираємо Hunter на 8 зон зовнішній X2-801-E (рис. 4.2.) з Wi-Fi модулем WAND (рис. 4.3.). Підключення Wi-Fi модуля WAND дозволяє користувачам повністю контролювати систему поливу через мобільний додаток або веб-платформу Hunter Hydrowise. Користувач може вносити зміни до розкладу поливу, перевіряти стан зон і отримувати повідомлення у реальному часі, незалежно від місця перебування. Через мобільний додаток доступні розширені функції програмування (наприклад, створення різних розкладів для кожної зони). Вартість 17 651.00 грн. [18,24]
2. Датчик погоди. Обираємо Hunter RAIN-CLIK (рис. 4.4.). Технологія Quick Response™, реалізована у датчику Hunter Rain-Clik, забезпечує моментальну реакцію системи на початок опадів. Завдяки автоматичному призупиненню роботи системи під час дощу або після нього, Hunter Rain-Clik дозволяє зменшити загальне споживання води до 30% і більше, залежно від погодних умов. Після закінчення дощу та висихання датчика

система автоматично відновлює полив. Це дозволяє не втрачати зволоження ґрунту у випадку короткочасних або слабких опадів. Вартість 2 315.02 грн.[30]

3. Клапан електромагнітний. Обираємо Hunter PGV-100JT (рис. 4.5.). Клапан працює у широкому діапазоні тиску: від 1,5 до 10 бар, що дозволяє використовувати його в різних типах систем зрошення, навіть у системах з невеликим напором. Вартість 1079.00 грн.[14]

Інші частини системи підбираємо окремо на кожну зону автополиву окремо.



Рис. 4.2. Контролер Hunter на 8 зон зовнішній X2-801-E[18]



Рис. 4.3. Wi-Fi модуль WAND[24]



Рис. 4.4. Датчик погоди Hunter RAIN-CLIK[30]



Рис. 4.5. Клапан електромагнітний Hunter PGV-100JT[14]

4.2. Оптимізація режиму поливу відділень розсадника

4.2.1 Посівне відділення. Зрошення посівного відділення має певні особливості. При плануванні автополиву потрібно враховувати глибину загортання насіння та мульчування. Визначення строків поливу і поливних норм для сіянців визначають за фенологічними періодами.

1 період – від сівби до появи масових сходів. Цей період для більшості деревних культур становить 21-25 днів. Основна маса коріння в цей період знаходиться у верхніх 10-сантиметровому шарі ґрунту.

2 період – зміцнення сходів, триває від масових сходів до заглиблення кореневої системи сіянців у ґрунт на 18-20см. Цей період триває становить один місяць.

3 період – формування сіянців. Початок цього періоду відноситься до першої половини до першої половини червня , а закінчиться – до початку другої декади серпня . Глибина активного шару ґрунту в цей період приймається рівною 30см.

У таблиці 4.1 наведено приблизні строки і кількість поливів.

Таблиця 4.1

Орієнтовні терміни і кількість поливів

Групи полів	Періоди	Число поливів	Приблизні строки поливів				
			1 полив	2 полив	3 полив	4 полив	5 полив
1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	4-5	Через 2 дні після сівби	Через 3 дні після 1 поливу	Через 4 дні після 2 поливу	Через 5 дні після 3 поливу	Через 6 дні після 4 поливу
	2	2-3	Через 7 днів після 4-го або 5-го поливу I періоду	Через 8 дні після 1 поливу	Через 10 дні після 2 поливу	-	-
	3	2-4	Середина червня	Початок липня	Початок серпня	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
II	1	2	Через 5 днів після сівби	Через 7 днів після 1 поливу	-	-	-
	2	2	З початку періоду	Через 10-15 днів 1 поливу	-	-	-
III	1	2	Через 8 дні після сівби	Через 10 дні після 1 поливу	-	-	-
	2	1	Середина Червня	-	-	-	-
	3	1	Середина Липня	-	-	-	-

Розмір посівного відділення має площу 250 м² (довжина 50м; ширина 5м). В посівному відділенні вирощують Клен гостролистий, Липа серцелисту, Дуб червоний, Сосна звичайна.



