

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

БІДОЛАХ ДМИТРО ІЛЛІЧ



УДК 712.4:630*5:351.777.8:658.512

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ
ВПОРЯДКУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ
В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ УКРАЇНИ**

06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація»
06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2020

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису
Роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природо-
користування України Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН
Лакида Петро Іванович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
директор Навчально-наукового інституту
лісового і садово-паркового господарства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор,
Пастернак Володимир Петрович,
Український ордена «Знак пошани»
науково-дослідний інститут лісового господарства
та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького,
провідний науковий співробітник
лабораторії моніторингу і сертифікації лісів

доктор сільськогосподарських наук, доцент
Геник Ярослав В'ячеславович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний лісотехнічний
університет України»,
завідувач кафедри ландшафтної архітектури,
садово-паркового господарства та урбоекотології

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
Шпарик Юрій Степанович,
Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника»,
професор кафедри лісознавства

Захист відбудеться «05» листопада 2020 року о 10⁰⁰ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті
біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ,
вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 308

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного
університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041,
м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «02» жовтня 2020 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зелені насадження населених пунктів відіграють вирішальну роль у забезпеченні вимог сталого розвитку урболандшафтів завдяки пом'якшенню наслідків антропогенної діяльності в міських екосистемах шляхом покращення кліматичного, санітарно-гігієнічного, естетичного та екологічного стану середовища. Для виконання свого функціонального призначення, у контексті оптимізації киснево-вуглецевого балансу біосфери, очищення і оздоровлення атмосфери, створення сприятливого мікроклімату, виконання естетичних, рекреаційних, санітарно-гігієнічних, захисних та інших екологічних функцій фітоландшафти потребують охорони і належного догляду. Водночас дослідники J. W. Steenberg et al. (2017) рекомендують враховувати той факт, що вразливість зелених насаджень у населених пунктах спричиняє зменшення виконання ними важливих функцій з відповідною втратою переваг для мешканців, міської інфраструктури та природного біорізноманіття. При цьому виникає логічний висновок, сформульований у працях низки дослідників (Derissen S., Latacz-Lohmann U., 2013; Ly T. P., Xiao H., 2016; Chan C. S., Si F. H., 2018;), стосовно необхідності встановлення балансу між нормами рекреації та використанням корисних функцій зелених насаджень, з одного боку, і природоохоронних заходів та економічних інвестицій у розвиток зеленої інфраструктури, з іншого боку, в умовах необхідності забезпечення сталого розвитку об'єктів благоустрою.

Аналіз стану зелених насаджень в населених пунктах України засвідчив (Зібцева О. В., 2017; Деркульський Р. Ю., 2018; Бідолах Д. І., Білоус А. М., 2018) постійне зменшення їх площ із нерівномірністю забезпеченості мешканців у різних регіонах. За таких умов процес впорядкування зелених насаджень, як система заходів щодо вирішення вищезгаданих проблем, набуває важливого значення для зеленого будівництва. У цьому контексті доцільним є розгляд методологічних основ впорядкування зелених насаджень для населених пунктів України з метою аналізу їх основних недоліків та вивчення можливостей покращення стану об'єктів благоустрою шляхом використання передових досягнень науки і практики у даній сфері.

Реалізація такого підходу можлива лише за умови наявності достовірної, оперативної та актуальної інформації про кількісний і якісний стан зелених насаджень населених пунктів, яку отримують у ході проведення їх інвентаризації та впорядкування. Проте, цей процес, як і будь-яка сучасна методика отримання, обробки, обліку, аналізу та збереження даних, не може функціонувати без залучення переваг новітніх інформаційних технологій. (Dudek T., 2012; Букша І. Ф. et al., 2014; White J. C. et al., 2016; Brach M., Stańczak L., Szymański P., 2017; Luoma V. et al., 2017). До того ж, постійне вдосконалення інструментарію для одержання біометричних показників рослинності, розвиток методів дистанційного зондування Землі, геоінформаційних систем і комп'ютерних технологій відкриває нові можливості щодо вдосконалення існуючої технології впорядкування зелених насаджень. Отже, питання застосування системного підходу до комплексного поєднання

сформованих сьогодні теоретичних знань і прикладних можливостей сучасних методів, з метою їх інтеграції до процесу впорядкування зелених насаджень, вирізняється актуальністю та важливістю.

Узагальнюючи вищенаведене, варто наголосити на доцільності поєднання процесів отримання, обробки, аналізу та представлення інформації про стан зелених насаджень в єдину систему з використанням сучасних підходів для прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої охорони і збереження, підвищення стійкості, декоративності та функціональності урболандшафтів. Цей напрям потребує дослідження методологічних, теоретичних і технологічних можливостей його реалізації із застосуванням системного підходу, що обумовлює актуальність тематики, визначає її доцільність для розвитку зеленого будівництва та характеризує її зміст.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертацію виконано згідно з тематичними планами науково-дослідної роботи, зокрема наукової теми кафедри лісового і садово-паркового господарства Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут» «Оцінка старовинних парків Західного Поділля та розробка рекомендацій з покращення їх стану» (номер державної реєстрації 0115U003384, 2015–2019 рр.), наукової теми кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України «Розробити науково-методичне забезпечення розвитку інвентаризації лісових ресурсів» (номер державної реєстрації 0118U000292, 2018–2020 рр.), наукової теми кафедри ландшафтної архітектури та фітодизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України «Розробка практичних засад фітодизайнологічної екотрансформації насаджень ландшафтів мегаполісів» (номер державної реєстрації 0118U000308, 2020 р.), комплексної наукової тематики Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут» «Розробка наукового та інформаційного забезпечення сталого розвитку сільської місцевості західного регіону України» (номер державної реєстрації 0108U008826, 2006–2010 рр.). До виконання зазначених наукових тематик здобувач залучався як відповідальний виконавець окремих розділів.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є опрацювання теоретико-методологічних основ та технологічних засад системи впорядкування зелених насаджень населених пунктів України з використанням сучасних методів.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- проаналізувати теоретичні засади та перспективи впорядкування зелених насаджень в Україні;
- узагальнити провідний досвід процесу дослідження зелених насаджень, узагальнити сучасний напрям та тенденції розвитку інструментарію для отримання інформації про їх стан;

