

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та
водного господарства
Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-73М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з освітнього компонента вільного вибору
«Системи ландшафтного зрошення»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та
другого (магістерського) рівнів всіх освітньо-професійних
програм усіх спеціальностей НУВГП усіх форм навчання

Схвалено
науково-методичною радою
НУВГП
Протокол № 12 від 18.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з освітнього компонента вільного вибору «Системи ландшафтного зрошення» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів всіх освітньо-професійних програм усіх спеціальностей НУВГП усіх форм навчання. [Електронне видання] / Козішкурт С. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 35 с.

Укладач: Козішкурт С. М., к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск : Турченко В. О., д.т.н., завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Вчений секретар науково-методичної ради Костюкова Т. А.

© С. М. Козішкурт, 2024

© НУВГП, 2024

Зміст

Передмова	4
Практична робота 1. Встановлення типу системи та зон поливу	5
Практична робота 2. Підбір та розміщення дощувачів на плані	8
Практична робота 3. Критерії підбору крапельниць і крапельних стрічок.....	14
Практична робота 4. Проєктування основних елементів автоматичного поливу	18
Практична робота 5. Підбір та налаштування контролера поливу	21
Практична робота 6. Проєктування системи крапельного зрошення	24
Практична робота 7. Проєктування системи спринклерного зрошення.....	27
Самостійна робота	30
Рекомендована література	32
Додатки	34

Передмова

Основною функцією систем ландшафтного зрошення є забезпечення регулярного і рівномірного розподілу води по будь-якому ландшафту. Необхідність у зрошенні посилюється через потепління клімату і збільшення тривалості засушливого періоду. Проблема регулярного поливу території вирішується з використанням системи автоматичного поливу, яка подбає про цільове і дозоване зрошення рослин. Використання сучасних систем поливу – оптимальне рішення для благоустрою садово-городньої, присадибної території, паркових зон, спортивних полів тощо.

Мета дисципліни – надати студентам знання та практичні навички, необхідні для проєктування, монтажу та сервісу сучасних систем ландшафтного зрошення з урахуванням специфіки різних типів ландшафтів, кліматичних умов і вимог до ефективного використання водних ресурсів.

Завдання дисципліни:

- опанування основами проєктування сучасних систем ландшафтного зрошення, включаючи вибір типу системи та зон поливу, а також необхідного обладнання;
- вивчення методів автоматизації поливу та використання інноваційних технологій для забезпечення оптимального водозабезпечення;
- формування навичок оцінки ефективності систем зрошення з позиції ресурсоощадження та екологічної безпеки;
- аналіз різних типів ґрунтів і ландшафтів, що визначають вибір відповідних технологій зрошення;
- розвиток практичних навичок щодо монтажу, налаштування та технічного обслуговування зрошувальних систем.

Навчальна дисципліна «Системи ландшафтного зрошення» призначена для здобувачів вищої освіти як бакалаврського, так і магістерського рівнів, незалежно від спеціальності, з метою формування міждисциплінарного підходу до забезпечення екологічної стабільності та ефективного використання водних ресурсів в умовах різноманітних ландшафтів.

Практична робота 1.

Встановлення типу системи та зон поливу

Мета практичної роботи: навчитися обґрунтовувати тип систем ландшафтного зрошення залежно від природно-кліматичних і технічних умов ділянки. Встановити зони поливу ділянки з урахуванням її особливостей.

Завдання практичної роботи: ознайомитися з основними типами систем ландшафтного зрошення. Проаналізувати вихідні дані. Визначити оптимальний тип системи поливу. Розділити територію на зони поливу залежно від потреб рослинності. Накреслити план ділянки з нанесенням зон поливу.

Теоретична частина.

Система ландшафтного зрошення виконує важливу функцію забезпечення регулярного та рівномірного зволоження території, враховуючи особливості рельєфу. В умовах зміни клімату, зокрема підвищення температури та збільшення тривалості посушливих періодів, роль таких систем стає особливо актуальною.

Сучасні системи поливу застосовують для зволоження різноманітних об'єктів: парків, садів, газонів, квітників, теплиць, зимових садів, присадибних ділянок, спортивних майданчиків (футбольних та гольф-полів), а також територій біля котеджів та інших об'єктів (рис. 1).



Рис. 1. Система ландшафтного поливу прибудинкової території

Системи ландшафтного зрошення класифікують за кількома критеріями:

за типом управління:

- ручні системи поливу,
- комбіновані або напівавтоматичні системи,
- автоматичні системи поливу;

за принципом розташування обладнання:

- стаціонарні та мобільні системи,
- наземні та підземні системи;

за способом подачі води до рослин:

- дощувальні (спринклерні).
- туманоутворювальні (дисперсні),
- крапельні,
- внутрішньогрунтові.

Система поливу повинна забезпечувати ефективний та рівномірний розподіл води для різноманітних типів рослин і зон ландшафту. При виборі системи враховуються кліматичні умови, рельєф території, доступ до джерела водопостачання, а також види рослин та їхні потреби у воді. Різні рослини потребують індивідуального підходу до зрошення.

Для встановлення зонування виділяють ділянки, які потребують різних норм зволоження (рис. 2). Наприклад:

- овочеві грядки – щоденний полив у спекотний період,
- квітники – полив через день,
- газони – двічі на тиждень,
- молоді дерева та кущі – раз на тиждень,
- великі дерева – раз на два тижні.

Цей підхід дозволяє оптимізувати використання води, забезпечуючи кожному зону необхідною кількістю вологи, та створити ефективну систему поливу, адаптовану до потреб рослин і кліматичних умов.

Крапельний полив (мікрозрошення) передбачає поступове та безперервне подання води до ґрунту упродовж кількох днів.

Для кожної зони визначають відповідний тип зрошувальної системи. Вибір зрошувального обладнання, характеристик труб і фітингів, а також схема прокладання комунікацій на ділянці залежить від особливостей цієї зони. Це дозволяє оптимізувати витрати води та забезпечити ефективне зволоження рослин.

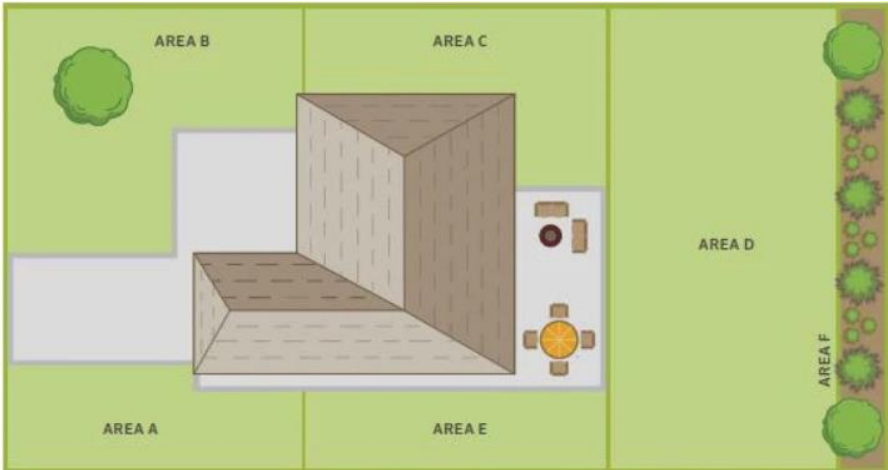


Рис. 2. Приклад встановлення зон поливу ділянки.