Рис. 4.6. Поле посівного відділення

Проаналізувавши схил і особливості посівного відділення, вирішено використати спеціальний дощувач імпульсний LF-1200 Rain Bird. Він витрачає невелику кількість води (від 266 до 454 л/год), при робочому тиску в діапазоні від 2,0 до 5,5 бар та чудово підходить для розсадників, де вирощують декоративні рослини на рівних або трохи нахилених ділянках.

Для підключення дощувачів потрібні фітинги та ПНД труби. Тож обираємо трубу поліетиленову Vsplast для водопостачання з діаметром 25x2.0 мм. Робочий тиск 6 бар. Ціна 16.30 грн/м.пог. Та фітинги ціна 50 грн/шт.



Рис. 4.7. Дощувач імпульсний LF-1200 Rain Bird[14]

На одному полі посівної шкільки встановлено 10 шт. дощувальників, кожен з яких витрачає по 300 л/год. води. Розміщувати данні дощувачі планується з лівого краю, сектор зрошення буде налаштований на 180°. Таким чином, в майбутньому, монтажні частини не будуть заважати при викопуванні або посадці.

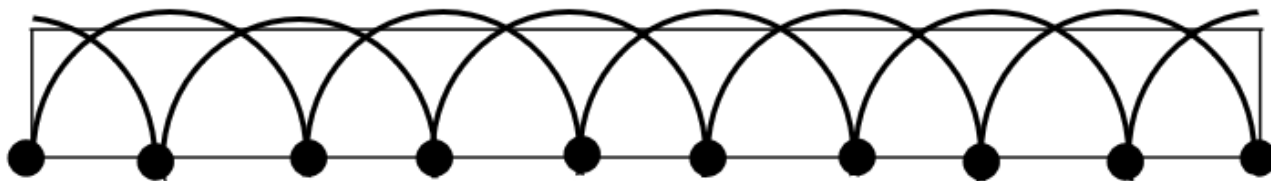


Рис 4.8. Схема зрошення поля посівного відділення методом дощування

Орієнтовна вартість одного дощувача 373.62 грн[14]. Загальна вартість деталей 5377 грн. Робота рахується як 50% від вартості матеріалів – 2 688.50 грн. Загальна сума 8 065.50 грн.

4.2.2. Зрошення полігону контейнерної культури. Зрошення контейнерних культур заслуговує окремої уваги. Вони потребують спеціально підготовленого субстрату, пересихання якого призводить до проблем у розвитку рослин.