- охарактеризувати стан зелених насаджень на території об'єктів дослідження для визначення характеру розподілу їх якісних та кількісних параметрів;

- встановити можливості та особливості використання методів дистанційного зондування Землі, сучасного інструментарію і геоінформаційних систем для використання у процесі інвентаризації та моніторингу стану зелених насаджень в населених пунктах України;

- апробувати результати виконаних досліджень на дослідних ділянках у процесі реалізації запропонованих методичних підходів на території населених пунктів України;

- запропонувати шляхи удосконалення існуючої технології інвентаризації зелених насаджень з використанням безпілотних літальних апаратів та GPS-приймачів;

- проаналізувати перспективи використання ГІС для інтерпретації даних польових досліджень і матеріалів дистанційного зондування Землі з метою автоматизації окремих процесів впорядкування зелених насаджень та геоінформаційного моніторингу стану зелених насаджень для населених пунктів України;

- обґрунтувати базові принципи та вимоги до електронної системи впорядкування зелених насаджень, розробити концепцію цифрової трансформації інформації про стан зелених насаджень та запропонувати підходи щодо їх практичної реалізації;

- розробити зміст, сутність системи впорядкування урболандшафтів на основі комплексного поєднання інвентаризації, обліку і моніторингу зелених насаджень з використанням сучасних підходів для організації ведення садово-паркового господарства;

- запропонувати шляхи удосконалення та автоматизації процесу обліку зелених насаджень та підготовки відповідної документації;

- удосконалити процес оцінювання вартості зелених насаджень в населених пунктах України.

Об'єкт дослідження – система впорядкування зелених насаджень в населених пунктах України.

Предмет дослідження – технологічні засади використання сучасних методів та інформаційних систем для проведення інвентаризації і впорядкування урболандшафтів.

Методи дослідження. У процесі наукового дослідження використано основні загальнонаукові методи в поєднанні з системою принципів наукових досліджень, які використовуються у ландшафтній таксації, картографії, лісівництві, геоінформатиці. Так, для уточнення поняттєвого апарату, основних теоретичних засад і прикладних аспектів використання нових технологій для впорядкування зелених насаджень використано метод теоретичного узагальнення; в ході виокремлення складових етапів процесу використано методи аналізу і синтезу, з метою їх детального дослідження та наступного поєднання в єдину систему. На підставі існуючої бази знань про біологічні та екологічні особливості деревних і кущових рослин, а також специфіки

їх взаємодії у складі зелених насаджень використано метод наукової дедукції для формулювання висновків стосовно стану насаджень на конкретних об'єктах. Використання методу наукового абстрагування дало змогу виокремити найістотніші та найвагоміші фактори впливу на процес інвентаризації і впорядкування зелених насаджень, зосередивши подальші зусилля саме на їх дослідженні.

Використання можливостей методу моделювання в контексті даного дослідження дало змогу замінити фізичні об'єкти (природно-територіальний комплекс об'єкта благоустрою) на віртуальні комп'ютерні тривимірні моделі-макети, що спростило процес їх пізнання та створило умови для інтерпретації одержаних знань на реальні урболандшафти. Залучення методів математичного моделювання для передбачення змін зелених насаджень, відповідно до даних їх моніторингу, створило умови для прогнозування їх вікових перетворень та результатів впливу окремих антропогенних заходів на ландшафти. Для прискорення і покращення якості дисертаційного дослідження використано опосередкований спосіб пізнання шляхом застосування сучасного інструментарію, що дало змогу прискорити та удосконалити процес одержання інформації про об'єкт дослідження та його параметри.

У ході дослідження зелених насаджень використовувалися також методи спостереження, вимірювання, порівняння та експерименту, а зокрема методи маршрутних обстежень, візуальної, порівняльної та інструментальної оцінки параметрів зелених насаджень (Кучерявий В. П., Дудин Р. Б., Левусь Т. М., 2010; Андронов & Богданов, 1974; «Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України», 2001; Дудин Р. Б., 2016; Бідолах Д. І., Білоус А. М., 2018), класифікації садово-паркових ландшафтів (Рубцов Л. І., 1956, 1979), оцінки стану газонних покриттів (Лаптев А. А., 1986; Страшок О. Ю. та ін., 2019; Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., Бідолах Д. І., 2020), геодезичні та картографічні методи, визначення біометричних показників, методи оцінювання поточного приросту вуглецю та киснепродуктивності (Лакида П. І., 2002; Чесноков Н. И, Долгошеев В. М., 1978). Для виконання дисертаційного дослідження залучено також можливості методів дистанційного зондування Землі із застосуванням зйомки з безпілотного літального апарата та інтерпретації результатів зйомки у середовищі геоінформаційних систем (Бідолах Д. І., Кузьович В. С., 2016), фотограмметрії, ортотрансформації та геокодування матеріалів зйомки, визначення просторового розміщення дерев та кущів (Бідолах Д. І. та ін., 2018), створення цифрових моделей, формування просторової бази даних (Кузьович В. С. та ін., 2020), цифрової трансформації та візуалізації інформації, тривимірного моделювання (Bidolakh D. I. et al., 2018), прогнозування і тематичного картографування, просторового аналізу та керування даними в геоінформаційних системах.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено теоретико-методологічні та технологічні засади створення системи впорядкування зелених насаджень на підставі вдосконалення процесів інвентаризації, обліку і моніторингу зелених насаджень у межах населених пунктів України. До нових