Контрольні питання.

1. Які фактори слід враховувати при виборі типу системи поливу для конкретної ділянки?
2. Що таке зонування ділянки для поливу і чому це важливо для ефективності системи поливу?
3. Як класифікуються системи ландшафтного зрошення за типом управління?
4. Які є основні типи систем ландшафтного зрошення за принципом розташування обладнання?
5. Як класифікуються системи поливу за способом подачі води до рослин?

Практична робота 2. Підбір та розміщення дощувачів на плані

Мета практичної роботи: оволодіти навичками підбору та розміщення дощувачів для забезпечення рівномірного зрошення території, враховуючи особливості рельєфу, тип рослинності та конструктивні особливості систем автоматичного поливу.

Завдання практичної роботи: вивчити класифікацію та конструктивні особливості різних типів дощувачів. Засвоїти принципи та методи розміщення дощувачів на плані для рівномірного поливу. Виконати підбір відповідних типів дощувачів для ділянки (згідно варіанту). Ознайомитися з діючою моделлю ландшафтного зрошення (ауд. 410). Переглянути відеофільми.

Теоретична частина.

Дощувачі – це невід’ємна частина систем автоматичного поливу, які забезпечують рівномірне розподілення води по всій зрошуваній ділянці. Вибір відповідного типу дощувача залежить від багатьох факторів, таких як розмір ділянки, тип рослин, рельєф місцевості та інші.

Основна класифікація дощувачів здійснюється за **типом форсунки:**

– статичні – нерухомі (віялові, спрей). Розбризкують воду в певному секторі. Дозволяють ефективно поливати невеликі ділянки, площею до 15 м² (рис. 3);

– ротаторні – вода потрапляє на поверхню форсунки під час її обертання. Велика кількість струменів дозволяє зрошувати безперервно і по всій площі сектора;

– роторні – вода під тиском надходить у дощувач і приводить у рух обертальний механізм. На кінці обертової частини розташована форсунка, яка розпилює воду по колу;

– імпульсні – використовується відсікач, який розбиває воду, а поворотний механізм забезпечує її рівномірний розподіл по ділянці;

– осцилюючі (осцилятори) – застосовуються для прямокутних ділянок з невисокими рослинами;

– мікродошувачі (баблери) – застосовуються для поливу дерев та великих кущів. Особливістю установки даного типу форсунок є їхнє максимально близьке розташування в основі дерева.



віяловий (щілинний)



ротаторний



роторний



імпульсний



осцилятор



баблер

Рис. 3. Види дошувачів залежно від типу форсунки

Дошувачі відрізняються за **параметрами**:

- витрата води (кількість води за одиницю часу),
- радіус дії (відстань, на яку розпилюється вода),
- інтенсивність дощу (кількість води, що потрапляє на одиницю площі за одиницю часу).

Залежно від **способу установки**, дошувачі можуть бути висувними або невисувними (рис. 4). Висувні дошувачі встановлюються безпосередньо в ґрунті і під час роботи піднімають розпилювач над поверхнею, забезпечуючи ефективний полив.



1

2

Рис. 4. Висувний дощувач:

1 – положення дощувача у ґрунті до поливу; 2 – положення дощувача у процесі поливу.

Дощувачі поділяються на кругові та смугові залежно від *конфігурації поливу*. Кругові форсунки відрізняються за сектором зрошення. Форсунки із сектором 360° є нерегульованими, тоді як моделі із секторами $90\dots210^\circ$ або $210\dots270^\circ$ дозволяють змінювати ширину потоку в зазначених межах. Смугові форсунки призначені для зрошення вузьких ділянок (рис. 5).

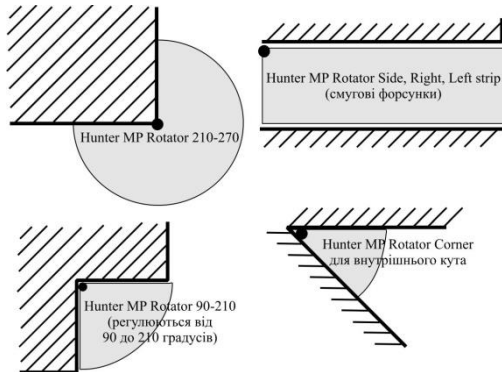


Рис. 5. Геометрія зрошення форсунками Hunter

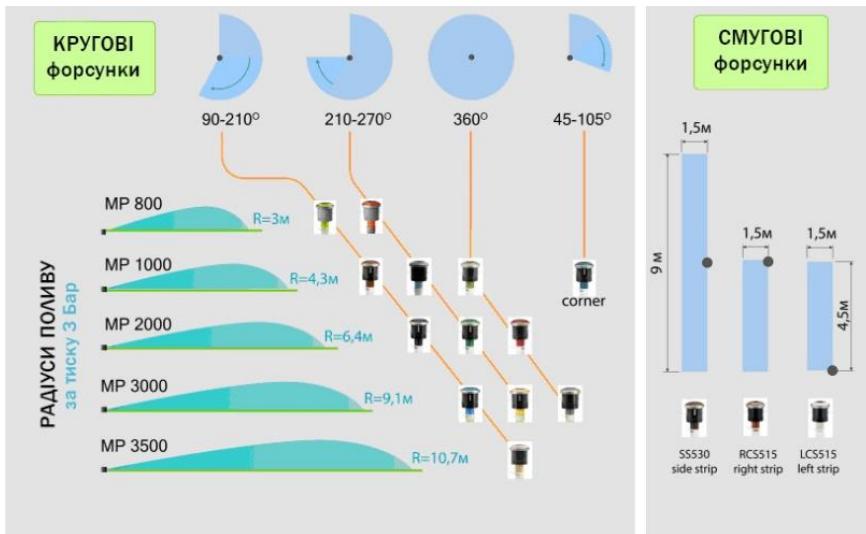


Рис. 6. Моделі форсунок Hunter із різними секторами поливу

Розміщення дощувачів на плані. При найпростішому проектуванні системи автоматичного поливу дощувачі розташовуються в одну лінію. Однак, якщо площа зрошуваної території велика, план ділянки має складну геометрію або включає різноманітні насадження й ландшафтні елементи, необхідно поділити територію на окремі зони поливу.

Під час проектування системи важливо правильно розташувати дощувачі, щоб забезпечити рівномірний розподіл води. Розміщення дощувачів враховує нерівномірність зволоження:

- основна частина води потрапляє на дальній кінець струменя;
- помірне зволоження спостерігається посередині струменя;
- мінімальне – поблизу самого дощувача.

Цю різницю компенсують, використовуючи принцип «head to head», за якого зони зрошення дощувачів перекривають одна одну (рис. 7).

