

УДК 712:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2026.40.51>

СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОПОЛИВУ САДОВО-ПАРКОВИХ ОБ'ЄКТІВ

**Сайчук Анастасія Ігорівна¹, Белавя Вікторія Назарівна²,
Панюта Ольга Олександрівна³, Ольхович Ольга Петрівна⁴**

¹ студентка 3 курсу освітньої програми «Ландшафтний дизайн та озеленення»,
кафедра біології рослин,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: sajcuknasta@gmail.com, orcid: 0009-0007-2312-8081

² кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології рослин,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: viktorija.belava@knu.ua, orcid: 0000-0001-7802-4166

³ кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології рослин,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: o_panyuta@knu.ua, orcid: 0000-0001-9847-8990

⁴ кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології рослин,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: olkhovych@knu.ua, orcid: 0000-0002-7314-7631

Анотація. У сучасних умовах облаштування садово-паркових об'єктів передбачає гармонійне поєднання естетичних, екологічних та функціональних складових, серед яких важливе місце посідає раціональне використання водних ресурсів. Системи автоматичного поливу забезпечують регулярний полив, оптимізують споживання води та полегшують догляд за рослинами. Планування та проектування такої системи враховує композиційну структуру території, мікрокліматичні умови, рельєф, функціональне призначення та біоекологічні особливості рослин. Використання датчиків, контролерів та сучасних інтернет-орієнтованих технологій дозволяє автоматизувати процес поливу, гнучко коригувати графіки подачі води відповідно до змін умов навколишнього середовища, передбачати ризики водно-температурного стресу, уникати помилок і перевитрат водних та енергетичних ресурсів. У статті розглядаються основні різновиди і принципи роботи систем автоматичного поливу, їх складові та загальні підходи до автоматизації обслуговування зелених насаджень, а також стандарти та нормативи, що регулюють відносини та контроль в цій сфері.

Мета – дослідити організацію систем автоматичного зрошення в садово-паркових об'єктах для ефективного поливу рослин та економного використання води.

Методологія. Комплексний аналіз та узагальнення наявного науково-теоретичного матеріалу й досвіду з організації, особливостей та проектування систем автоматичного зрошення для формулювання рекомендацій щодо їх ефективного застосування. Під час дослідження використовували такі методи: наукового пізнання, термінологічний, функціонального аналізу, системно-структурний, логіко-нормативний.

Результати. Автоматичні системи поливу забезпечують рівномірне зрошення ґрунтово-рослинного покриву в садово-паркових об'єктах та оптимізують споживання води. В сучасному озелененні використовують в основному такі типи систем автоматичного поливу: крапельні, дощувальні, мікрозрошення та комбіновані. Таке різноманіття, з урахуванням переваг та недоліків кожного виду, дозволяє вибрати оптимальні системи зрошення для будь-якої ділянки. Використання датчиків та контролерів дозволяє автоматизувати процес поливу та підтримувати оптимальний стан зелених насаджень.

Наукова новизна. В роботі висвітлено послідовність періодів розвитку технологій постачання води. Виконано порівняльний аналіз різних систем автополиву – доповнено перелік переваг та недоліків. Узагальнено напрямки розвитку новітніх технологій автополиву.

Практична значущість. Узагальнені результати нашої роботи будуть корисними для підвищення ефективності водоспоживання в міському озелененні та аграрному виробництві: матеріали статті стануть у нагоді при виборі систем автополиву залежно від особливостей зеленого об'єкта. Систематизовані підходи можуть бути використані у навчальному процесі під час викладання дисциплін про зрошення, про вирощування рослин в умовах водозабезпечення міст, про захист зелених насаджень та сучасні технології зеленого будівництва.

Ключові слова: автоматизований полив, крапельні системи зрошення, дощувальні (спринклерні) системи, мікрозрошення (мікроспрей, мікродощування), комбіновані системи поливу, ефективне використання води, планування поливу.

ВСТУП

Збереження зелених насаджень у міських та парково-рекреаційних зонах має важливе значення для забезпечення благоустрою територій та підтримки й регуляції екологічного балансу довкілля. Рослини в садово-паркових комплексах потребують регулярного, своєчасного та контрольованого поливу, відповідного до зміни умов навколишнього середовища. Це забезпечує здоров'я і нормальний ріст та розвиток рослин, а також декоративність та функціональність насаджень [2; 3].

Вода є одним із головних чинників, що визначає декоративний стан рослин у садово-парковому господарстві. Вона безпосередньо впливає на інтенсивність росту, формування листової поверхні, забарвлення листків і квітів, а також на загальний габітус рослин. За оптимального водозабезпечення рослини зберігають тургор, мають насичений колір і високі декоративні якості протягом усього вегетаційного періоду. Надмірне зрошення може викликати порушення повітряного режиму ґрунту, що негативно впливає на кореневу систему та загальний стан рослин. Недостатнє зволоження ґрунту призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, в'янення листків, передчасного опадання квітів та плодів і втрати естетичної привабливості насаджень. Осінній дефіцит води може стати причиною вимерзання частини пагонів, коренів, морозного ушкодження кори та ін. Крім того, перехід до стану спокою, процеси

переорієнтації фізіологічних процесів під час підготовки до холодного періоду, стан рослин взимку та весняне пробудження також є глибоко залежними від оводнення восени та навесні. Важливим є те, що вплив неправильного (недостатнього/надмірного) поливу позначається на декоративності рослин довгостроково – не лише через те, що відбувається слабке формування надземної частини та коренів, а й через те, що закладка пагонів та бруньок квітування/плодоношення наступного року відбувається в поточному році. І, таким чином, неправильний полив призводить до втрати декоративності/плодючості і в поточному році, і в наступному.

Відповідно, для підтримання здоров'я та декоративності рослинних угруповань важливим є дотримання оптимального водного режиму. У садово-парковому господарстві роль води особливо значуща для газонів, квітників і молодих насаджень, які мають поверхневу кореневу систему та підвищені вимоги до регулярності поливу. Раціонально організоване зрошення забезпечує рівномірний розвиток рослин, підвищує їх стійкість до стресових умов і сприяє тривалому збереженню декоративних властивостей.

Традиційні методи поливу, що передбачають ручне або нерегулярне водопостачання, часто призводять до нерівномірного поливу, перевитрат водних ресурсів і додаткових витрат на оплату праці та догляд за насадженнями [3].

Тому сучасні зелені господарства/об'єкти/комплекси та зелені ділянки населених місць в цілому потребують вдосконалення підходу до поливу насаджень, мінімізації залучення людини, точного інтелектуального регулювання надходження води, оптимізації використання водних ресурсів. Такий запит спонукає до розвитку ринку систем автоматизованого поливу, з функціями контролю та аналізу вологості й температури, автоматичного регулювання режимів подачі води [4; 8].