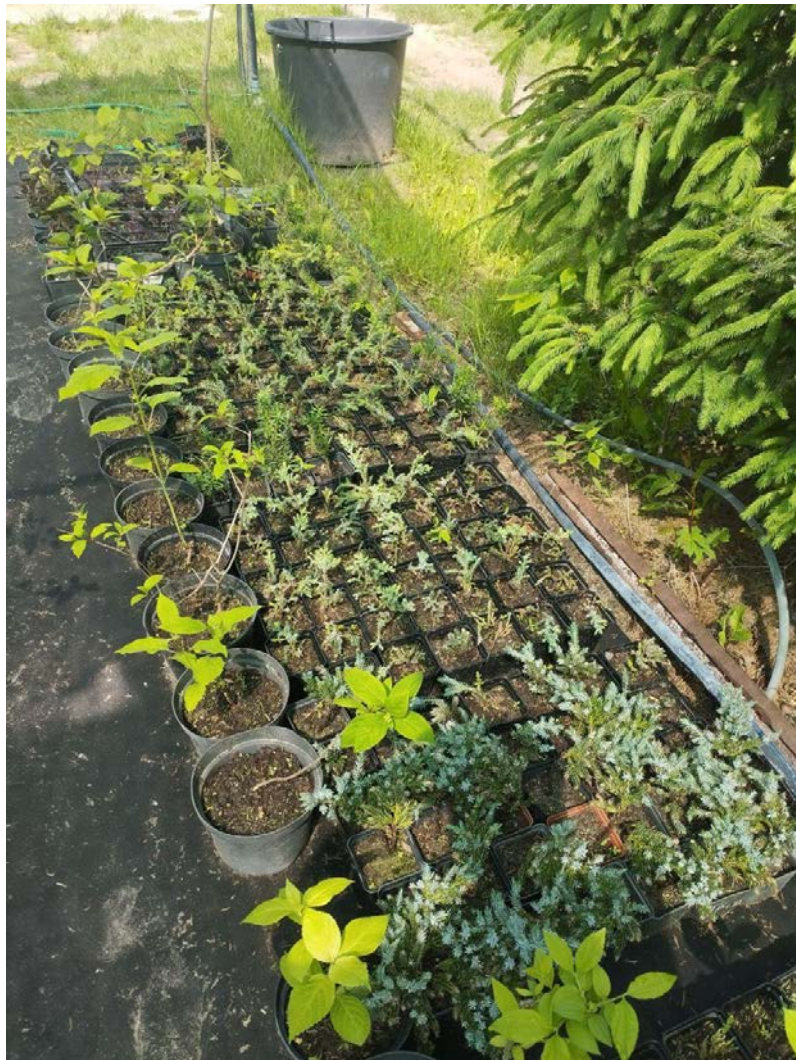


Рис. 4.9. Вирощувані рослини на полігоні контейнерної культури

Компактна компенсована крапельниця РСJ (рис. 4.10.) призначена для прикореневого поливу рослин у теплицях та розсадниках, що вирощуються у контейнерах. Її конструкція забезпечує рівномірну подачу води.



Рис. 4.10. Компактна компенсована крапельниця РСJ[18]

Площа полігону контейнерних культур 96м^2 , що дозволяє вміщувати в собі 1536 контейнерів розміром $25\text{x}25\text{см}$. Для цього необхідно встановити 1536 крапельниць з витратою води по 3 л/год. Для кращого контролю ділимо полігон на 8 секторів по ± 200 шт.

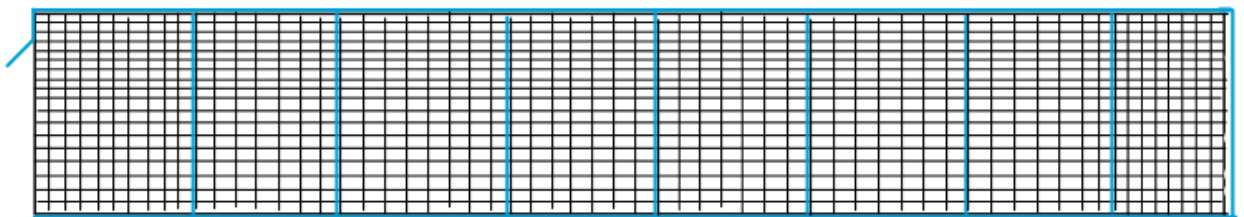


Рис 4.11. План крапельного зрошення контейнерного полігону

Вартість однієї крапельниці становить 5 грн[18]. Щоб вирахувати загальну вартість зрошення даного відділення треба кількість крапельниць перемножити на їх вартість. Зробивши дану операцію отримуємо суму 7 680 грн.

Для підключення крапельниць потрібна труба, діаметр 20 мм, обираємо Труба поліетиленова Vsplast для водопостачання діаметр $20\text{x}1.8$ мм. Вартість погонного метра 12.50 грн. Загальна вартість 4 800 грн.

Сума витрат складає 12 480.00 грн. Однак, ця сума є лише вартістю матеріалів, а робота дорівнює 6 240 грн. Загальна вартість зрошення полігону контейнерної культури складає 18 720 грн.

4.2.3. Зрошення поля деревної шкільки. На полі вирощуються Самшит вічнозелений, Туя західна. Такі рослини не потребують якихось особливих способів поливу, тому, самим оптимальним способом поливу буде крапельний.



Рис. 4.12. Деревна шкілька розсадника

Планується використовувати трубку 16мм, з вбудованими крапельницями на відстані 50 см та з'єднувачі. Трубка багаторічна Presto-PS (рис. 4.13.) задовольняє наші потреби у майбутній системі зрошення.