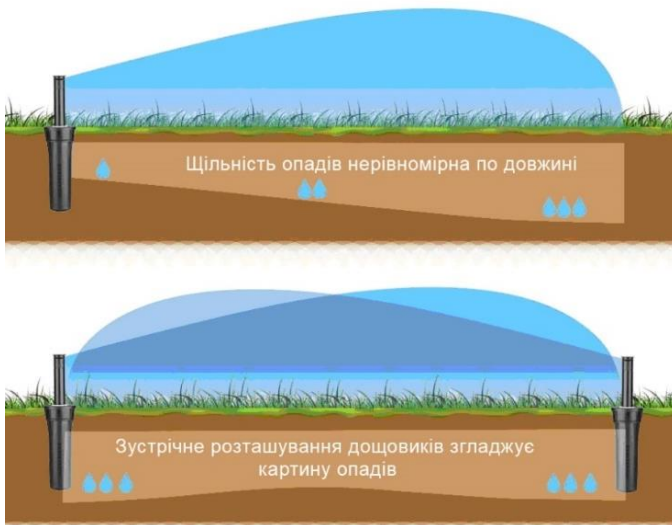


Рис. 7. Принцип розстановки дощувачів «head to head» (СпецПоливСервіс).

Дощувачі встановлюються на відстані, що відповідає або трохи перевищує радіус їх розпилення. Це означає, що зона зрошення одного дощувача має перекривати початок зони дії іншого. (рис. 8.).

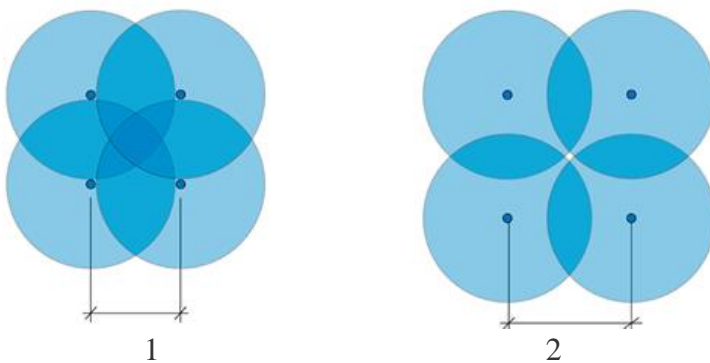


Рис. 8. Розташування дощувачів: 1 – правильно, 2 – неправильно.

Найпоширенішими методами розміщення дощувачів є метод квадрата і метод трикутника. Метод квадрата доцільно застосовувати на прямолінійних ділянках. Метод трикутника краще підходить для ділянок зі складними контурами. Обидва методи забезпечують рівномірність поливу, знижують ризик пересихання рослин та дозволяють мінімізувати витрати води (рис. 9).

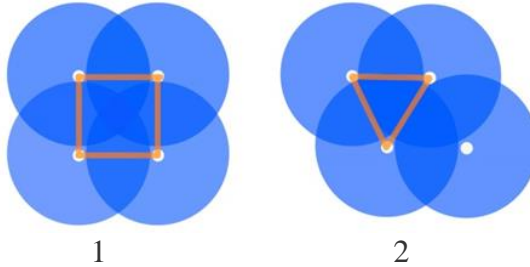


Рис. 9. Методи розстановки спринклерів:
1 – метод квадрату, 2 – метод трикутника.

Підбір дощувачів. Для забезпечення рівномірного зрошення території необхідно обрати відповідний набір дощувачів, враховуючи низку параметрів (рис. 10). Основними критеріями є радіус і дальність дії струменя, а також тиск води в системі, при якому вони працюватимуть. Виробники пропонують моделі, адаптовані до низького, стандартного (2,8 бар) та високого тиску.

Вимагається підбрати форсунку з сектором поливу 270 градусів та радіусом поливу не більше 5 метрів

В каталозі знаходимо форсунку, з радіусом поливу, близькими до залпиту

MP 1000				MP 2000				MP 300			
Сектор поливу	Діаметр	Радіус поливу	Дальність струменя	Сектор поливу	Діаметр	Радіус поливу	Дальність струменя	Сектор поливу	Діаметр	Радіус поливу	Дальність струменя
90°	1,7	1,7	11	1,7	1,7	11	11	1,7	1,7	11	11
135°	2,0	2,0	13	2,0	2,0	13	13	2,0	2,0	13	13
180°	2,5	2,5	16	2,5	2,5	16	16	2,5	2,5	16	16
225°	3,0	3,0	19	3,0	3,0	19	19	3,0	3,0	19	19
270°	3,5	3,5	22	3,5	3,5	22	22	3,5	3,5	22	22

MP1000-210
250°-270°

Рис. 10. Порядок підбору форсунки в каталозі.

Крім того, у каталогах виробників зазначається витрата води для кожної форсунки, що є важливим параметром при виборі діаметрів труб, насоса і об'єму накопичувальної ємності.

Особливості рельєфу ділянки також впливають на вибір типу дощувачів. Наприклад, на ділянках із значним ухилом недоцільно використовувати роторні дощувачі через їхню високу витрату води, оскільки ґрунт може не встигати поглинати її повністю, що може призводити до стікання води та втрати ресурсу.

Контрольні питання.

1. Які основні типи дощувачів ви знаєте?
2. Як працюють роторні дощувачі і в чому їхня відмінність від роторних?
3. В яких випадках доцільно використовувати мікродощувачі?
4. Які методи розміщення дощувачів ви знаєте?
5. Які фактори необхідно враховувати при розміщенні дощувачів на ділянці?

Практична робота 3.

Критерії підбору крапельниць і крапельних стрічок

Мета практичної роботи: ознайомитися з конструктивними особливостями та критеріями підбору крапельниць і крапельних стрічок, навчитися підбирати елементи крапельного поливу залежно від природно-кліматичних і технічних умов ділянки.

Завдання практичної роботи: вивчити будову та характеристики крапельниць і крапельних стрічок. Ознайомитися з різновидами крапельниць. Розглянути параметри вибору крапельних стрічок. Вивчити елементи крапельного зрошення на прикладі діючої моделі ландшафтного зрошення (ауд. 410).

Теоретична частина.

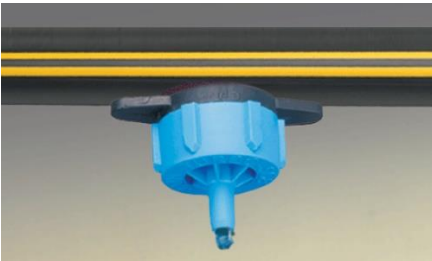
Крапельне зрошення – це метод поливу, при якому вода доставляється безпосередньо до кореневої зони рослин у вигляді крапель. Основні елементи систем крапельного зрошення включають крапельниці та крапельні стрічки.

Крапельниці – це пристрої, що забезпечують точне дозування води. Вони різняться за такими параметрами, як спосіб регулювання витрати води, режим подачі, форма, розміри та конструктивні особливості.

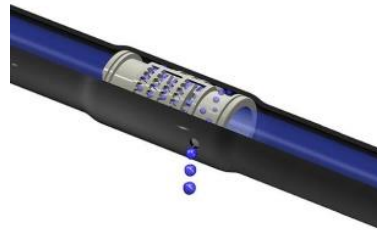
Зовнішні крапельниці (on-line) кріпляться до крапельної трубки за допомогою зубців, які вставляються у заздалегідь підготовлені отвори на стінці трубки. Їхня перевага – можливість установки в потрібних місцях, залежно від розташування рослин (рис. 11, п. 1).