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Користуючись рослинами, споглядаючи їх, люди з давніх часів шукали шляхи покращення способів догляду за ними. Звісно, в першу чергу таке піклування стосувалося сільськогосподарських рослин. Проте поступово інноваційні методи та технологічні здобутки фахівці використовують/інтегрують в усі зелені об'єкти навкруги себе. Давід Вальєхо-Гомес зі співавторами [34] у 2023 році провели масштабне дослідження стану доступної літератури про сучасні системи зрошення, акцентуючи увагу на системах, що використовують методи штучного інтелекту в міському зеленому просторі та сільському господарстві, щоб визначити ті, які зараз використовуються або можуть бути адаптовані до міського озеленення. Результати дослідження вельми показові. По-перше, цікавою є динаміка кількості досліджень з цієї тематики: з 2001 року по 2015 налічувалися одиниці праць, присвячених таким системам зрошення; з 2015 року інтерес до цієї теми стрімко зростає і на 2020 рік – в п'ять разів перевищує рівень 2015 року. Проте, зростає не лише кількість публікацій/аналітичних оглядів/досліджень, змінюється географія «зацікавленості»: якщо перші автори були з Європи, то останні роки країною з найбільшим інтересом до цієї теми є Індія (51% усіх праць), далі по порядку йдуть США, Індонезія, Бразилія та Китай [34].

Сучасні зрошувальні системи є «розумними», автоматизованими та виготовленими з високоякісних новітніх матеріалів, проте генезис цих систем бере початок з давніх часів, з перших цивілізацій, які використовували воду для вирощування, з найперших днів сільського господарства, коли управління водними ресурсами було ключем до виживання [32].

Перші форми зрошення виникли в Месопотамії (території сучасних Іраку та Сирії) близько 6000 року до нашої ери, де ранні землероби будували канали для відведення води з річок Тигр і Євфрат. У Стародавньому Єгипті за розливу Нілу

землероби уловлювали/блокували паводкові води на великих, плоских ділянках землі – винайшли басейнове зрошення, що забезпечувало глибоке просочування ґрунту. В долині річки Інд (Хараппська цивілізація, 3300-1300 рр. до н.е., розташована на території сучасного Пакистану та північно-західної Індії) будували розгалужені системи каналів для контролю подачі води і забезпечення вирощування життєво-важливого врожаю та забезпечення існування суспільств [7; 32].

Важливим кроком стало створення акведуків та механізмів підйому води: близько 300 року н.е. в Римській імперії розробили складні інженерні конструкції у вигляді мостів/арок/естакад/акведуків з каналами та трубами для транспортування води з віддалених джерел до населених пунктів і зрошувальних полів (рис. 1) [32].

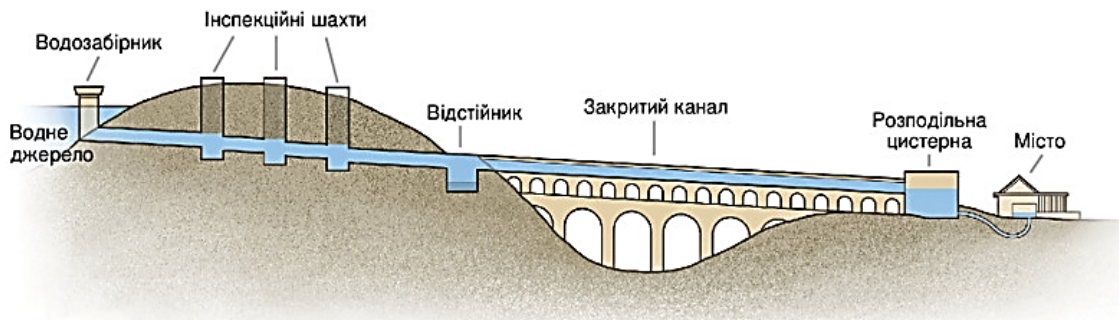
Трохи згодом і інші держави винайшли та запровадили технології підйому води: ланцюгові насоси та водяні колеса з системами обертових відер з використанням людської або тваринної сили.

Справжні технологічні успіхи принесло 20-е сторіччя [15; 26; 31]: міцні матеріали (чавун, сталь та ін.), а згодом – пластичні та легкі (пластик, ПВХ, та ін.), дозволили будувати постійні системи у великих масштабах, зробили системи зрошення легшими та доступнішими; механізовані насоси прийшли на заміну ручним колодязям, системи з використанням тиску зменшили ручну працю; винайдення механічних розпилувачів (імпактного спринклера та ін.), теорії керування зрошенням в автоматичному управлінні, Dethridge-колеса та таймерів, що передували цифровій автоматизації; впровадження електронних таймерів і початкових контролерів для автоматичного поливу; поширення висувних розбризкувальних голівок в житловому та комерційному ландшафтному дизайні, де естетика та зручність почали набувати більшого значення.

Можна вважати, що з 1990-х років почалася ера розумного зрошення – зрошення вступило в цифрову епоху, прості таймери поступилися місцем програмованим контролерам, в системи почали інтегрувати датчики, які вимірюють вологість ґрунту, кількість опадів та інтенсивність випаровування.

МЕТА

Мета дослідження – висвітлити стан і тенденції організації та проектування систем автоматичного зрошення в садово-паркових об'єктах для ефективного поливу рослин та економного використання води.



А



Б

Рис. 1. Римські акведуки: А – схема подачі води; Б – зовнішній вигляд [9]

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В сучасному озелененні системи автоматичного зрошення вже стали не просто популярною, а й невід'ємною складовою, що забезпечує стабільний ретельно дозований полив (відповідний до вимог виду/сорту рослини за мінливих умов довкілля), раціональне використання водних ресурсів і мінімізацію рутинної людської праці. В залежності від характеристик зеленого об'єкту (склад рослинних угруповань, типи насаджень, ґрунтово-кліматичні умови, особливості експлуатації та ін.) застосовують різні типи систем автополиву, кожна з яких має свої конструктивні та функціональні особливості, переваги та недоліки.

Основні типи систем автополиву

Переважна більшість авторів виділяє два основні типи систем автоматичного поливу: крапельні та дощувальні [4; 17; 22], а також варіації: мікрозрошення та комбіновані системи автополиву.

1. Крапельні системи забезпечують подачу води безпосередньо до кореневої зони рослин через спеціальні крапельні трубки, дріп-стрічки (Drip), емітери (емітерні крапельниці), інші види крапельниць, тощо (рис. 2; 3; 4).