Рис. 4.13. Трубка багаторічна Presto-PS[21]

На рисунку представлена схема розміщення трубки автополиву.

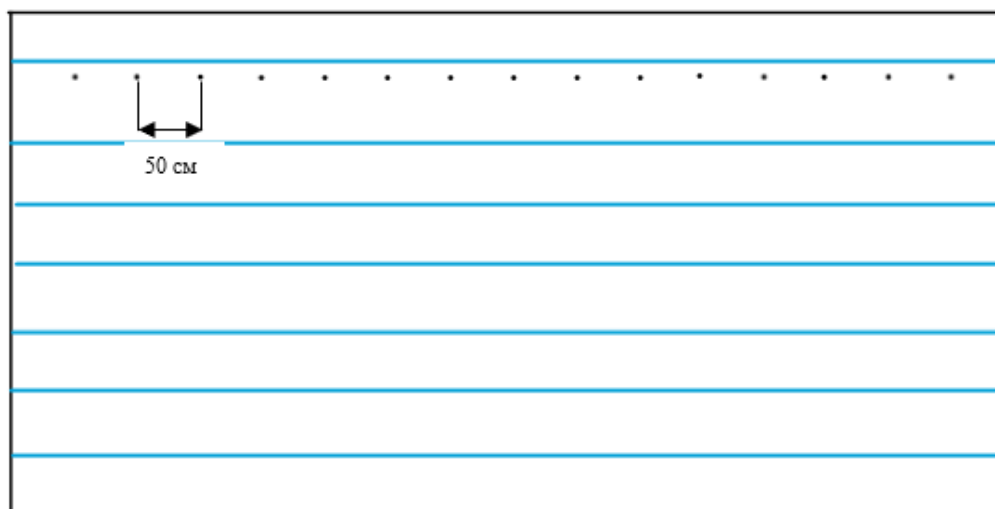


Рис. 4.14. Схема розміщення трубки автополиву

Ціна 200м трубки 1672 грн, з'єднувачів 5 грн/шт. Для даного поля розміром 40х20м та шириною міжрядь 1м потрібно 900 м трубки та 5 з'єднувачів. Загальна сума витрат 8385 грн.[21]

Вартість робіт 4 192.50 грн. Сумарно витрати становлять 12 577.50 грн.

4.2.4. Зрошення великомірних дерев. Зрошення дорослих дерев у розсаднику — це більш складне завдання, ніж полив сіянців або декоративних культур у контейнерах чи посівного відділення, адже перезволоження ґрунту або часте потрапляння вологи на кору може призвести до захворювань.



Рис.4.16. Буферний ряд Горіха грецького

В зв'язку з схожістю потреб у зволоженні планується використовувати трубку 16мм, з вбудованими крапельницями на відстані 50 см. Проте крапельна трубка буде встановлюватись по колу біля дерева. В 30 см від стовбура. Для одного дерева (середній діаметр 20см) потрібно 2.5м труби. Для забезпечення зрошення одного дерева потрібно 4-5 крапельниць, тому на довжину 2.5м

розміщення їх кожні 0.5м ми і отримуємо потрібну кількість. Трубка багаторічна Presto-PS задовольняє наші потреби у майбутній системі зрошення.

Ціна 200м труби 1672 грн, з'єднувачів 5 грн/шт. Для даного поля розміром 13.5x100м та шириною міжрядь 1,5м потрібно 2700 м трубки та 14 з'єднувачів. Загальна сума витрат 23 478 грн.[21]

Вартість робіт 11 704 грн. Сумарно витрати становлять 35 112 грн.

На рисунку 4.17. представлена схема розміщення крапельної трубки.