Вбудовані крапельниці (in-line) – це маленькі пластикові емітери, попередньо вмонтовані в ПВХ-шланг із фіксованим інтервалом. Вони виконують ті самі функції, що й зовнішні крапельниці, але є частиною цілісної конструкції (рис. 11, п. 2).

Ці різновиди крапельниць дозволяють адаптувати систему поливу до будь-яких умов і забезпечити ефективне використання води.



Зовнішня крапельниця (on line)



Вбудована крапельниця (in line)

Рис. 11. Крапельні трубки.

Щілинна крапельниця для крапельної стрічки (рис. 12) оснащена спеціальним лабіринтом, вбудованим уздовж її конструкції, який регулює подачу води. Вихідні отвори розташовані у визначених місцях стрічки, що забезпечує рівномірне зрошення ділянки. Цей тип крапельниці відзначається легкістю монтажу та стійкістю до зовнішніх впливів. Однак для її ефективної роботи необхідно встановлювати якісний фільтр, щоб уникнути засмічення системи.

Емітерна крапельниця для крапельної стрічки (рис. 12) оснащена вбудованими плоскими емітерами, які забезпечують рівномірний розподіл води по системі. Завдяки формуванню спеціальних потоків, ця конструкція менш чутлива до якості води та не потребує високого ступеня її очищення. Система вирізняється стійкістю до зовнішніх впливів, простотою монтажу.



Щілинна крапельниця



Емітерна крапельниця для крапельної стрічки

Рис. 12. Крапельні стрічки з різними крапельницями

До конструктивних параметрів вибору крапельниць та крапельних стрічок належать товщина стрічки, діаметр крапельної стрічки, відстань між крапельницями, витрата води тощо.

Підбір елементів системи крапельного зрошення здійснюється з урахуванням типу рослин, природно-кліматичних умов та технічних характеристик ділянки (табл. 1-4).

Таблиця 1

Діаметр крапельної стрічки

Діаметр стрічки, мм	Умови застосування
16	Максимальна довжина стрічки 250 метрів
22	Максимальна довжина стрічки 500 метрів

Таблиця 2

Варіації товщини стрічки для крапельного зрошення

Товщина стрічки, мм	Умови застосування
0,125	для рослин із мінімальним часом дозрівання
0,15	для рослин із середнім циклом дозрівання
0,2	для рослин із тривалим періодом дозрівання
0,25...0,3	в умовах посушливої та кам'янистої місцевості, або на ділянках з можливим впливом природних факторів (град, сильні пориви вітру) та шкідників на конструкцію
0,375	при високій ймовірності серйозного механічного впливу на конструкцію

Відстань між крапельницями є важливим параметром вибору стрічки для крапельного поливу, адже вона визначає спосіб висадки культур (однорядний або дворядний).

Таблиця 3

Відстань між окремими крапельницями

Відстань між крапельницями, см	Умови застосування
10, 15, 20 (дрібний крок)	для ділянок з великою часткою піску та швидким вимиванням. Під такі крапельниці найкраще садити густорослі культури;
30 (середній крок)	для розсаджування овочів на середніх відстанях
40 і більше (великий крок)	призначений для створення подовжених ділянок поливу і рослин, що широко плетуться

Витрата води впливає на вибір стрічки, тип рослин для зрошення та необхідність посиленого фільтрування.

Таблиця 4

Варіації крапельних стрічок залежно від витрати води

Витрата, л/год	Умови застосування
2,1...3,9	використовуються на ґрунтах із швидким вимиванням, а також при дворядній посадці культур
1,2...1,7	оптимальний варіант для ґрунтового ґрунту та практично всіх видів рослин
0,5...0,9	використовується для ділянок із дуже високою швидкістю зволоження

Робочий тиск також є важливим критерієм. Для крапельних стрічок зазвичай прийнятний тиск у межах 0,2...1 бар. Перевищення цього рівня може призвести до пошкодження системи.

Крапельниці поділяються на *регульовані (компенсовані)* та *нерегульовані (некомпенсовані)*.

Компенсовані крапельниці підтримують постійну витрату води при коливаннях тиску, що забезпечує рівномірний полив навіть на ділянках зі змінним рельєфом або довгими трубопроводами. Некомпенсовані крапельниці залежать від тиску, тому вони ефективніші на рівнинних ділянках або при використанні спеціальних схем регулювання тиску.

Практична робота 4.

Проектування основних елементів автоматичного поливу

Мета практичної роботи: ознайомитися з принципами проектування систем автоматичного поливу та навчитися визначати оптимальні елементи системи для конкретної ділянки, з урахуванням природно-кліматичних умов.

Завдання практичної роботи: ознайомитися з основними елементами автоматизованої системи поливу та їх функціями.

Визначити джерело водопостачання та спланувати засоби водозабору. Визначити типи зон поливу та вибрати відповідний спосіб зрошення для кожної зони. Побудувати схему розміщення основних елементів автоматичного поливу.

Теоретична частина.

Сучасна система автоматичного поливу дозволяє оптимально забезпечувати рослини вологою, мінімізуючи витрати води та людські зусилля.

Основні елементи системи:

- *засоби водозабору* – автоматизовані насосні станції;
- *зрошувальна трубопровідна мережа* складається з магістральних труб, ділянкових трубопроводів та фітінгів, які забезпечують транспортування води до зон поливу;
- *розпилювачі* використовуються для рівномірного розподілу води на поверхні:
 - роторні розпилювачі для великих ділянок з рівним рельєфом;
 - статичні розпилювачі для зон з точним поливом, наприклад, клумб;
 - крапельні лінії для локалізованого зрошення корених зон;
- *засоби регулювання тиску та подачі води* – редуктори тиску та електромагнітні клапани, які забезпечують оптимальний режим роботи системи;
 - *клапанні бокси* захищають електромагнітні клапани від механічних пошкоджень і забруднення;
 - *контролери* - електронні пристрої, що програмують тривалість та частоту поливу;
 - *датчики та метеостанції* автоматично регулюють роботу системи залежно від погодних умов та вологості ґрунту;
 - *програмне забезпечення* дозволяє моніторити роботу системи в реальному часі, оптимізуючи витрати води;
 - *накопичувальні ємності та фільтраційне устаткування* забезпечують зберігання та очищення води перед подачею в систему.

Етапи проєктування автоматичного поливу.

1. Складання дендроплану. Визначення розташування рослин на ділянці та аналіз ґрунту.
2. Зонування ділянки. Розподіл території на зони поливу з однаковими вимогами до інтенсивності поливу.
3. Вибір типу зрошення. Дощування або крапельне зрошення залежно від типу рослин і умов ділянки.
4. Розподіл обладнання. Розрахунок кількості розпилювачів, крапельниць, електромагнітних клапанів тощо.
5. Розрахунок трубопроводу. Вибір діаметрів труб відповідно до необхідного обсягу води та тиску.
6. Специфікація обладнання. Визначення матеріалів труб, фітингів та інших елементів.
7. Розрахунок насосного обладнання. Визначення потужності насосу для забезпечення необхідного тиску та витрати води.
8. Фільтрація та накопичення води. Вибір резервуару, типу фільтра для очищення води.
9. Планування мережі. Розробка схеми трубопроводів, розташування розпилювачів, клапанів та інших елементів.