Систему розташовують/збирають/регулюють/підтримують таким чином, щоб вода подавалась саме до коренів ідеально дозовано – відповідно, в залежності від специфічності насаджень, формують поверхневу чи підземну системи. Для оптимальної регуляції подачі води, забезпечення стабільного водного режиму рослин і підвищення ефективності системи крапельного поливу доповнюють сучасними засобами автоматизації: таймерами, програмованими контролерами, датчиками вологості ґрунту та фертигаційними вузлами. Крапельні системи вважаються найбільш заощадливими щодо використання води [13; 29].

Переваги:

- раціональне використання води – мінімізується випаровування води;



Рис. 2. Застосування крапельних трубок і дрiп-стрічок [12]

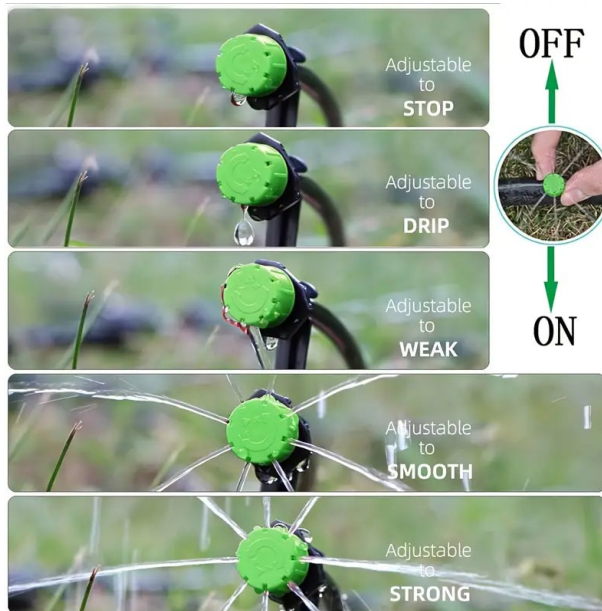


Рис. 3. Приклад регуляції потужності потоку води емітером [12]

- систему можна використовувати для подачі розчинів поживних речовин адресно до коренів рослин, або використовувати для поливу очищену рециркульовану воду;
- систему можна використовувати для поливу різнорівневих ділянок – стікання води мінімізоване.

Недоліки:

- через обмежену зону оптимального зволоження такі системи складно/нераціонально використовувати для великих площ чи різнорідних посадок;
- через відсутність вимивання води можливе прикореневе локальне накопичення солей;
- без належної фільтрації води та регулярного обслуговування емітери та крапельна система в цілому схильні до засмічення/закупорки осадами солей;
- висока вартість самої системи та робіт з її встановлювання/обслуговування.

Найбільш продуктивне використання таких систем для поливу квітників, живоплотів, городів, садів, теплиць, окремих зелених насаджень.

В разі застосування підземної системи крапельного поливу, крім названих вище додаються такі переваги та недоліки:

- інгібується проростання/розвиток бур'янів – в разі заглибленого розташування системи, верхній шар ґрунту залишається сухим;
- зберігається естетичний вигляд території, система прихована;
- систему можна експлуатувати незалежно від наявності/швидкості вітру (вітер впливає на ефективність інших систем автополиву);
- система особливо заощадлива в посушливих/спекотних регіонах, оскільки випаровування мінімізоване;



Рис. 4. А – емітер; Б, В – крапельниці з компенсацією тиску; Г – крапельниця з турбулентним потоком [5]

- проте, монтаж, ремонт та контроль працездатності системи ускладнюється через її підземне розташування;

- підвищені вимоги до якості/фільтрації води;

- ризик пошкодження системи інструментами (під час земляних робіт) та коренями рослин;

- вища вартість проектування та встановлення.

Підземні системи крапельного поливу застосовують для зрошення газонів преміум-класу, озелених територій з високими вимогами до дизайну, а також, як допоміжні системи поливу для складних локальних ділянок гольф-полів.

2. *Дощувальні (спринклерні) системи* розпилюють воду у повітрі з подальшим її осіданням на поверхню рослини та ґрунту – імітують природний дощ (рис. 5). Вода подається під тиском через роторні або спринклерні зрошувачі (включно з центровими обертливими системами – center pivot) з фіксованим або регульованим радіусом дії. Для продуктивної роботи ці системи, так само, озброюють сучасними засобами автоматизації: таймерами, контролерами, датчиками дощу та вологості [7; 13; 29].



Рис. 5. Дощувальний полив [1]

Переваги:

- забезпечують зволоження великих відкритих територій;

- формують мікроклімат над охопленою територією – знижують температуру, підвищують вологість повітря;

- легкий візуальний контроль роботи системи;

- можливість регулювання радіусу поливу та інтенсивності подачі води.

Недоліки:

- значні втрати води через випаровування та вивітрювання;

- територія може зволожуватися нерівномірно – в місця перекривання кіл розбризкування потрапляє більше води (рис. 6.);

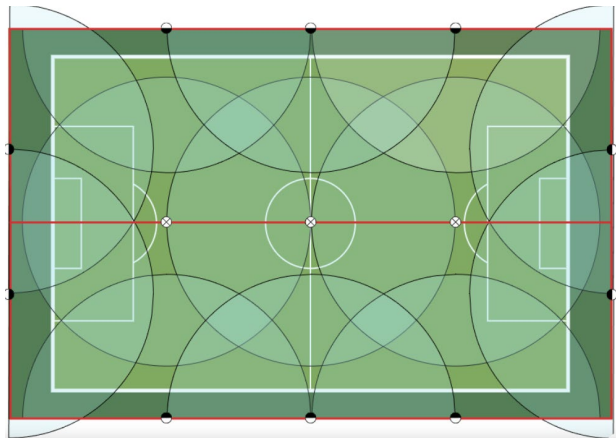


Рис. 6. Схематичний план розміщення дощувальних головок по периметру та в центрі футбольного поля, з позначеними зонами покриття для повного зрошення трав'яного полотна. Шаблон створений у SmartDraw, що дозволяє налаштувати/змінювати відстані між дощувальними головками, регулювати конфігурації зон та оптимізувати проект зрошення для професійного управління поливом та ефективності використання води [18]

- також нерівномірне зволоження території може відбуватися за вітряної погоди;

- таку систему складно застосовувати для рельєфних ділянок (через стікання, нерівномірний розподіл води, ерозію ґрунтів, вивітрювання, тощо) та ділянок неправильних/художніх форм;

- тривале/регулярне зволоження надземних частин рослин може призводити до втрати декоративності насаджень, розвитку фітопатогенних грибів, розповсюдження грибних захворювань;

- так само, через ущільнення ґрунту (що призводить до зменшення рівня кисню) та ризик перезволоження така система поливу є небезпечною для рослин з чутливою кореневою системою;

- велике енергоспоживання – оскільки система вимагає підтримання високого тиску води.