наукових положень і рішень за результатами проведених досліджень можна віднести наступні:

вперше:

– опрацьовано зміст і сутність системи впорядкування урболандшафтів на основі комплексного поєднання інвентаризації, обліку і моніторингу зелених насаджень з використанням сучасних підходів для організації ведення садово-паркового господарства;

– проаналізовано перспективи використання ГІС для інтерпретації даних польових досліджень і матеріалів дистанційного зондування Землі з метою організації системного процесу впорядкування зелених насаджень та геоінформаційного моніторингу стану зелених насаджень для населених пунктів України;

– обґрунтовано базові принципи та вимоги до електронної системи впорядкування зелених насаджень, розроблено концепцію цифрової трансформації інформації про стан зелених насаджень та запропоновано підходи щодо їх практичної реалізації;

– розроблено технологічні рішення для дослідження зелених насаджень в населених пунктах України з використанням безпілотного літального апарата для вимірювань висоти і горизонтальної проекції крони деревних і кущових рослин, зімкнутості насаджень, виконання лінійних вимірів, обчислення площ, оцінки стану газонних покриттів, спрощення розрахунку балансу території;

– опрацьовано зміст, сутність та технологію проведення геоінформаційного моніторингу стану зелених насаджень для населених пунктів України;

удосконалено:

– технологічні зміни до інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України із залученням можливостей використання методів дистанційного зондування Землі, застосування сучасного інструментарію для таксації зелених насаджень, геоінформаційної інтерпретації даних, пристроїв для глобального позиціонування та інших передових технічних рішень;

– процес створення картографічних матеріалів за результатами автоматизованого дешифрування даних дистанційного зондування Землі для потреб інвентаризації та впорядкування урболандшафтів;

– технологію інформаційного забезпечення процесу впорядкування зелених насаджень та форми інвентаризаційної документації для обліку зелених насаджень шляхом її уніфікації та цифрової трансформації;

– процес визначення місць просторового розташування дерев і кущів у ході інвентаризації, шляхом використання GPS-приймачів з подальшим коригуванням результатів у ГІС із одночасним створенням бази геоінформаційних даних з метою прискорення та підвищення точності інвентаризації зелених насаджень;

набули подальшого розвитку:

– узагальнення теоретичних основ впорядкування урболандшафтів шляхом обґрунтування можливостей вдосконалення класифікації зелених насаджень у межах населених пунктів і специфіки проведення їх інвентаризації

та впорядкування у насадженнях загального, обмеженого користування і спеціального призначення;

- процес інтеграції перспективних сучасних методів отримання інформації про стан фітоландшафтів до єдиної системи впорядкування зелених насаджень із удосконаленням методів таксації деревних і кущових рослин за матеріалами дистанційного зондування;

- питання створення бази геоданих з інформацією про стан зелених насаджень, а також підвищення можливостей їх опрацювання, структурування, аналізу і моделювання, зручності редагування та підвищення автоматизації окремих процесів, генерування форм для складання документації, зберігання, систематизації та видачі потрібної інформації;

- автоматизація оцінки видового та якісного складу зелених насаджень завдяки інтерпретації отриманих польових матеріалів за допомогою ГІС, систем автоматизованого проєктування та сучасних комп'ютерних програм;

- питання оцінювання відновної вартості зелених насаджень та їх екосистемних послуг;

- процес формування геоінформаційних моделей зелених насаджень сучасними засобами;

доповнено:

- інформацію про стан зелених насаджень на території населених пунктів України у розрізі досліджених об'єктів благоустрою;

- аналітичні дані про склад та стан деревної і кущової рослинності у межах експериментальної бази дослідження.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені засади впорядкування зелених насаджень і практичні рекомендації щодо використання технології і методики їх інвентаризації з використанням сучасних технологій впроваджено у процесі розроблення проєктів благоустрою, реконструкції, розвитку, утримання та організації території об'єктів зеленого будівництва на території Тернопільської області, які можуть бути взяті за основу для виконання аналогічних робіт. Практичні рекомендації щодо благоустрою та озеленення територій у межах експериментальної бази дослідження було реалізовано Бережанською міською радою у вигляді реконструкції скверу імені Устима Голоднюка та впорядкування зелених насаджень міського скверу по вул. Тернопільська у м. Бережани Тернопільської області. Реалізація ландшафтних і архітектурно-будівельних проєктних пропозицій із технологічною частиною та рішеннями з інженерного обладнання за результатами роботи здобувача у співавторстві була проведена на підставі проєкту реконструкції і благоустрою парку імені І. Франка у м. Чортків Тернопільської області.

Розроблені інтерактивні електронні карти для зелених насаджень м. Бережани, які розміщені у відкритому доступі в мережі Інтернет, використовуються відділом житлово-комунального господарства, містобудування та архітектури Бережанської міської ради у своїй діяльності, Відокремленим підрозділом Національного університету біоресурсів і природо-користування України «Бережанський агротехнічний інститут» у навчальному

процесі, а також з метою інформування мешканців міста стосовно стану зелених насаджень і для підвищення туристичної привабливості об'єктів благоустрою. Матеріали інвентаризації зелених насаджень у м. Бережани використано для створення відповідних паспортів об'єктів благоустрою та враховано при формуванні планів озеленювальних робіт, проєктів розвитку благоустрою міста.