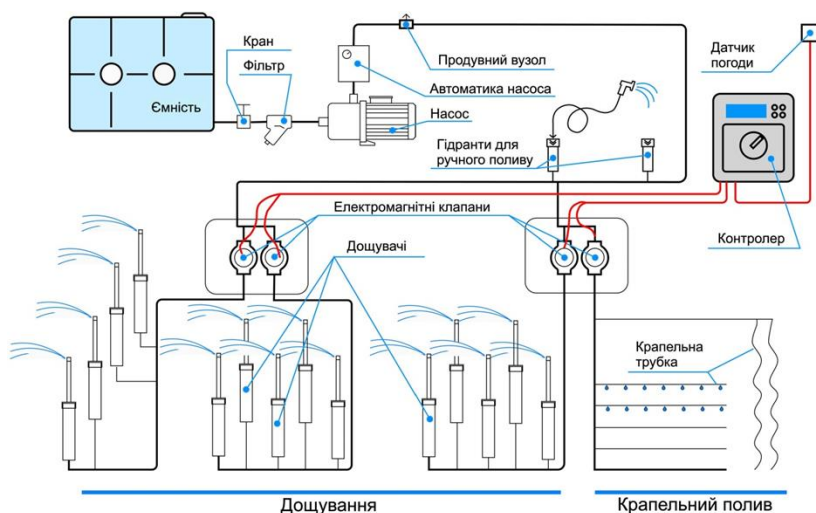


Рис. 13. Порядок встановлення елементів системи автоматичного поливу

На плані ділянки наносимо необхідні елементи автоматичного поливу: ємність для води; фільтраційна установка; насос; магістральний трубопровід; ділянкові трубопроводи; електромагнітні клапани; контролери та датчики; розпилювачі або краплинні лінії.

Контрольні питання.

1. Які основні елементи входять до складу системи автоматичного поливу?
2. Які функції електромагнітних клапанів у системі автоматичного поливу?
3. Які основні функції виконують метеостанції та датчики у системі автоматичного поливу?
4. Які основні параметри враховуються при виборі насоса?
5. Як забезпечується фільтрація води у системах автоматичного поливу?

Практична робота 5.

Підбір та налаштування контролера поливу

Мета практичної роботи: вивчити принципи роботи, підбору та програмування контролера для автоматичного поливу з урахуванням особливостей зрошувальної системи.

Завдання практичної роботи: ознайомитися з основними функціями та можливостями контролера поливу. Навчитися підбирати контролер відповідно до потреб зрошувальної системи. Засвоїти базові алгоритми налаштування та програмування контролера.

Теоретична частина.

Контролер поливу є центральним елементом автоматичної системи зрошення, яка дозволяє забезпечити оптимальне використання води для зрошення ділянок різного типу. Цей пристрій, оснащений мікропроцесором, відповідає за керування електромагнітними клапанами системи, що регулюють подачу води відповідно до запрограмованих параметрів (рис. 14).



Рис. 14. Зовнішній контролер поливу.

Функції контролера поливу.

Регулювання режимів роботи:

- періодичність запуску системи;
- тривалість поливу кожної зони;
- інтенсивність подачі води;
- інтервали між включенням зон;
- черговість роботи контурів.

Автоматизація:

- врахування погодних умов (опади, вітер);
- адаптація до сезонних змін.

Програмування:

- налаштування режимів роботи залежно від типу зрошення (дощування, крапельний полив, туман);
- вибір днів тижня для поливу;
- коригування режимів роботи в реальному часі.

Етапи підбору контролера:

1. Визначення кількості зон зрошення (клапанів).
2. Врахування типу монтажу: зовнішній чи внутрішній.
3. Аналіз функціональних вимог: кількість програм, можливість розширення, підтримка датчиків.
4. Оцінка джерела живлення: підключення до електромережі або автономне живлення (рис. 15).

Контролери працюють від електромережі 220 В і подають керуючу напругу 24 В на електромагнітні клапани.

Струм одного клапана становить приблизно 0,1 А.

Мінімальний перетин живильного дроту – 0,75 мм²; для довжини понад 100 м використовується дріт із перетином 1,5 мм².

Для груп клапанів використовується кабель із кількістю жил, що дорівнює числу клапанів плюс одна спільна жила.

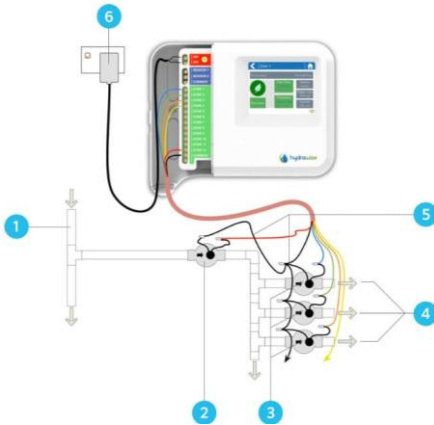


Рис. 15. Схема підключення контролера автополиву:

- 1 – водопровід;
- 2 – управляючий електромагнітний клапан;
- 3 – соленоїди;
- 4 – підключення до зон поливу;
- 5 – електродроти;
- 6 – адаптер 24 В.

Принцип роботи системи.

Контролер подає сигнал на відкриття електромагнітного клапана, що забезпечує подачу води на певну зону зрошення.

Вода подається по трубопроводу до розпилювачів або крапельних ліній, забезпечуючи рівномірне зрошення.

Після завершення поливу в одній зоні клапан закривається, а відкривається наступний, і так далі, відповідно до програми контролера.

Контролер автоматично коригує режим поливу залежно від даних метеостанції чи датчиків вологості.

Програмування контролера.

Контролери мають зручний інтерфейс, що дозволяє легко налаштовувати їх навіть користувачам із базовими знаннями (рис. 16). Основні налаштування включають:

- вибір часу початку та закінчення поливу;
- задавання тривалості поливу для кожної зони;

- розподіл зон залежно від типу поливу (крапельний, дощування тощо);
- активацію функції "відкладеного поливу" у разі опадів або інших погодних умов.



Рис. 16. Програмування контролера X-Core на 8 зон

Контрольні питання

1. Які основні функції виконує контролер поливу?
2. Як визначити оптимальну кількість зон поливу?
3. Які технічні вимоги слід враховувати під час підключення контролера до системи?
4. Як коригуються параметри поливу залежно від погодних умов?
5. Чим відрізняється внутрішній контролер від зовнішнього?

Практична робота 6.

Проектування системи крапельного зрошення

Мета практичної роботи: опанувати методику проектування системи крапельного зрошення.

Завдання практичної роботи: запроєктувати систему крапельного зрошення для заданої ділянки.

Теоретична частина.

Крапельне зрошення є однією з найбільш ефективних технологій у водокористуванні, оскільки воно забезпечує раціональне використання води та підвищує продуктивність рослин.