Дощувальні системи застосовують для зрошення газонів, міських парків, спортивних об'єктів, відкритих зелених зон.

3. *Мікрозрошення (мікроспрей, мікродощування)* є варіацією (навіть «гібридом», якщо можна так сказати) крапельного поливу та дощування – по суті це подача води малими дозами з низькою інтенсивністю. Через те, що вода не розбризкується високо і далеко, зрошення характеризується локальністю та адресністю. Вода подається через мікрофорсунки (рис. 7) чи емітери з можливістю

розбризування, мікроспреї (рис. 8) і баблери (bubbler) (рис. 9).



Рис. 7. Мікрозрошення з використанням форсунок [6]

Відповідно, для цього типу зрошення властиві переваги та недоліки попередніх систем автополиву:

- адресна подача води (малим радіусом) для окремих екземплярів рослин з точним дозуванням;
- на відміну від дощування, за мікрозрошення ґрунт менше ущільнюється, корені рослин краще дихають;
- через відсутність тотального розбризування, систему можна використовувати для поливу декоративних рослин та рослин, що бояться постійного замокання надземних органів;
- менше залежить від вітру/температури та є більш заощадливою у витратах води, ніж дощування;
- проте, така система є неефективною на великих площах;
- форсунки чутливі до засмічення – вимагають фільтрації води та регулярного обслуговування, очистки, заміни;

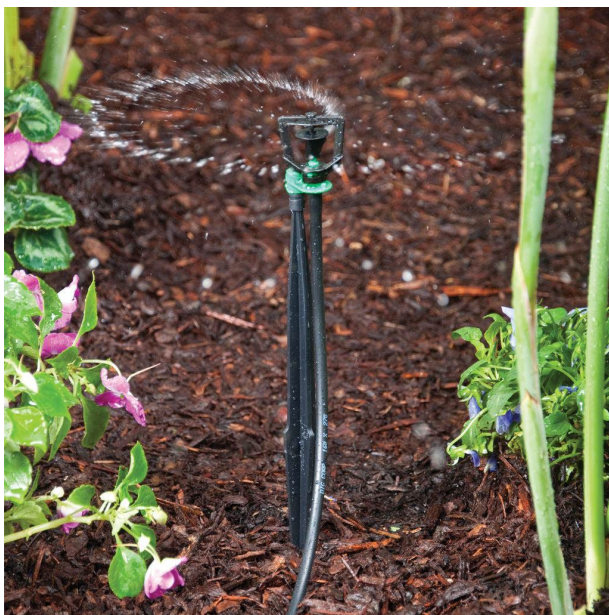


Рис. 8. Мікроспрей – зрошувач, який розпилює воду у вигляді дрібних крапель або туману на малій висоті над ґрунтом [10]

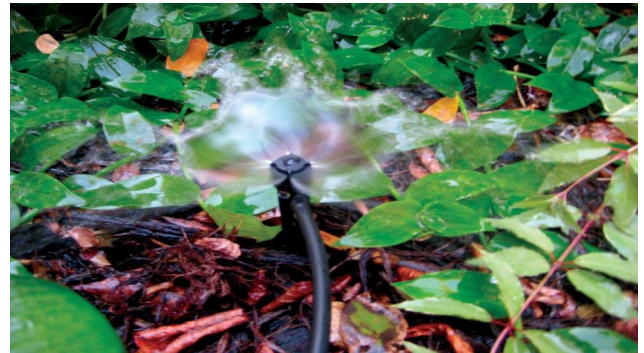


Рис. 9. Bubbler – різновид емітера, який подає воду суцільним потоком без розпилення (ще це називають «кипінням») безпосередньо до прикореневої зони [23]

- більші витрати на монтаж порівняно з крапельним поливом (мають більшу кількість елементів: мікростойки, адаптери, мікротрубки, форсунки різних типів; вимагають точного позиціонування: по висоті, по секторах; чутливі до перепадів тиску – вимагають застосування регуляторів тиску).

Системи мікрозрошення застосовують для поливу клумб багаторічних та однорічних рослин, розаріїв, декоративних насаджень (особливо з низько розташованими пагонами/листочками), складних ландшафтів, контейнерних посадок, теплиць, тощо.

4. Комбіновані системи поєднують кілька систем/типів автополиву в межах одного зеленого об'єкта, забезпечуючи оптимальні умови для окремих зон, якщо рослини мають різні вимоги до зрошення [22]. Наприклад, дощування для газонів, крапельний полив для окремих солітерних екземплярів, мікрозрошення для клумб – все в межах одного ландшафтного об'єкта.

Переваги:

- забезпечується досконале підлаштування системи поливу до вимог різних елементів зеленого об'єкта – враховується видовий/сортний склад рослин, особливості рельєфу, характеристики ґрунтів, кліматичні показники, функціональне зонування та призначення зеленої території;
- відповідно, підвищується загальна ефективність системи: оптимальне + економне водозабезпечення;
- гнучке управління поливом різних ділянок.

Недоліки:

- проектувати/монтувати/налаштовувати/обслуговувати/діагностувати/контролювати такі системи складно, такі роботи вимагають високого фаху та досвіду;
- відповідно, вища вартість всіх названих робіт;

– складніші (і дорожчі) елементи керування та діагностики системи.

Комбіновані системи застосовують для складних багатокомпонентних приватних та громадських ландшафтів, садово-паркових об'єктів.

Звісно, підбір систем автополиву залежить від багатьох факторів: площі об'єкта, типу ґрунтів, рельєфу, кліматичних умов, декоративних /функціональних вимог (рис. 10). Так, на піщаних ґрунтах краплинні системи забезпечують більш ефективне зрошення, тоді як на глинистих ґрунтах дощувальні системи допомагають рівномірно зволожити поверхню [2; 8].

Технології автоматизації

Сучасні технології автоматизації є невід'ємною складовою автополиву, саме вони дозволяють самостійно працювати системам подачі води, а також збирати/аналізувати всі параметри та оперативно регулювати водний потік.

Основні засоби автоматизації в автополиві це таймери, датчики (дощу, вологості, температури, тиску води, тощо), контролери, електромагнітні клапани, тощо. Всі вони забезпечують роботу системи поливу за певними алгоритмами. Контролери інтегровані з датчиками і змінюють режими поливу. Інтеграція з IoT і хмарними платформами дозволяє дистанційно контролювати систему, отримувати дані в режимі реального часу і коригувати графіки поливу [25; 16]. Безпроводні сенсори (наприклад, в складі обладнання БПЛА) та мережі дозволяють масштабувати систему на великі території, де ручне управління неможливе або економічно недоцільне.