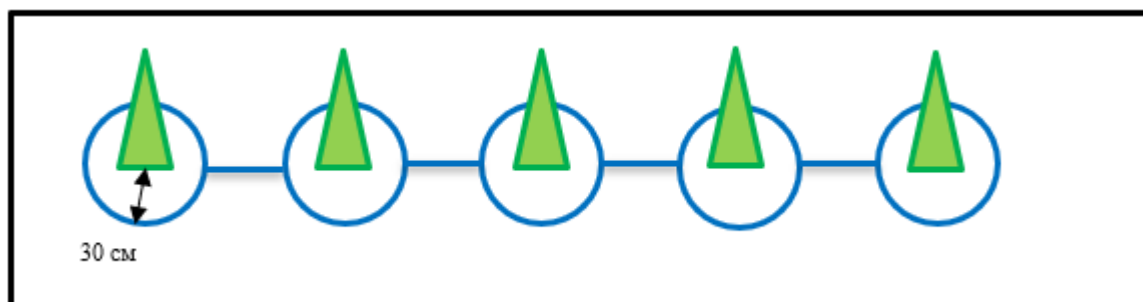


Рис. 4.17. Схема розміщення крапельної трубки

4.3. Орієнтовна вартість створення системи автоматичного зрошення

В основу розробки проекту полягає в створенні оптимальної системи автополиву для відділень навчально-дослідного розсадника кафедри. Основна мета — забезпечити ефективне, економне та рівномірне зрошення рослин із мінімальними витратами водних і трудових ресурсів.

Для досягнення цього була підібрана сучасна система автоматичного зрошення, яка включає електронний контролер, електромагнітні клапани, дощувачі, крапельниці та допоміжні компоненти.

У даному підрозділі представлено орієнтовний кошторис, що охоплює вартість основного обладнання, витратних матеріалів і монтажних робіт. Розрахунок проводився на основі актуальних цін, з урахуванням специфіки ділянки, технологічних вимог до поливу різних груп рослин та функціональних особливостей обраного обладнання.

Прорахувавши необхідну кількість елементів та їх вартість, заповнюю загальну таблицю з сумами витрат (таблиця 4.2.).

Таблиця 4.2.

Зведений кошторис вартості запроєктованої системи зрошення

№ п/п	Назва відділення	Вартість матеріалів, грн.	Вартість робіт, грн.	Сума витрат, грн.
1	Посівне відділення	5 377.00	2 688.50	8 065.50
2	Полігон контейнерної культури	12 480.00	6 240.00	18 720.00
3	Деревна шкілька	8 385.00	4 192.50	12 577.50
4	Дорослих плодкових дерев	23 478.00	11 704.00	35 112.00
5	Система управління	24 282.00	12 141.00	36 423.00
Всього		74 002.00	36 966.00	110 898.00
Додаткові матеріали (3% від основних)				3326.94
Транспортні витрати (15% від робіт)				5544.9
Загальна вартість				119 769.84

Висновки до розділу: даний проєкт розроблений з урахуванням економічних можливостей навчального закладу. Тому при розробці підбиралося обладнання, що прослужить довго і коштує не дуже дорого. Загальна орієнтовна вартість складає 119 770 грн, з них 42 511 грн вартість робіт та транспортні витрати. Вартість матеріалів та додаткових матеріалів 77 259 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У зв'язку з кліматичними змінами, потребою у економії водних ресурсів та проведенню наукових досліджень щодо зрошення різних культур постало питання проектування систем автоматичного поливу для розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Для стабільного, нормованого живлення рослин автоматичний полив справжній порятунок. Створення даної системи коштує орієнтовно 119 770 грн, але дані витрати виправдовують себе адже вихід саджанців і здоров'я культур.

У ході роботи було проаналізовано різні типи автоматичних систем зрошення, їх переваги і недоліки, способи монтажу. На основі порівняльного аналізу було обрано оптимальний варіант системи, що відповідає всім вимогам. Проєкт передбачає використання сучасного обладнання, що забезпечує рівномірний та раціональний розподіл води, мінімізуючи її втрати і сприяючи сталому використанню водних ресурсів.

У останньому розділі дипломного проектування було здійснено підбір необхідних складових системи, вибір обладнання, трубопроводів та елементів автоматизації до кожного сектору розсадника кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Окрему увагу приділено економічному обґрунтуванню. Запровадження його в натуру, в свою чергу, потребує здійснення більш точних обрахунків з вартості матеріалів, так як ціни на обладнання для зрошення декоративних розсадників зростають з кожним роком, в зв'язку з збільшенням попиту на нього.