Умовами проектування конструкції системи є кліматичні, ґрунтові, гідрогеологічні умови, якість води, а також господарські особливості території.

Автоматизація системи дає змогу оптимізувати процес поливу, забезпечити рівномірний розподіл води та знизити трудові витрати. Вона сприяє ефективному використанню ресурсів, зокрема води та добрив, завдяки точно заданим режимам роботи й можливості гнучкого налаштування системи відповідно до потреб рослин.

Схема комплектації системи крапельного зрошення наведена на рис. 17.

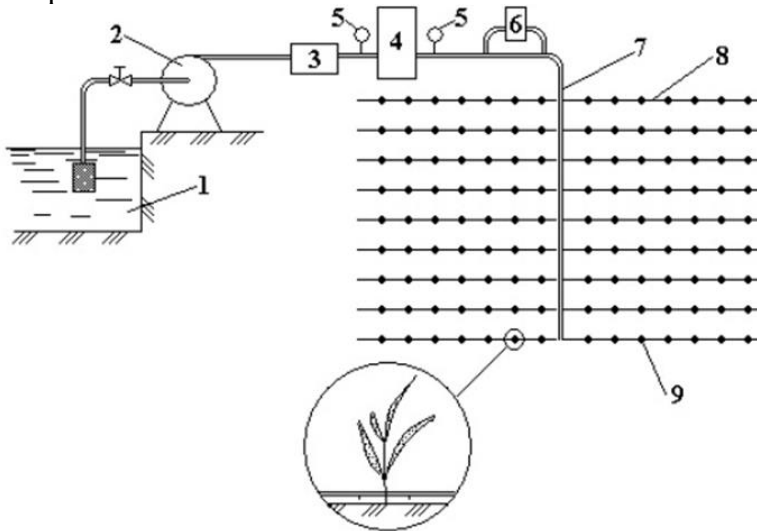


Рис. 17. Схема комплектації системи крапельного зрошення :
1 – джерело зрошення; 2 – насосна станція (насос);
3 – контролер; 4 – фільтр (фільтростанція); 5 – водомірне обладнання; 6 – пристрій для змішування і дозування добрив;
7 – магістральний трубопровід; 8 – поливна трубка або стрічка;
9 – крапельниці або емітери.

Етапи проектування системи крапельного зрошення.

1. Визначають об'єм води, необхідний для кожної культури, з урахуванням типу ґрунту, клімату та агротехнічних вимог.
2. Визначають кількість поливних трубопроводів відповідно до схеми посадки рослин. Розрахунок загальної довжини поливних трубопроводів виконується за формулою

$$L_t = S_k \cdot 10000 / L, \text{ м,}$$

де L_t – загальна довжина поливних трубопроводів (крапельних стрічок), м; S_k – площа зайнята культурою, га; L – відстань між поливними трубопроводами (крапельними стрічками), м.

3. Розбивають ділянку на зони, враховуючи:
 - довжину рядів рослин;
 - потужність насосного обладнання;
 - дебіт джерела води;
 - форму та розміри ділянки.
4. Підбирають фільтростанцію, враховуючи обсяги водоспоживання для кожної зони та тривалість зрошення.
5. Проводять розрахунок магістральних і розподільних трубопроводів для забезпечення рівномірного тиску в системі.
6. Визначають максимальну щоденну потребу у воді, щоб перевірити спроможність джерела води, а також підібрати необхідне обладнання (фільтри, арматуру, вузли).

Контрольні питання.

1. Які переваги системи крапельного зрошення порівняно з іншими методами?
2. Як вибрати відстань між емітерами для різних типів культур?
3. Які чинники враховуються під час проектування зон поливу?
4. Яким чином проводиться гідравлічний розрахунок трубопроводів?
5. Як оцінити спроможність джерела води для зрошення?

Практична робота 7. Проектування системи спринклерного зрошення

Мета практичної роботи: опанувати методику проектування системи спринклерного зрошення.

Завдання практичної роботи: запроєктувати систему автоматичного спринклерного зрошення для заданої ділянки, обґрунтувати параметри вибору обладнання та розрахувати витрати води.

Теоретична частина.

Проектування системи спринклерного зрошення здійснюється з урахуванням характеристик рослинності, кліматичних умов та обладнання. Проектування системи виконаємо на прикладі ділянки з газоном (рис. 18).

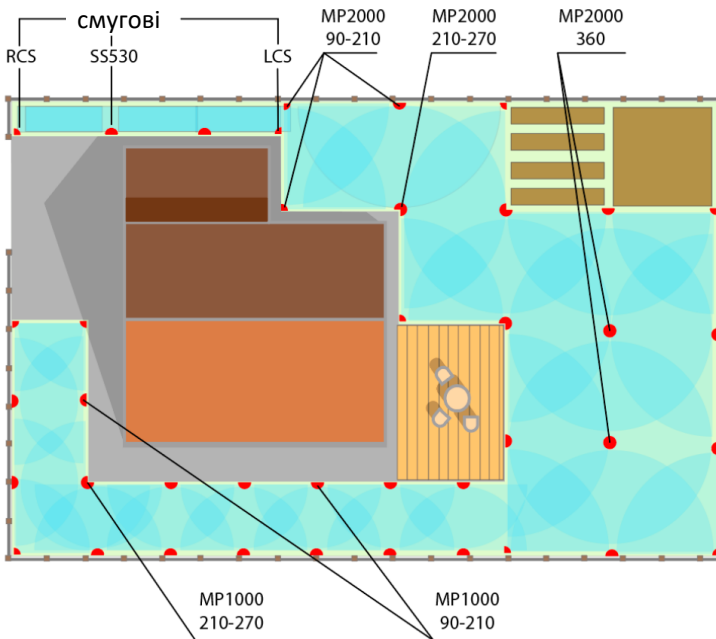


Рис. 18. Проект системи спринклерного автоматичного поливу газону

Етапи проектування.

1. *Вибір дощувачів і розміщення.* Підбираємо дощувачі за каталогом, виходячи з радіусу поливу, тиску і витрати води (див. практичну роботу 2). Наприклад, для форсунок MP Rotator робочий тиск становить 2,8 бар. Регулюємо радіус поливу (можливе зменшення на 15...20% за допомогою гвинта регулювання). Враховуємо розташування дощувачів на ділянці. Схема "трикутником" забезпечує більше опадів, ніж "квадратом".

2. *Поливна норма.* Середня норма поливу для газонів у літній період для України становить 35 мм на тиждень (35 л/м²), або 5 мм на добу (5 л/м²). При поливі раз на три дні необхідно забезпечити 15 мм опадів (3 дні × 5 мм). Час роботи дощувачів визначається з урахуванням їхньої інтенсивності поливу. Наприклад, для статичних насадок 3–4 хвилини; для роторів 10–15 хвилин.

3. *Розрахунок добового об'єму води* визначається за формулою

$$m=n \cdot S,$$

де m - добова норма полива, л; n - поливна норма, л/м²; S - площа газону, м².

Приклад. Для площі газону 463 м² і нормі поливу 5 л/м² витрата води становить $m=463 \cdot 5 = 2315$ л/добу.

4. *Розрахунок витрати води дощувачів.* Загальна витрата води дощувачів визначається сумуванням витрат кожного елемента системи (табл. 5).