Зонування та планування території зрошення

Ефективність автоматизованої системи багато в чому залежить від правильного зонування території [4; 17; 25]. Зони визначають залежно від типу рослинних насаджень (алеї, живоплоти, бордюри, рабатки, клумби, тощо)

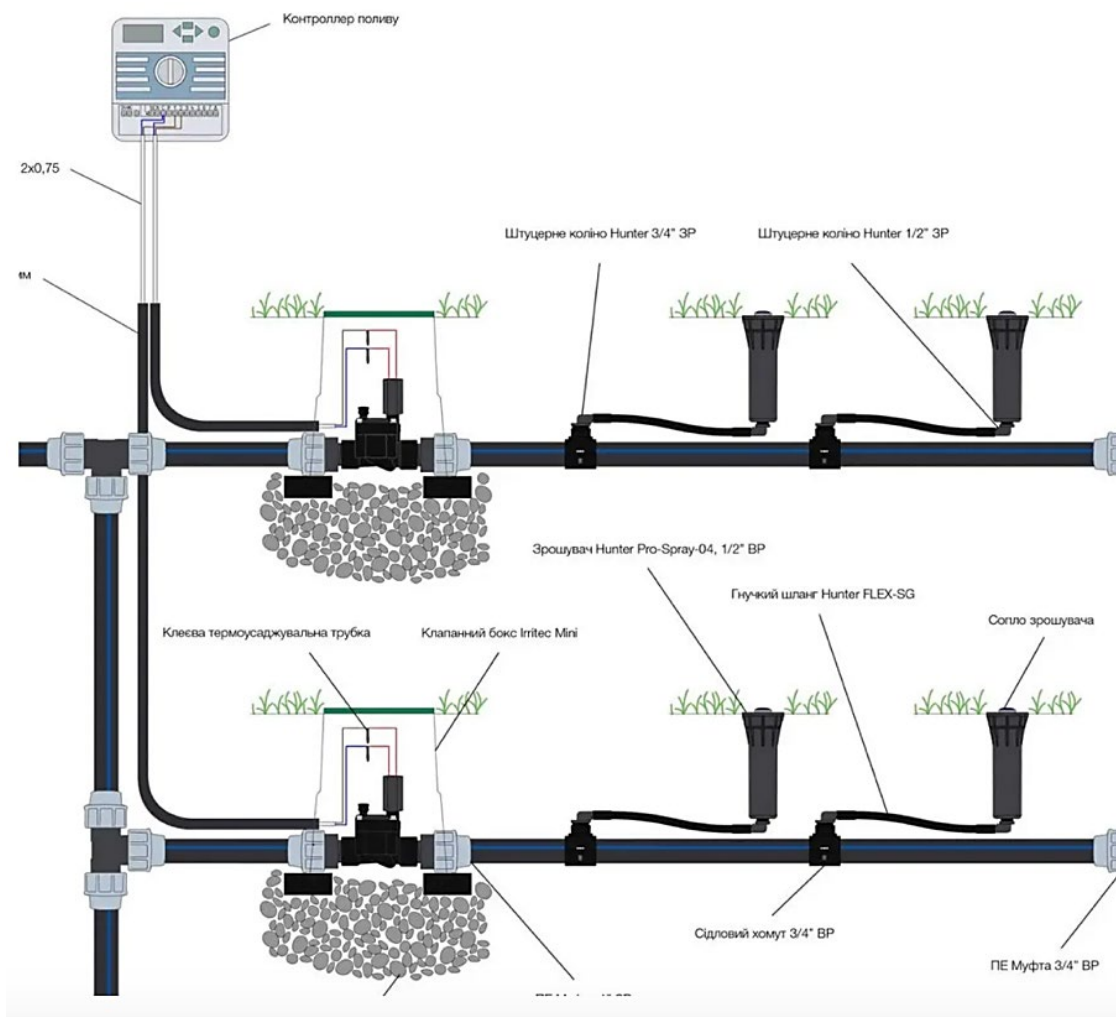


Рис. 10. Загальна схема автополиву [11]

та видового/сортового складу, рельєфу, типу ґрунтів, а також декоративних вимог та функціонального призначення окремих зон чи території в цілому. Так, для зрошення газонів програмують регулярні часті короткі періоди поливу (цикли), тоді як для дерев та чагарників – довші цикли, проте з більшими інтервалами.

Під час планування розраховують оптимальне розташування розприскувачів (розміри зон покриття, напрямок/радіус розбрикування) та стрічок, трубопроводів, насосів і контролерів, щоб забезпечити рівномірне покриття всієї території (рис. 11) [4; 8].

Враховують особливості території: нахили, тіньові зони, піднесені/занижені зони та зони з підвищеним випаровуванням. Фахове планування є невід'ємною складовою створення садово-паркового об'єкта з оптимальним поливом в усіх частинах навіть складних ландшафтів і композицій, мінімізованим ризиком пересихання або перезволоження ґрунту.

Практична ефективність

Використання автоматизованих систем поливу дозволяє економити 30-40 % води, в деяких випадках до 50 % (на специфічних ділянках з ретельним урахуванням рельєфу і конфігурацій території та за індивідуального підходу до потреб рослин) – порівняно з традиційним поливом [8; 24].

Крім того: Використання краплинного поливу для декоративних насаджень дозволяє підтримувати високі декоративні якості об'єкта та знижує ризик захворювання через перезволоження, відповідно, знижує витрати на препарати імуностимулюючої та фунгіцидної дії. У дощуванні економія часто виникає через меншу кількість трубопроводів на

великих відкритих площах та відсутність великої кількості дрібних елементів (емітерів).

Використання систем автоматизації дозволяє оперативно реагувати на зміни погодних умов, коригувати графіки поливу та збирати дані для статистичних досліджень, подальшого аналізу і оптимізації роботи системи [25; 16].

Стандарти та нормативи

Для надійної роботи системи необхідно дотримуватися міжнародних стандартів та рекомендацій. Загальні вимоги до елементів систем автополиву (включаючи емітери, пристрої подачі води та інші складові) визначаються ISO 15886-1 та ISO 9261 [19; 20].

Нормування, дослідження, регулювання відносин, керування в сфері поливу контролюється FAO та ASABE. Rain Bird і Toro надають практичні рекомендації щодо монтажу, експлуатації та оптимізації режимів поливу [17; 14; 27; 28; 33].

FAO (Food and Agriculture Organization) – продовольча та сільськогосподарська організація при ООН, спеціалізована установа, яка очолює міжнародні зусилля щодо боротьби з голодом. У сфері поливу вона розробляє **наукові методики** управління водними ресурсами, публікує довідники з ефективності зрошення, досліджує водоспоживання культур, створює технічні рекомендації для аграріїв.

ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) – Американське товариство сільськогосподарських та біологічних інженерів, яке встановлює **технічні стандарти та норми** зрошення, регламентує продуктивність розприскувачів, описує методи випробувань обладнання, формує інженерні рекомендації.