Впровадження даної системи дасть змогу проводити навчальні практики з гідротехнічної меліорації з використанням різних способів зрошення, навчатися використовувати автополиви та в майбутньому проектувати його в розсадниках своїх лісогосподарських підприємств.

Створення автоматичної системи зрошення розсадника та правильно підібрані норми поливу також нададуть збільшення обсягів виробництва стандартного садивного матеріалу та покращення його якості.

Отже, поставлені в дипломному проєкті завдання виконано в повному обсязі, а запропоновані технічні рішення можуть бути впроваджені у виробничу практику навчально-дослідного розсадника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Irrigation efficiency. URL: <https://www.nurserymag.com/article/irrigation-efficiency/>
2. Автоматизація поливу: Сучасні технології для ефективного садівництва. URL: <https://vegetable.com.ua/avtomatizatsiya-polivu-suchasni-tehnologii-dlya-sadivnikiv>
3. Гапон Ю.В. Зрошення в розсадниках декоративних рослин: використання екологічних засобів забезпечення водою. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/60566/1/Konf_FLDZ_24_150-152.pdf
4. Гордієнко М. І., Маурер В. М., Ковалевський С. Б. Методичні вказівки до вивчення та дослідження лісових культур. Київ : РВВ НАУ, 2000. 101 с
5. Гордієнко М. І., Шлапак В. П., Гойчук А. Ф. та ін. Культури сосни звичайної в Україні. Київ : ІАЕ УААН. 2002. 872 с
6. Гордієнко М.І.Лісові культури / Корецький Г.С., Маурер В.М.– К.: Сільгоспосвіта, 1995. 328 с.
7. Грановська Л.М. Обґрунтування досліджень з питань засолення та осолонцювання ґрунтів при застосуванні краплинного зрошення мінералізованими водами. Стаття / Таврійський науковий вісник. Збірник наукових праць ХДАУ/ Тетьоркіна О.Є.. Вип. 44. - Херсон: Айлант, 2006. - С.188 - 190.
8. Декоративне розсадництво з основами насінництва. Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами денної форми навчання агрономічного факультету з галузі знань 0901 – «Сільське господарство і лісівництво» за напрямом підготовки 6.090103 «Лісове і садово-паркове господарство», освітньо – кваліфікаційним рівнем «Бакалавр». – Вінниця: ВНАУ, 2017. 85 с.

9. Діденко М.М. Гідротехнічна меліорація. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт на тему: «Зрошення лісового розсадника з використанням місцевого стоку» для здобувачів початкового (короткий цикл) рівня вищої освіти «Молодший бакалавр» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 205 – «Лісове господарство». - Харків, 2020. 34с.

10. Діденко М.М. 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». - Харків, 2015. - 64с.

11. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Циганська О.І., Циганський В.І.; Газони: технологічні особливості створення та експлуатації: навч. посіб. / Вінн. нац. аграр. ун-т. – Вінниця: ВНАУ, 2019. 293 с.

12. Дорогій В. І., Литовка В. В. Розробка та дослідження системи автоматизованого керування поливу зелених насаджень : дипломна робота магістра за спеціальністю „151 — автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології“ / В. І. Дорогій, В. В. Литовка. — Тернопіль : ТНТУ, 2020. 75 с.

13. Дощувач імпульсивний LF-1200 Rain Bird. URL: <https://hunter.org.ua/elektromagnitnye-klapany/elektromagnitnyj-klapan-hunter-pgv-100mm-b.html>

14. Електромагнітний клапан Hunter PGV-100JT. URL: <https://hunter.org.ua/elektromagnitnye-klapany/elektromagnitnyj-klapan-hunter-pgv-100mm-b.html>

15. Заплатинський В. С. Вплив росторегулювальної речовини на укорінення стеблових живців ялівцю казацького в ННБВ Уманського НУС / В.С. Заплатинський, С.А. Коваль // Перспективи розвитку лісового і садово-паркового господарства: Матер. наук. конф. – Умань: УНУС, 2015. 145 с.