Результати дисертаційного дослідження використовуються під час викладання дисциплін «Інвентаризація садово-паркових об'єктів», «Садово-паркове будівництво», «Організація виробництва у садово-парковому господарстві» для підготовки студентів ОС «Бакалавр» зі спеціальності 206 «Садово-паркове господарство» у Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут».

Особистий внесок здобувача. Дисертацію виконано на основі наукових досліджень здобувача. Автору належить постановка проблеми, визначення мети та завдань дослідження, розроблення теоретико-методологічних та технологічних засад впорядкування зелених насаджень з метою вдосконалення системи обліку та моніторингу деревної і кущової рослинності в населених пунктах України. Здобувачем особисто проведено теоретичне узагальнення наукових положень впорядкування зелених насаджень, досліджено можливості удосконалення цього процесу шляхом використання сучасного інструментарію із опрацюванням результатів у інформаційних системах та їх обґрунтування, опрацьовано експериментальний матеріал, за яким створено просторову базу даних зелених насаджень для об'єктів дослідження і цифрові моделі територій та виконано тривимірну візуалізацію ландшафтів, проведено апробацію запропонованої технології виконання інвентаризації та впорядкування зелених насаджень із розробленням відповідних рекомендацій, обґрунтовано висновки та узагальнено результати дослідження. У спільних публікаціях права співавторів не порушено.

У дисертації використано власні наукові ідеї. Інвентаризація зелених насаджень та підготовка проєктів благоустрою, реконструкції, розвитку, утримання та організації території об'єктів зеленого будівництва для частини об'єктів дослідження виконувалася у складі проєктної групи кафедри лісового і садово-паркового господарства Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут». Здобувачеві належить удосконалення методики інвентаризації зелених насаджень, проведення польових робіт у складі проєктної групи, виконання та інтерпретація зйомки території з безпілотного літального апарата, опрацювання даних засобами геоінформаційних систем, створення картографічних матеріалів, участь у тривимірній візуалізації об'єктів і розрахунок кошторисів.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення, висновки, практичні напрацювання та рекомендації апробовано на: Міжнародній науково-практичній конференції «Садово-паркове господарство в Україні: освіта, наука та мистецтво формування ландшафту» (м. Київ, 2011 р.);

Міжнародній науково-практичній конференції «Роль об'єктів природно заповідного фонду у формуванні екомережі і забезпеченні сталого розвитку територій» (м. Бережани, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства» (м. Умань, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Культурний ландшафт та проектована зелень – складова частина охорони пам'яток» (м. Жовква, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасний ландшафт: проектування, формування, збереження» (м. Київ, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Подільські читання» (м. Кременець, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Соціально-економічний розвиток аграрної сфери: інженерно-економічне забезпечення» (м. Бережани, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Менеджмент результативної трансформації аграрної сфери економіки України» (м. Бережани, 2018 р.); XVI Міжнародній науковій конференції «Edukacja-Technika-informatyka» (м. Жешув, Республіка Польща, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрями та перспективи розвитку агро- та електроінженерії» (м. Бережани, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів» (м. Київ, 2018 р.); 83 Міжнародній науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів (м. Мінськ, Республіка Білорусь, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації» (м. Львів, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і освіта в інтелектуально-інноваційному розвитку суспільства» (м. Бережани, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сталий інноваційно-креативний розвиток соціально-економічних систем» (м. Бережани, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену» (м. Київ, 2019 р.); III Міжнародній конференції «Smart Bio» (м. Каунас, Литовська Республіка, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку агро- та електроінженерії» (м. Бережани, 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Дослідження лісових та урбанізованих екосистем для забезпечення сталого розвитку» (м. Київ, 2020 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Eurasian scientific congress» (м. Барселона, Іспанія, 2020 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Perspectives of world science and education» (м. Осака, Японія, 2020 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження відображено у 53 наукових працях, з яких монографія у співавторстві, 6 статей у наукових

фахових виданнях України, 13 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 статті у наукових виданнях інших держав, 3 статті в інших виданнях, 5 науково-методичних рекомендацій, 5 патентів на корисну модель, 18 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація містить анотації, перелік умовних позначень, вступ, шість розділів, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел (354 найменування) та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 514 сторінок. Основна частина дисертації містить 17 таблиць і 58 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Сучасний стан та перспективи методологічних засад впорядкування зелених насаджень в умовах сталого розвитку» проведено узагальнення теоретичних засад благоустрою у контексті впорядкування зелених насаджень, як головного його інструменту. Проведений аналіз засвідчив необхідність вжиття заходів щодо покращення його стану, доцільність розроблення методології вдосконалення системи інвентаризації, обліку та моніторингу зелених насаджень, а також потребу в посиленні контролю за виконанням природоохоронного законодавства шляхом прийняття відповідних організаційних рішень. Перелічений ряд заходів можна визначити загальним поняттям «впорядкування зелених насаджень». У цьому контексті доцільно розглянути методологічні основи впорядкування зелених насаджень для населених пунктів України, проаналізувати їх основні недоліки та вивчити можливості покращення стану об'єктів благоустрою шляхом використання передових досягнень науки і практики у сфері зеленого будівництва.

Зважаючи на важливу роль зелених насаджень у формуванні безпечного та комфортного життєвого простору людини, вони потребують регулярних заходів щодо їх захисту, дбайливої експлуатації, відтворення та примноження. Для вирішення цього питання в населених пунктах нашої держави слід першочергово забезпечити практичне впровадження вимог чинного законодавства та нормативів щодо підвищення якісного стану зелених насаджень з одночасним задоволенням попиту суспільства на послуги природо-користування. Водночас аналіз існуючого нормативно-правового забезпечення у даній сфері засвідчив існування законодавчого підґрунтя для організації системи впорядкування урболандшафтів в Україні, наявність низки регулювальних та регламентуючих нормативних актів при низькому забезпеченні нормативними актами, які встановлюють відповідальність за відсутність обліку стану зелених насаджень.