Згідно розрахунків загальна витрата становить 5200 л/год. Для забезпечення поливної норми 5 л/м² на добу необхідний час роботи $2315/5200=0,45$ години (27 хв).

5. *Розподіл зон поливу.* Для визначення розміру однієї зони поливу розраховується потреба у воді. Для одночасного зрошення необхідний насос із продуктивністю 6000 л/год і магістральна труба діаметром 50 мм. Щоб оптимізувати систему, її ділять на дві зони з витратою води по 3000 л/год кожна. Поливні зони працюватимуть почергово, що дозволяє використовувати насос меншої потужності та труби з меншим діаметром.

Таблиця 5

Розрахунок загальної витрати води дощувачів

Дощувач	Сектор поливу, градуси	Витрата, м ³ /год	Витрата, л/год	Кількість, шт.	Загальна витрата, л/год
MP 1000	90	0,05	50	3	150
MP 1000	180	0,1	100	14	1400
MP 1000	270	0,14	140	1	140
MP 2000	90	0,1	100	7	700
MP 2000	180	0,18	180	6	1080
MP 2000	270	0,25	250	3	750
MP 2000	360	0,34	340	2	680
SS-530	повна смуга	0,1	100	2	200
RCS	права смуга	0,05	50	1	50
LCS	ліва смуга	0,05	50	1	50
Всього				40	5200

Для монтажу систем автоматичного поливу застосовуються низькотискові ПВХ труби. Вони доступні в різних діаметрах, причому кожен діаметр відповідає певному електромагнітному клапану, який забезпечує необхідні витратні параметри системи (табл. 6).

Таблиця 6

Співвідношення труб та клапанів

Труба ПНТ (поліетилен низького тиску), мм	Клапан, дюймів	Витрата, л/год
25	3/4"	1800
32	1"	3200
40	1 1/4"	5000
50	1 1/2"	7700
63	2"	12000

Варіант 1. Обираємо трубу діаметром 25 мм та клапан 3/4". Систему поділяємо на 4 зони, кожна з яких споживає 1300 л/год (5200/4 = 1300). Така витрата відповідає характеристикам середнього водопроводу.

Варіант 2. Обираємо трубу діаметром 32 мм та клапан 1". Систему поділяємо на 2 зони з витратою 2600 л/год кожна ($5200/2 = 2600$). У цьому випадку необхідно використовувати насос та ємність для забезпечення водопостачання.

У другому варіанті кожна з двох зон працюватиме приблизно по 27 хвилини на добу, що складає загальний час роботи 1 година. За продуктивності насоса 3000 л/год протягом години витрачається 3000 л води. Для цього підбираємо ємність об'ємом 2000 літрів. Поливи налаштовуються на контролері з запуском у ранковий і вечірній час:

6. *Графік поливу.* Використовуємо контролер для автоматизації:

- ранковий цикл – старт о 06:00 (27 хв);
- вечірній цикл – старт о 22:00 (27 хв).

7. *Ємність для води.* За продуктивності насоса 3000 л/год, об'єм ємності становить 2000 л.

Контрольні питання

1. Як підбирається дощувач для спринклерного зрошення?
2. Від чого залежить розташування дощувачів на ділянці?
3. Як визначити необхідний об'єм води для поливу?
4. Яким чином розраховуються поливні зони?
5. Як автоматизувати систему поливу за допомогою контролера?

Самостійна робота

Метою самостійної роботи студентів є розвиток інженерного мислення, формування навичок самостійного здобуття знань та їх практичного застосування.

Зміст самостійної роботи студентів відповідає силабусу навчальної дисципліни «Системи ландшафтного зрошення».

На самостійну роботу виноситься частина теоретичного матеріалу, практичні завдання, які не потребують безпосереднього керівництва викладача, а також завдання, спрямовані на поглиблене вивчення певних тем.

Самостійна робота студентів забезпечується системою навчально-методичних матеріалів, передбачених для конкретної навчальної дисципліни, зокрема, основною та додатковою літературою, методичними вказівками, презентаціями, доступом до електронних ресурсів.

Види завдань до самостійної роботи студентів:

- опрацювання додаткової (наукової, довідкової тощо) літератури;
- підготовка конспектів лекцій;
- виконання звітів із практичної підготовки;
- підготовка до контрольних заходів;
- виконання творчих завдань (доповіді, проекти, презентації тощо);
- опрацювання окремих тем або питань, запропонованих викладачем.

Самостійна робота студентів передбачає нарахування додаткових балів за активну участь у навчально-дослідницькій діяльності:

- підготовка самостійного реферату з навчально-дослідницької роботи – до 8 балів;
- участь із доповіддю за тематикою навчальної дисципліни на конференції – до 10 балів;
- написання наукової статті для збірника наукових праць – до 15 балів.

Орієнтовна тематика для самостійного вивчення

1. Аналіз сучасних систем ландшафтного зрошення: особливості та переваги.
2. Методи автоматизації ландшафтного зрошення: підходи та приклади впровадження.
3. Особливості вибору обладнання для крапельного та дощувального зрошення.
4. Екологічні аспекти впровадження ландшафтного зрошення в міських територіях.

5. Використання дощової та дренажної води для ландшафтного зрошення.
6. Вплив зрошення на фізико-хімічні властивості ґрунтів.
7. Роль систем ландшафтного зрошення в адаптації міських територій до змін клімату.
8. Досвід впровадження ресурсозберігаючих технологій у системах ландшафтного зрошення.
9. Спринклерний полив спортивних об'єктів: особливості проектування та монтажу.
10. Підземний крапельний полив: технології, особливості монтажу та практичне використання.
11. Особливості крапельного поливу виноградника: переваги систем для виноградарства.
12. Крапельний полив саду: технологічні рішення для різних видів садових насаджень.
13. Системи спринклерного поливу для теплиць: переваги використання для закритого ґрунту.
14. Полив зелених дахів і вертикальних садів: специфіка організації зрошення.
15. Ландшафтний полив у контексті глобального потепління: виклики та адаптаційні стратегії.

Рекомендована література

Основна література

1. Основи гідромеліорацій : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов та ін. ; за ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с.
2. Крапельне зрошення : навчальний посібник / за ред. акад. М. І. Ромащенко та проф. А. М. Рокочинського. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 300 с.
3. Системи крапельного зрошення : навчальний посібник / за ред. М. І. Ромащенко. Дніпропетровськ : ООО ПКФ Оксамит-текст, 2007. 175 с.

Додаткова література

1. Stephen W. Smith. Landscape Irrigation: Design and Management. 1997. 240 p.
2. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання ресурсів: ДСТУ 2730-94. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

Інформаційні ресурси

1. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.
2. Державне агентство меліорації та рибного господарства України. URL: <https://darg.gov.ua/>.
3. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%d0%b2%d1%80#text>.
4. Водна стратегія України на період до 2050 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>.
5. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 01.03.2023).
6. Наукова бібліотека НУВГП. URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>.
7. Інтернет-магазин «Avtopoliv». URL: <https://avtopoliv.com.ua/>.
8. Інтернет-магазин «Bradas». URL: <https://bradas.ua/index.php>.
9. Інтернет-магазин «СпецПоливСервіс». URL: <https://poliv-service.kiev.ua/ua/>.
10. Ландшафтна студія DROP. URL: <https://uk.drop.od.ua/>.
11. Сайт «Rainbird». URL: <https://www.rainbird.com/>.