16. З'єднання Presto-PS. URL: <https://avtopoliv.com.ua/soedinenie-remontnoe-presto-ps-sc-0116-dlya-trubki-16-mm/>

17. Інтелектуальні системи поливу: Зростання ефективності землеробства за допомогою технологій. URL: https://mindscope.biz.ua/intelektualni-systemy-polyvu-zrostannya-efektyvnosti-zemlerobstva-za-dopomogoyu-tehnologij/?utm_source=chatgpt.com

18. Компактна компенсована крапельниця РСJ. URL: <https://agroimige.com.ua/product/kompaktna-kompensovana-krapelnyczya-rcj-3l-god-netafim-izrayil/>

19. Контроллер Hunter на 8 зон зовнішній X2-801-E. URL: https://bestoffer.com.ua/products/kontroller-hunter-na-8-zon-naruzh-h2-801-e?gad_source=1&gad_campaignid=12885768180&gbraid=0AAAAABaE7J-pYBYcL1wPsveEifygLdi8s&gclid=CjwKCAjw3f_BBhAPEiwAaA3K5Bf_9Kfv6cGBXIEqEUuW-z6Swu1SsbQ1QixBNDck_1fXISsAl4vsgRoCO7AQAuD_BwE

20. Корисні поради щодо установки та програмування автоматичної системи поливу. URL: https://oldimarket.com.ua/cms/blog/porady/ustanovka_ta_prohramuvannia_avtomatichnoi_systemy_polyvu/?utm_source=chatgpt.com

21. Крапельна трубка без компенсації Presto-PS D16 мм. URL: <https://avtopoliv.com.ua/krapelna-trubka-bez-kompensatsii-presto-ps-d16-mm-150-sm-q2.0-1-hod-200-metriv/>

22. Краплинний полив: з історії Ізраїлю. URL: <https://farmershop.com.ua/uk/kapelnyy-poliv-iz-istorii-izrailya-u>

23. Маурер В. М. Декоративне розсадництво з основами насінництва: Посібник. – К.: 2006. 273с.

24. Маурер, В. М. Декоративне розсадництво : навчальний підручник / В. М. Маурер, А. П. Пінчук, І. М. Бобошко-Бардин, Ю. І. Косенко – К.: НУБіП України, 2016. 284 с., іл

25. Модуль WI-FI для контроллера X2 (WAND). URL: https://bestoffer.com.ua/products/modul-wi-fi-dlya-kotrollera-h2?gad_source=1&gad_campaignid=12885768180&gbraid=0AAAAABaE7J-pYBYcL1wPsveEifygLdi8s&gclid=CjwKCAjw3f_BBhAPEiwAaA3K5OJM BkS9rm4sAnzK7j_zyCUw3CSXdlTPir-oLwTjwgGmaLbHzZZFFxoCFbkQAvD_BwE

26. Організація автоматичного поливу: що потрібно знати. Режим доступу: https://www.greengarth.com.ua/blog/avtomatychnyj-polyv/organizacziya-avtomatychnogo-polyvu-shho-potribno-znaty/?utm_source=chatgpt.com

27. Роговський С.В. Сучасні технології в розсадництві навчально-методичний посібник до вивчення дисципліни для студентів агробіотехнологічного факультету/ С.В. Роговський, В.П. Масальський, В.В. Лавров. – Біла Церква, 2018. 184 с.

28. Рябков С.В. Дослідження контурів зволоження ґрунту при крапельному зрошенні садів та розсаднику мінералізованими водами // Матеріали міжнар. наук. конф. молодих вчених. Усатий С.В. - Херсон, 2002. С. 90-92.

29. Рябков С.В. Дослідження контурів зволоження ґрунту при крапельному зрошенні садів та розсаднику мінералізованими водами // Матеріали міжнар. наук. конф. молодих вчених. Усатий С.В. - Херсон, 2002. - С. 90-92.

30. Сучасні системи автоматизованого поливу. URL: <https://gazon.co/2011/04/0>

31. Харченко О.В. Ресурсне забезпечення та шляхи оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур в Лісостепу України / О.В. Харченко. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. 342 с.