Аналізуючи зміст нормативного забезпечення процесу інвентаризації та впорядкування зелених насаджень («Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України», 2001; «Методичні рекомендації щодо обліку зелених насаджень у населених пунктах України», 2006), слід відзначити, що методологія проведення робіт за більш як шістьдесят років майже не зазнала змін і сьогодні використовується, по суті, методика 1957 року, яка була кілька

разів перезатверджена та дещо видозмінена у відношенні термінології. І хоча завдання інвентаризації зелених насаджень практично не змінилися, проте можливості їх досягнення зазнали суттєвих покращень у зв'язку з розвитком технологій, які відкривають нові можливості перед фахівцями зеленого будівництва. Постійне вдосконалення способів та методів одержання біометричних показників рослинності, розвиток інформаційних систем, комп'ютерних технологій та удосконалення інструментального забезпечення галузі відкриває нові можливості щодо вдосконалення існуючої методики проведення інвентаризації зелених насаджень. Тому, як зазначають науковці (Tiede D., Hochleitner G., Blaschke T., 2005; Букша І. Ф., Букша М. І., Кузьович В. С., 2008; Phelps J., Webb E. L., Agrawal A., 2010; Миронюк В. В., Свинчук В. А., 2012; Бідолах Д. І., 2018), існуючі методи отримання, обробки, зберігання та представлення інформації за результатами інвентаризації урболандшафтів потребують вдосконалення. А їх поєднання з сучасними інформаційними технологіями та програмним забезпеченням повинно суттєво зменшити трудовитрати, здешевити собівартість, підвищити точність та якість проведення відповідних робіт (Горошко М. П., Миклуш С. І., Король М. М., Вицега Р. Р., 2006).

Відповідно до висновків більшості науковців процес переходу суб'єктів господарювання на нові технології обробки, збереження і передавання інформації про стан зелених насаджень сьогодні є неможливим без залучення новітніх технологій (Букша І. Ф., Букша М. І., Кузьович В. С., 2008; Хомюк П. Г., Часковський О. Г., Король М. М., Вицега Р. Р., 2012; Markham D., 2017). Так, для автоматизації процесу одержання даних, підвищення якості та інформативності робіт різними авторами рекомендується проводити подеревний облік рослин з використанням GPS-технологій для визначення їх координат та для геометричної прив'язки характерних точок місцевості (Zhang C., Zhou Y., Qiu F., 2015; Бідолах Д. І., 2018; Krause S., Sanders T., Mund J., Greve K., 2019 та ін.). Оптимальними для проведення такої GPS-інвентаризації, відповідно до переконань (Liang Z. et al., 2015; Krause S., Sanders T., Mund J., Greve K., 2019), є пристрої, що дають змогу отримувати інформацію у режимі реального часу з підвищеною точністю – RTK (Real Time Kinematic). Інші автори (Букша І. Ф., Букша В. П., Мешкова Т. С., Букша М. І., 2006; Хомюк П. Г., Часковський О. Г., Король М. М., Вицега Р. Р., 2012) пропонують використовувати польову геоінформаційну систему Field-Map для отримання, первинної обробки та зберігання інформації у польових умовах.

Багато досліджень (Миклуш С. І., 2008; Скоробогатько Н. Д., 2014; Муллаярова П. И., 2017; Degerickx J., Hermy M., Somers B., 2017; Markham D., 2017; Herrero-Huerta M., Lindenbergh R., Rodríguez-González P., 2018; Kirsch M. et al., 2018; Миронюк В. В., 2019; Бідолах Д. И., 2019 та ін.) направлено на вивчення можливостей використання неконтактних методів отримання інформації про стан зелених насаджень. До них можна віднести методи дистанційного зондування Землі, в тому числі матеріали космічної зйомки у видимому діапазоні, матеріали багатоспектрального сканування, оптичні системи Lidar Identification та лазерне сканування урбанізованих ландшафтів.

Перспективним напрямом розвитку процесу інвентаризації зелених насаджень є використання безпілотних літальних апаратів для дослідження урболандшафтів. У переважній більшості випадків дрони використовують для отримання тих же матеріалів дистанційного зондування Землі, що й при космічній чи аерофотозйомці. При цьому важливим фактором використання безпілотників є їх здатність надавати просторову та часову гнучкість для отримання картографічних даних, а також їх низьку вартість (Gülci S., 2019). Нині є низка напрацювань стосовно можливостей використання безпілотних літальних апаратів для дослідження параметрів деревних рослин, а також лісових і урболандшафтів. Зокрема дрони використовують для визначення розміщення дерев та кущів у просторі, вимірювання висот деревних рослин за хмарою точок (Krause S., Sanders T., Mund J., Greve K., 2019), оцінки кількості дерев і їх площі вкриття (Дайнеко Д. В., 2018; Gülci S., 2019), ідентифікації уражених та хворих рослин (Brovkina O., Cienciala E., Surovú P., Janata P., 2018) та інших завдань, які свідчать, що залучення сучасних безпілотників для дистанційного зондування зелених насаджень дає змогу удосконалити процес польових досліджень і моніторинг урболандшафтів (Обезинская Э. В., Кебекбаев А. Е., Либрик А. А., Крижановская Е. И., 2016).