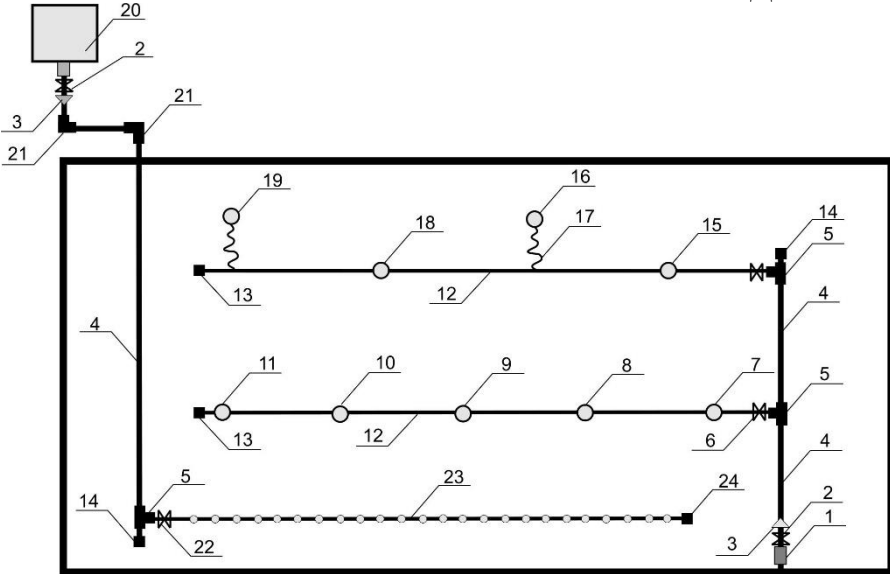
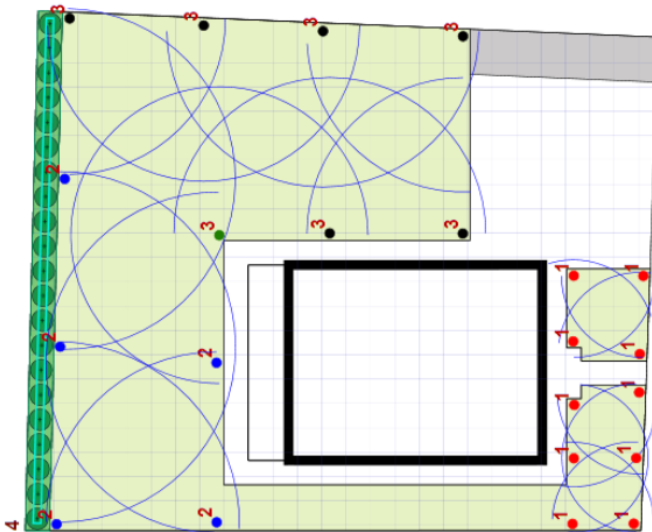


Рис. 1. Схема діючої моделі системи напівавтоматичного ландшафтного зрошення (ауд. 410):

- 1 – сітчастий фільтр грубого очищення води; 2 – кран ВР3/4" Fado;
- 3 – перехід НР 3/4" на ВР 1" (фітинг-з'єднувач) з компресійною муфтою 25 x 3/4" НР; 4 – труба ПЕ PN 10 25 мм x 2.0 мм; 5 – трійник компресійний ВР 25 на 25 мм (фітинг-з'єднувач);
- 6 – мінікран для ПЕ 1/2"НР-0,16; 7 – компенсована крапельниця Irrites 2,2 л/год; 8 – компенсована крапельниця Irrites 4 л/год;
- 9 – компенсована крапельниця Irrites 6 л/год; 10 – компенсована крапельниця Irrites 8 л/год; 11 – мікрозрошувач (крапельниця) 0...7,5 л/год; 12 – поліетиленова трубка 16 мм (2,5 Атм); 13 – заглушка 16 мм; 14 – заглушка 25 мм; 15 – мікродошувач з регульованою витратою 0...40 л/год Irrites iDrop; 16 – мікродошувач з регульованою витратою 0...40 л/год на стійці Irrites iDrop;
- 17 – мікротрубочка 4x6 мм; 18 – мікророзпилювач Aquila Jets; 9 – мікророзпилювач на стійці JS-180 Rain Bird; 20 – ємність із водою; 21 – кут компресійний 25-25 (фітинг-з'єднувач);
- 22 – стрічка 18 мм OSTGL161810-085-1000; 23 – клапан водовипуск у стрічку P3 1/2"DSTZ04-1712L; 24 – заглушка 18 мм

Проект системи автоматизованого ландшафтного зрошення
 СпецПоливСервіс



Умовні позначення

Кількість	Символ	Назва обладнання	Тиск	Розхід води	Радіус
форсуни					
2	●	Hunter 10A-180 - PROS-04	2,07 bars	0,22 м³/3h	3,05 м
3	●	Hunter PROS-300	2,79 bars	0,12 м³/3h	3,35 м
3	●	Hunter MP2000 180° - PROS-04	3,1 bars	0,27 м³/3h	6,1 м
1	●	Hunter MP2000 270° - PROS-04	3,1 bars	0,1 м³/3h	6,4 м
3	●	Hunter MP2000 90° - PROS-04	3,1 bars	0,1 м³/3h	6,4 м
3	●	Hunter MP3000 180° - PROS-04	3,1 bars	0,44 м³/3h	9,14 м
2	●	Hunter MP3000 90° - PROS-04	3,1 bars	0,21 м³/3h	9,14 м
Лічильники/насоси					
1	ж				
Електромагнітні клапани					
3	⚡	Hunter PGV-100G			
1	⚡	Hunter PGV-101G			
Аксесуари					
2	+	+ Болт з гайкою 1/8"x3, 3/4" ВРХ3/4" ЗР			
1	▲	+ Датчик дощу Hunter Rain Click			
1	+	+ Контролер Hunter ELC-601PE			
Зональна труба					
1 м	—	PE-100, 25 мм			
1 м	—	PE-100, 25 мм (красильна зона)			
Магістральна труба					
67 м	—	PE-100, 32 мм			
Красильна труба					
43 м	—	Hunter Красильна труба з емітерами, 16 мм			
Кабель					
67 м	—	ПВС 4x0,75			

Характеристики поверхневого поливу

Зона №	Площа поливу, Sq/M	Загальний потік	Швидкість поливу
1	33,03 Sq/M	1,41 м³/3h	42,66 mm/hr
2	140,2 Sq/M	1,73 м³/3h	12,33 mm/hr
3	173,73 Sq/M	1,13 м³/3h	6,31 mm/hr

Характеристики крапельного поливу

Зона №	Площа поливу, Sq/M	Загальний потік	Швидкість поливу
4	21,35 Sq/M	313,43 l/h	14,09 mm/hr

Робоча площа системи поливу	
Робочий тиск	1,38 м³/3h