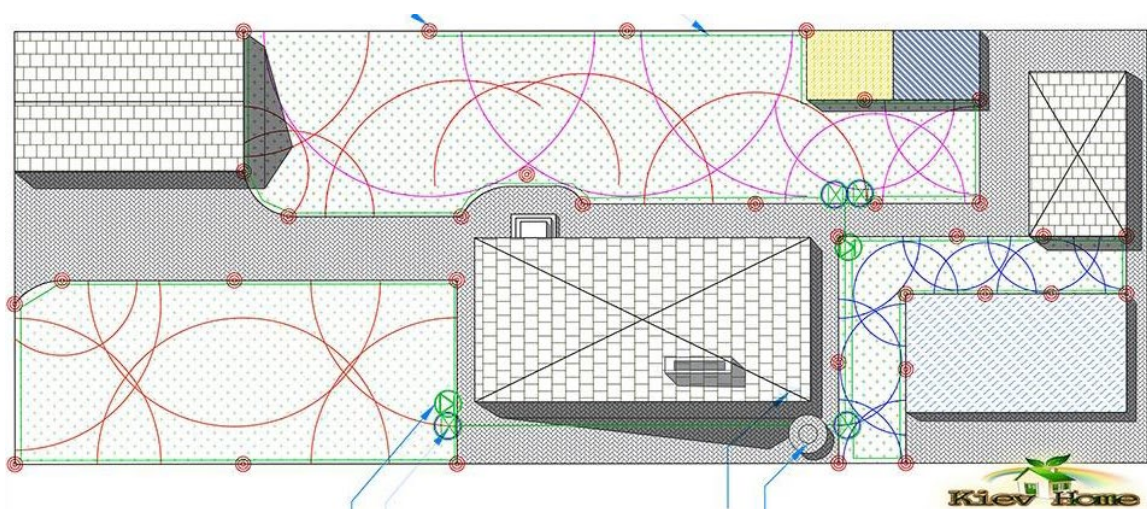


Рис. 11. План-схема автополиву [1]

Rain Bird – один із найвідоміших світових виробників поливного **обладнання садових та професійних систем**. Випускає розприскувачі, крапельні системи, клапани, контролери автополиву.

Того – авторитетна компанія з **обладнання великих та комерційних систем** для професійного поливу спортивних полів, гольф-клубів, муніципальних ландшафтів.

Дотримання стандартів забезпечує довговічність обладнання, рівномірність поливу та оптимальне використання води.

ВИСНОВКИ

Системи автоматичного поливу є результатом тривалого розвитку технологій зрошення та відповідають сучасним вимогам садово-паркового господарства. Автоматизовані системи поливу забезпечують ефективний догляд за садово-парковими насадженнями та економлять водні ресурси.

Застосування різних систем автополиву (крапельний, дощування, мікрозрошення, комбінований) дозволяє забезпечити оптимальне зрошення СПО. Використання датчиків вологості, контролерів на базі мікроконтролерів та бездротових мереж дозволяє адаптувати полив до потреб рослин у режимі реального часу.

Дотримання стандартів та рекомендацій гарантує надійність обладнання та стабільність роботи системи. Практичне застосування таких систем знижує витрати праці та підвищує ефективність обслуговування об'єктів.

Таким чином, автоматизований полив є сучасним та економічно доцільним рішенням для підтримки зелених зон у містах, сприяючи збереженню екологічного балансу та покращенню якості міського середовища.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Автоматичний полив в Києві. Kyiv Home. URL: <https://kievrem.com.ua/ua/svit-landshaftu/poliv/avtomatichniy-poliv/> (дата звернення: 16.02.2026).
- [2] Бредун В. Д. Автоматизована система керування поливом на основі мікроконтролерів : бакалаврська кваліфікаційна робота. Київ : Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2021. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/be2b9b60-4ed3-4b86-a1c1-e77b59531952/content> (дата звернення: 12.12.2025).
- [3] Голуб В. В. Автоматизована система поливу на базі мікроконтролера Arduino : кваліфікаційна робота. Суми : Сумський державний університет, 2020. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/items/ceda2d18-80be-43af-b343-9dd2700ad21b> (дата звернення: 12.12.2025).
- [4] Кірієнко Т. О. Автоматизована система краплинного зрошення: принципи роботи та

етапи проектування : кваліфікаційна робота. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2023. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/items/97a36f51-8032-4567-abf3-8c541043243f> (дата звернення: 12.12.2025).

[5] Крапельниці та емітери. Chornozem агротовари. URL: <https://chornozem.in/product-tag/krapelnytzi-ta-emitery/> (дата звернення: 12.01.2026).

[6] Мікрополив рослин. Мікрозрошувач «Крокус 90°» в роботі [Відео]. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=DqgibfPQs94> (дата звернення: 12.01.2026).

[7] Прокопчук І. Автоматичний полив: всі переваги та недоліки системи. VERSII. URL: <https://versii.if.ua/novunu/avtomatichnii-poliv-vsi-perevagi-ta-nedoliki-sistemi/> (дата звернення: 16.12.2025).

[8] Рак Л. С. Система автоматичного поливу з використанням бездротових технологій : бакалаврська кваліфікаційна робота. Київ : Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2023. URL: <https://ela.kpi.ua/items/bb696493-642f-4fc1-b930-c3bc508810ae> (дата звернення: 12.12.2025).

[9] Римські акведуки – шедеври інженерії. JW.org. URL: <https://jw.org/uk/бібліотека/журнали/g201411/акведуки-римська-інженерія/> (дата звернення: 01.02.2026).

[10] Системи мікрокрапельного поливу. GARDENA. URL: <https://www.gardena.com/ua/produkcija/polyv/systemy-mikrokrapel'nogo-polyvu> (дата звернення: 12.01.2026).

[11] Схема підключення системи автополиву. СПЕЦполиссервіс. URL: <https://poliv-service.kiev.ua/ua/a287397-shema-podklyucheniya-sistemy.html> (дата звернення: 19.01.2026).

[12] Як вибрати крапельний полив і стрічку для поливу? LETОсад-город. URL: https://leto.ua/article/yak_vibrati_krapelnii-poliv-i-strichku-dlya-polivu (дата звернення: 01.02.2026).

[13] Biswas R. K. Drip and Sprinkler Irrigation. New Delhi : New India Publishing Agency, 2025. 306 p.

[14] Brouwer C., Heibloem M. Irrigation Water Management. Rome : FAO, 1986. 211 p.

[15] Chauhdary J. N., Li H., Jiang Y. Advances in Sprinkler Irrigation: A Review in the Context of Precision Irrigation for Crop Production. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, No 1. Art. 47. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010047>.