Для уточнення, коригування та подальшого опрацювання матеріалів інвентаризації доцільно використовувати геоінформаційні системи (Tiede D., Hochleitner G., Blaschke T., 2005; Zhang C., Qiu F., 2012; Degerickx J., Hermy M., Somers B., 2017; Трубина Л. К., Николаева О. Н., Муллаярова П. И., 2017; Букша І. Ф. та ін., 2017; Бідолах Д. І., 2018 та ін.). Ці системи дають змогу надалі формувати геобазу просторових даних інвентаризації зелених насаджень зі збереженням їх атрибутивної інформації на існуючих картографічних матеріалах або на результатах дистанційного зондування земної поверхні (Zhang C., Zhou Y., Qiu F., 2015; Bidolakh D., Kuzjovych V., Ostapchuk O., 2018). Для автоматизації процесів зберігання та представлення інформації про стан урболандшафтів перспективним є впровадження сучасної інформаційно-картографічної системи на зразок провідних європейських держав (Матяшук Р. К. та ін., 2014; Бідолах Д. І., 2018). Багато дослідників сьогодні ставлять завдання розроблення відкритого Web-сервісу з використанням методів геоінформаційних технологій і даних дистанційного зондування Землі (Трубина Л. К., Баранова Е. И., Чагина Г. С., 2013; Алешин Р., Спивак И., Давыденко Е., Куликов В., 2014; Горяева Е. В., Мохирев А. П., 2015; Вагизов М. Р., Навалихин С. В., Баенгуев Б. А., 2017; Кузьменко М. Н., 2018; Муллаярова П. И., 2019). При цьому така система, згідно висновків (Бідолах Д. І., 2018), повинна підтримувати можливість внесення, коригування, актуалізації та видачі потрібної біометричної, просторової та статистичної інформації на підставі періодичних інвентаризації зелених насаджень в населених пунктах України. Використання подібної електронної системи за дослідженнями Л. К. Трубина, О. Н. Николаева, П. И. Муллаярова (2017) повинно створити основу для формування і функціонування також інших систем моніторингу і контролю зелених насаджень, а також оптимізувати заходи зі збереження існуючих та організації нових територій благоустрою.

Аналіз теоретичних засад оцінювання вартості зелених насаджень та їх екосистемних послуг засвідчив, що у сфері зеленого будівництва сьогодні немає чітко визначеної методики оцінки загальної вартості насаджень (Ситнік Т. М., 2014; Деркульський Р. Ю., 2018). Є напрацювання у сфері оцінювання окремих частин обчислення вартості зелених насаджень, відповідно науковці використовують різні відомі підходи: виходячи із вартості їх відновлення до стану виконання свого функціонального призначення (Вергун О. О., Тимошенко О. А., 2015); вартості компенсаційного озеленення з метою відновлення зелених насаджень на заміну знищених чи пошкоджених (Алешин Р., Спивак І., Давыденко Е., Куликов В., 2014; Горяева Е. В., Мохирев А. П., 2015); врахування корисностей, які продукують зелені насадження (Baró F., Naase D., Gómez-Baggethun E., Frantzeskaki N., 2015; Steenberg J., Millward A., Nowak D., Robinson P., 2017; Лукавенко Я., Деревська К., 2017; Прищепя А. М., 2019); застосування платежів за екосистемні послуги (Mohamed T. A., 2011; Sattler C. et al., 2013; Деркульський Р. Ю., 2018); використання сучасних систем автоматичного визначення вартості екосистемних послуг (Rogers K., Jaluzot A., 2015; Nowak D., Maco S., Binkley M., 2018) та ін. Наведені підходи до оцінювання вартості зелених насаджень та виконуваних ними екосистемних послуг дають підстави акцентувати увагу на цінності фітоландшафтів для урбоекосистем, обґрунтувати доцільність проведення заходів щодо збереження та розширення територій під озеленення для покращення екологічної безпеки та необхідність збільшення фінансування даних заходів як компенсацію за надані послуги. При цьому слід відзначити доцільність виконання подальших досліджень за даною тематикою для розроблення чіткого механізму обчислення вартості зелених насаджень.

Узагальнюючи вищенаведену інформацію, варто зауважити загальну тенденцію постійного розвитку напряму досліджень з вивчення теоретичних аспектів і прикладних можливостей залучення сучасних технологій та новітнього інструментарію для вдосконалення процесу впорядкування зелених насаджень. Проте, дані дослідження переважно мають фрагментарний характер та використовуються для удосконалення окремих аспектів процесу впорядкування лісових та міських насаджень. Тому, вважаємо за необхідне проведення подальших досліджень щодо можливостей їх систематизації та адаптації для потреби обліку зелених насаджень з метою розроблення системи теоретико-методологічних та технологічних засад їх впорядкування для населених пунктів України.

У другому розділі **«Теоретико-методологічні та методичні основи досліджень процесу інвентаризації та впорядкування зелених насаджень»** наведено обґрунтування методології інвентаризації та впорядкування зелених насаджень, висвітлено теоретико-прикладні аспекти проведення польових досліджень зелених насаджень з інтерпретацією їх результатів.

Розглядаючи методологію інвентаризації та впорядкування інформації щодо стану зелених насаджень в населених пунктах України, слід відзначити недостатній рівень її опрацювання. Система принципів наукових досліджень

у даній сфері базується переважно на комплексі технологічно застарілих правил і методів, а також характеризується низьким рівнем системно-діяльнісного підходу. Тому, питання комплексного поєднання системи сформованих сьогодні теоретичних знань із можливостями сучасних методів у розрізі цієї тематики дослідження відрізняється актуальністю та важливістю. Така постановка проблеми обумовлює необхідність детальнішого опрацювання методології пізнання, оцінювання, діагностики та прогнозування, моделювання і проєктування, а також керування та контролю за системою зелених насаджень.

Застосування системного підходу у процесі дослідження стану урболандшафтів створює умови для інтегрованого розгляду різних його аспектів, які перебувають в органічному поєднанні та спрямоване на дослідження складових, які забезпечують цілісність системи і типологію зв'язків у ній. Механізмом забезпечення системності даного процесу виступає база даних зелених насаджень, яка наповнюється у процесі виконання їх інвентаризації, опрацьовується у системі їх обліку, аналізується під час розроблення регулятивних заходів та підлягає контролю у процесі моніторингу урболандшафтів. При цьому сучасні комп'ютерні методи обробки інформації створюють умови для забезпечення технічної та технологічної підтримки системного підходу, реалізації процесів опрацювання, систематизації та обміну даними.

У ході вивчення методології впорядкування зелених насаджень розроблено структурно-логічну організаційну схему даного процесу, яка об'єднує послідовні етапи дослідження, а також їх методи та засоби діяльності у єдину циклічну систему (рис. 1). З цієї схеми випливає взаємопов'язаність кожного етапу системи впорядкування зелених насаджень через спільне використання інформації стосовно стану урболандшафтів та тісний взаємний вплив. Методологічна особливість даного системного підходу повинна сприяти підвищенню ефективності отриманих на першому етапі даних про стан зелених насаджень, які у подальшому опрацьовуються та доповнюються за кожним наступним етапом, що сприяє підтримці цілісності системи. При цьому кожен новий цикл досліджень урболандшафтів повинен починатися із використання інформації, одержаної за результатами попередніх робіт, що забезпечує циклічність даного процесу та створює умови для постійного моніторингу стану зелених насаджень, вивчення закономірностей їх розвитку та визначення причин змін їх стану.

Полеві дослідження зелених насаджень з метою їх упорядкування проводилися як відповідно до традиційної методики, так і з використанням сучасних методів та технологій для удосконалення цього процесу. Інвентаризація зелених насаджень традиційним способом проводилася у відповідності до чинної Інструкції («Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України», 2001 зі змінами 2007 і 2014 рр.).

Ця Інструкція рекомендує починати комплекс інвентаризаційних робіт зі зняття з наявних геодезичних, картографічних матеріалів копій планів об'єктів зеленого господарства. Для вдосконалення методики та уточнення цієї картографічної основи використовувалися актуальні матеріали дистанційного

зондування Землі, в тому числі зйомки з безпілотного літального апарата. Поєднання даних матеріалів з існуючими геодезичними планами і картами проводилося в геоінформаційних системах (ArcGIS 10 або QGIS 3) з метою підготовки картографічної основи для проведення польових досліджень з позначенням існуючих меж території. Надалі ця основа використовувалась для ведення абрису об'єкта та схеми інвентаризації з нанесенням робочих поміток.



Рис. 1. Організаційна схема системного підходу до процесу впорядкування зелених насаджень (ЗН – зелені насадження; ІЗН – інвентаризація зелених насаджень)

У процесі проведення польових робіт, згідно з рекомендаціями вищезгаданої Інструкції, збиралася інформація щодо розміщення та характеристик дерев, чагарників, живоплотів, бордюрів, квітників і газонів відповідно до відомостей їх обліку, наведених у додатку Інструкції. При цьому види деревних та чагарникових рослин встановлювали за визначником Н. М. Андронова (Андронов Н. М., Богданов П. Л., 1974). Таксономічний склад дендроценозів визначали методом маршрутних обстежень. При виконанні натурних обстежень зелених насаджень фітосанітарний стан деревних і кущових видів рослин оцінювали за зовнішніми морфологічними ознаками. При цьому візуально визначалося пошкодження та ураження листя. Фаутність дерев визначалася відповідно до загальноприйнятої методики окомірного визначення пошкодження та вад деревних і кущових рослин. До фаутних дерев відносилися дерева-двійчатки, розвилки, багатoverхівкові, сильно викривлені, з великими пасинками та з іншими вираженими вадами і пошкодженнями. Детальні обстеження зелених насаджень проводилися в два етапи: осінній та весняний. Для характеристики стану рослин, згідно методики, викладеної в Інструкції, проводилося визначення наступних біометричних показників: діаметр, вік

та висота дерев, а також стан їх життєвості (добрий, задовільний та незадовільний).

Для отримання значень за даними показниками застосовувалося як традиційне інструментальне забезпечення (висоту рослини визначали за допомогою висотоміра В. А. Анучина; діаметр вимірювали на висоті 1,3 м за допомогою мірної вилки; параметри горизонтальної проекції крони заміряли рулеткою у вісьмох напрямках), так і сучасне – лазерні висотоміри та далекоміри, електронні тахеометри, пристрій глобального позиціонування Garmin GPS Map 64S, квадрокоптер DJI Phantom 4 та матеріали космічної зйомки для дистанційного дослідження об'єктів благоустрою. Висоти деревних і кущових рослин, які були доступні для проведення вимірів з квадрокоптера, визначалися за розробленою та запатентованою методикою (Бідолах та ін., 2017). Інформацію про місце розташування кожного дерева отримували за допомогою GPS-приймачів з наступним її коригуванням за матеріалами дистанційного зондування Землі, що доступні для відкритого користування на геопорталах, а також отриманих за допомогою квадрокоптера DJI Phantom 4 у ГІС ArcGis 10 або QGIS 3.

Для потреби розрахунку вартості екосистемних послуг у напрямі визначення киснепродуктивності дерев, згідно загальноприйнятих методів та методики кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України (Лакида П. І., 2002), розраховувалися показники приросту фітомаси, депонування вуглецю, акумулювання енергії та продукування кисню для деревних і кущових рослин. З метою одержання наведених даних для деревної і кущової рослинності безпосередньо вимірювали висоту рослин, діаметри стовбурів (стебел) на висоті 1,3 м, висоту розміщення першої живої гілки та здійснювали фотографування кожного об'єкта таксації (Бідолах Д. І., Білоус А. М., 2018). Окрім того, у дерев-відповідників визначали радіальний приріст стовбурів. На основі результатів таксації та нормативно-довідкових матеріалів здійснювалося визначення об'єму стовбурів, відсотку поточного приросту фітомаси з наступним оцінюванням поточного приросту вуглецю та киснепродуктивності за методикою (Чесноков Н. И., Долгошеев В. М., 1978) для встановлення щорічних користностей, які продукують рослини на даному об'єкті.