[16] Del-Coco M., Leo M., Carcagni P. Machine learning for smart irrigation in agriculture: How far along are we? *Information*. 2024. Vol. 15, No 6. Art. 306. <https://doi.org/10.3390/info15060306>.

[17] Design and Installation of Microirrigation Systems. St. Joseph, MI : ASABE, 2019. 210 p.

[18] Irrigation Plan Templates. SmartDraw. URL: <https://www.smartdraw.com/irrigation-plan/examples/soccer-field-irrigation/> (дата звернення: 01.02.2026).

[19] ISO 15886-1:2022. Irrigation equipment – sprinklers – Part 1: General requirements. Geneva : ISO, 2022. 18 p.

[20] ISO 9261:2018. Agricultural irrigation equipment – emitters and emission devices. Geneva : ISO, 2018. 24 p.

[21] Jumanazarova K. Raining irrigation history. *Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations*. 2025. Vol. 1, No 2. P. 77–80.

[22] Keller J., Bliesner R. D. *Sprinkler and Trickle Irrigation*. New York : Springer, 1990. 652 p.

[23] Micro Sprays & Spinners. Rain Bird. URL: <https://www.rainbird.com/agriculture/products/micro-sprays-spinners> (дата звернення: 12.01.2026).

[24] Netafim. Drip Irrigation Technical Catalogue. URL: <https://www.netafim.com/> (дата звернення: 12.12.2025).

[25] Patel N., Shah S., Mehta K. Smart Irrigation System Using IoT and Cloud Computing. *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*. 2018. P. 637–644.

[26] Qureshi W. A., Xiang Q., Xu Z., Fan Z. Study on the irrigation uniformity of impact sprinkler under low pressure with and without aeration. *Frontiers in Energy Research*. 2023. Vol. 11. Art. 121. <https://doi.org/10.3389/ferg.2023.1135543>.

[27] Rain Bird Corporation. *Irrigation Design and Installation Guide*. URL: <https://www.rainbird.com/> (дата звернення: 12.12.2025).

[28] Rain Bird Corporation. *Irrigation Fundamentals*. URL: <https://www.rainbird.com/> (дата звернення: 12.12.2025).

[29] Ravikumar V. *Maintenance and Operation of Drip Irrigation Systems*. Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2775-1_14.

[30] Ravikumar V. *Sprinkler and Drip Irrigation: Theory and Practice*. Springer Nature, 2022. 639 p. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-2775-1>.

[31] Romero R., Muriel J. L., García I., Muñoz de la Peña D. Research on automatic irrigation control. *Agricultural Water Management*. 2012. Vol. 114. P. 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.026>.

[32] The History of Irrigation: From Ancient Canals to Smart Systems. CentralPros. URL: <https://centralpros.com/the-history-of-irrigation-from-ancient-canals-to-smart-systems/> (дата звернення: 01.02.2026).

[33] Toro Company. *Irrigation Planning and Installation Guide*. URL: <https://www.toro.com/> (дата звернення: 12.12.2025).

[34] Vallejo-Gómez D., Osorio M., Hincapié C. A. Smart Irrigation Systems in Agriculture: A Systematic Review // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, No. 2. Art. 342. <http://doi.org/10.3390/agronomy13020342>.

REFERENES

[1] Avtomatychnyi polyv v Kyievi [Automatic irrigation in Kyiv]. (n.d.). Kyiv Home. URL: <https://kievrem.com.ua/ua/svit-landshaftu/poliv/avtomatichniy-poliv/> [in Ukrainian].

[2] Bredun, V. D. (2021). Avtomatyzovana systema keruvannia polyvom na osnovi mikrokontroleriv [Automated irrigation control system based on microcontrollers] (Bachelor's thesis). Kyiv: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/be2b9b60-4ed3-4b86-a1c1-e77b59531952/content> [in Ukrainian].

[3] Holub, V. V. (2020). Avtomatyzovana systema polyvu na bazi mikrokontrolera Arduino [Automated irrigation system based on Arduino microcontroller] (Qualification work). Sumy: Sumy State University. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/items/ceda2d18-80be-43af-b343-9dd2700ad21b> [in Ukrainian].

[4] Kiriienko, T. O. (2023). Avtomatyzovana systema kraplynnoho zroshennia: pryntsyvy roboty ta etapy proektuvannia [Automated drip irrigation system: principles of operation and design stages] (Qualification work). Odesa: Odesa I. I. Mechnikov National University. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/items/97a36f51-8032-4567-abf3-8c541043243f> [in Ukrainian].

[5] Krapelnytsi ta emitery [Drippers and emitters]. (n.d.). Chornozem. URL: <https://chornozem.in/product-tag/krapelnytsi-ta-emitery/> [in Ukrainian].

[6] Mikropolyv roslin. Mikrozhroshuvach "Krokus 90°" v roboti [Micro-irrigation of plants. Micro-sprinkler "Krokus 90°" in operation] [Video]. (n.d.). YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=DqgibfPQs94> [in Ukrainian].

[7] Prokopchuk, I. (2025). Avtomatychnyi polyv: vsi perevahy ta nedoliky systemy [Automatic irrigation: advantages and disadvantages of the system]. VERSII. URL: <https://versii.if.ua/novunu/avtomatichnii-poliv-vsi-perevagi-ta-nedoliki-sistemi/> [in Ukrainian].

[8] Rak, L. S. (2023). Systema avtomatychnoho polyvu z vykorystanniam bezdrotovykh tekhnolohii [Automatic irrigation system using wireless technologies] (Bachelor's thesis). Kyiv: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". URL: <https://ela.kpi.ua/items/bb696493-642f-4fc1-b930-c3bc508810ae> [in Ukrainian].

[9] Rymyski akveduky – shedevry inzhenerii [Roman aqueducts – masterpieces of engineering]. (2014). JW.org. URL: <https://jw.org/uk/бібліотека/журнали/g201411/акведуки-римська-інженерія/> [in Ukrainian].

[10] Systemy mikrokrapelnoho polyvu [Micro-drip irrigation systems]. (n.d.). GARDENA. URL: <https://www.gardena.com/ua/produkcija/polyv/systemy-mikrokrapelnoho-polyvu> [in Ukrainian].

[11] Skhema pidkliuchennia systemy avtopolyvu [Automatic irrigation system connection diagram]. (n.d.). SPECpolivservice. URL: <https://poliv-service.kiev.ua/ua/a287397-shema-podklyucheniya-sistemy.html> [in Ukrainian].

[12] Yak vybraty krapelnyi polyv i strichku dlia polyvu? [How to choose drip irrigation and tape for irrigation?]. (n.d.). LETOsad-gorod. URL: https://leto.ua/article/yak_vibrati_krapelnyi-poliv-i-strichku-dlya-polivu [in Ukrainian].

[13] Biswas, R. K. (2025). *Drip and Sprinkler Irrigation*. New Delhi: New India Publishing Agency [in English].

[14] Brouwer, C., & Heibloem, M. (1986). *Irrigation Water Management*. Rome: FAO [in English].

[15] Chauhdary, J. N., Li, H., & Jiang, Y. (2024). Advances in sprinkler irrigation: A review in the context of precision irrigation for crop production. *Agronomy*, 14(1), Article 47. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010047> [in English].

[16] Del-Coco, M., Leo, M., & Carcagni, P. (2024). Machine learning for smart irrigation in agriculture: How far along are we? *Information*, 15(6), Article 306. <https://doi.org/10.3390/info15060306> [in English].

[17] Design and Installation of Microirrigation Systems. (2019). St. Joseph, MI: ASABE [in English].

- [18] Irrigation plan templates. (n.d.). SmartDraw. URL: <https://www.smartdraw.com/irrigation-plan/examples/soccer-field-irrigation/> [in English].
- [19] ISO 15886-1:2022. (2022). Irrigation equipment – sprinklers – Part 1: General requirements. Geneva: ISO [in English].
- [20] ISO 9261:2018. (2018). Agricultural irrigation equipment – emitters and emission devices. Geneva: ISO [in English].
- [21] Jumanazarova, K. (2025) Raining irrigation history. *Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations*, 1(2), 77–80 [in English].
- [22] Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). Sprinkler and Trickle Irrigation. New York: Springer [in English].
- [23] Micro sprays & spinners. (n.d.). Rain Bird. URL: <https://www.rainbird.com/agriculture/products/micro-sprays-spinners> [in English].
- [24] Netafim. (2025). Drip Irrigation Technical Catalogue. URL: <https://www.netafim.com/> [in English].
- [25] Patel, N., Shah, S., & Mehta, K. (2018) Smart irrigation system using IoT and cloud computing. *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, 637–644 [in English].
- [26] Qureshi, W. A., Xiang, Q., Xu, Z., & Fan, Z. (2023) Study on the irrigation uniformity of impact sprinkler under low pressure with and without aeration. *Frontiers in Energy Research*, 11, Article 121. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1135543> [in English].
- [27] Rain Bird Corporation. (2025). Irrigation Design and Installation Guide. URL: <https://www.rainbird.com/> [in English].
- [28] Rain Bird Corporation. (2025). Irrigation Fundamentals. Rain Bird Corporation. URL: <https://www.rainbird.com/> [in English].
- [29] Ravikumar, V. (2023) Maintenance and operation of drip irrigation systems. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2775-1_14 [in English].
- [30] Ravikumar, V. (2022). Sprinkler and drip irrigation: Theory and practice. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-2775-1> [in English].
- [31] Romero, R., Muriel, J. L., García, I., & Muñoz de la Peña, D. (2012). Research on automatic irrigation control. *Agricultural Water Management*, 114, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.026> [in English].
- [32] The history of irrigation: from ancient canals to smart systems. (n.d.). CentralPros. URL: <https://centralpros.com/the-history-of-irrigation-from-ancient-canals-to-smart-systems/> [in English].
- [33] Toro Company. (2025). Irrigation planning and installation guide. URL: <https://www.toro.com/> [in English].
- [34] Vallejo-Gómez D., Osorio M., Hincapié C. A. Smart Irrigation Systems in Agriculture: A Systematic Review // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, No. 2. Art. 342. <http://doi.org/10.3390/agronomy13020342> [in English].

ABSTRACT

Saichuk A., Belava V., Panyuta O., Olkhovych O. Modern automatic irrigation systems for garden and park objects

In today's context, the development of garden and park facilities involves a harmonious blend of aesthetic, environmental and functional elements, with the rational use of water resources playing a key role. Automatic irrigation systems ensure regular watering, optimise water consumption and simplify plant maintenance. The planning and design of such a system takes into account the layout of the site, microclimatic conditions, terrain, functional purpose and the bio-ecological characteristics of the plants. The use of sensors, controllers and modern internet-based technologies allows the irrigation process to be automated, water supply schedules to be flexibly adjusted in line with changes in environmental conditions, the risks of water and temperature stress to be anticipated, and errors and wastage of water and energy resources to be avoided. This article examines the main types and operating principles of automatic irrigation systems, their components and general approaches to the automation of green space maintenance, as well as the standards and regulations governing relations and control in this field.

Purpose – to investigate the organisation of automatic irrigation systems in gardens and parks for effective plant watering and economical water use.

Methodology. A comprehensive analysis and synthesis of existing scientific and theoretical literature and practical experience regarding the organisation, characteristics and design of automatic irrigation systems, with a view to formulating recommendations for their effective application. The following methods were employed in the study: scientific inquiry, terminological analysis, functional analysis, systems-structural analysis, and logical-normative analysis.

Results. Automatic irrigation systems ensure uniform irrigation of the soil and vegetation cover in garden and park facilities and optimise water consumption. In

modern landscaping, the following types of automatic irrigation systems are mainly used: drip, sprinkler, micro-irrigation and combined. This variety, taking into account the advantages and disadvantages of each type, allows for the selection of optimal irrigation systems for any site. The use of sensors and controllers enables the automation of the irrigation process and the maintenance of optimal conditions for green spaces.

Scientific novelty. This paper outlines the sequence of stages in the development of water supply technologies. A comparative analysis of various automatic irrigation systems has been carried out, and a list of their advantages and disadvantages has been compiled. The main directions for the development of innovations in automatic irrigation technologies have been summarised.

Practical relevance. The generalised results of our work will be useful for improving the efficiency of water use in urban greening and agricultural production: the content of this article will be helpful when selecting automatic irrigation systems depending on the characteristics of the green space. The systematised approaches can be used in the teaching process when delivering courses on irrigation, plant cultivation in the context of urban water supply, the protection of green spaces, and modern green building technologies.

Keywords: automated irrigation, drip irrigation systems, sprinkler systems, micro-irrigation (micro-spray, micro-sprinkling), combined irrigation systems, water efficiency, irrigation planning.

AUTHOR'S NOTE:

Saichuk Anastasiia, Student of the Educational Program "Landscape Gardening", Department of Plant Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: sajcuknasta@gmail.com, orcid: 0009-0007-2312-8081.

Belava Victoriia, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Plant Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: viktorii.belava@knu.ua, orcid: 0000-0001-7802-4166.

Panyuta Olga, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Plant Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: o_panyuta@knu.ua, orcid: 0000-0001-9847-8990.

Olkhovych Olga, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Plant Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: olkhovych@knu.ua, orcid: 0000-0002-7314-7631.

Дата першого надходження статті до видання: 23.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