У процесі інвентаризації та оцінки стану газонних покриттів види бур'янів та газоноутворюючої рослинності визначали за визначником («Определитель высших растений Украины», 1987). Оцінку загальної декоративності газонів проводили за 5-бальною системою відповідної шкали (Лаптев А. А., 1986). Для прискорення процесу визначення площ, вкритих газонами, квітниками та твердим покриттям використовувалися методи дистанційного зондування Землі із застосуванням зйомки з безпілотного літального апарата та інтерпретацією результатів у середовищі ArcGis 10.2 згідно розробленої методики (Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., Бідолах Д. І., 2020). Процес інтерпретації результатів включав фотограмметричну обробку матеріалів зйомки за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (Agisoft PhotoScan) та власне інтерпретації картографічного матеріалу за допомогою

геоінформаційних систем ArcGis 10.2. Для підвищення точності отриманих матеріалів здійснювалося зовнішнє орієнтування знімків за попередньо закріпленими добре видимими на знімках точками з відомими координатами.

Для потреби дистанційного моніторингу об'єктів садово-паркового господарства також застосовувалися методи дистанційного зондування Землі з використанням безпілотного літального апарату для планової ортогональної аерофотозйомки зелених насаджень та садово-паркових об'єктів з висоти 100 м, відповідно до попередньо спланованого маршруту згідно запатентованої методики (Бідолах Д. І., Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., 2020). За результатами чого отримано ортофотоплан для обстеження дослідних територій із деталізацією об'єктів до 0,5 см/піксель, який інтерпретувався у геоінформаційних системах. Частина зелених насаджень (загущена лісопаркова зона) обліковувалася повидільним способом. При цьому по кожному ландшафтному виділу визначалися наступні характеристики: тип ландшафту, клас естетичної оцінки і рекреаційної стійкості, дигресія насаджень, прохідність, проглядність та категорії рекреаційної оцінки (Кучерявий В. П., Дудин Р. Б., Левусь Т. М., 2010).

Опрацювання теоретико-методологічних та методичних основ досліджень процесу впорядкування зелених насаджень дало змогу сформулювати окремі узагальнення, а саме – дослідження урболандшафтів з метою їх упорядкування повинно проводитися за удосконаленою з використанням можливостей сучасних методів, технологією традиційної методики. Залучення до цього процесу сучасного інструментарію (лазерні висотоміри і далекоміри, електронні тахеометри, пристрої глобального позиціонування, безпілотні літальні апарати та методи дистанційного зондування Землі) дає змогу полегшити, прискорити та підвищити точність результатів польових досліджень у процесі інвентаризації зелених насаджень. Використання актуальних матеріалів дистанційного знімання з високою роздільною здатністю у процесі впорядкування зелених насаджень створює умови для полегшення процесу актуалізації картографічних матеріалів перед проведенням польових робіт, служить якісним абрисом для ведення обліку рослин та достовірною растровою основою для майбутньої електронної карти зелених насаджень. Залучення безпілотників для удосконалення процесу аерофотозйомки об'єктів благоустрою дає змогу оперативно одержати якісні матеріали дистанційного зондування Землі згідно запланованого оператором маршруту у визначений час і з мінімізацією витрат.

Сучасне програмне забезпечення створює умови для автоматизації радіометричної та геометричної корекції матеріалів дистанційного зондування Землі, в т. ч. одержаних за допомогою безпілотних літальних апаратів. Це, у свою чергу, дозволяє виконавцям самостійно забезпечувати процес одержання актуальних, якісних та достовірних картографічних матеріалів, практично без необхідності залучення фахівців з геодезії та фотограмметрії. Використання геоінформаційних систем для інтерпретації результатів польових досліджень і матеріалів дистанційного зондування дає змогу інтегрувати вхідні дані в єдину цифрову геопросторову систему з розширенням можливостей опрацювання, систематизації, аналізу, зберігання та виведення інформації стосовно стану

урболандшафтів. Такий підхід суттєво полегшує процес одержання вихідного картографічного матеріалу, електронних карт, паспортів для об'єктів зеленого господарства, створення реєстрів зелених насаджень та ведення системи їх впорядкування.

Створена з використанням сучасних технологій геоінформаційна база даних зелених насаджень забезпечує умови для її подальшого опрацювання у системах автоматизованого проєктування та комп'ютерних програмах ландшафтно-архітектурного проєктування. Такий підхід відкриває нові можливості для вдосконалення процесу обробки і моделювання даних, тривимірної візуалізації та демонстрації змін ландшафтів, а також інших способів її використання. Вищезгадані теоретико-методологічні та методичні основи покращення процесу дослідження урболандшафтів потребують розроблення комплексу заходів щодо їх інтеграції в єдину електронну систему впорядкування зелених насаджень та апробації в умовах населених пунктів України.

У третьому розділі **«Природно-кліматичні умови та експериментальна база дослідження»** проаналізовано вплив географічних умов розташування території України на процес впорядкування зелених насаджень, наведено загальну характеристику експериментального матеріалу із аналізом кількісних і якісних показників зелених насаджень.

Дослідження особливостей впливу природно-кліматичних умов розташування зелених насаджень на процес їх інвентаризації та впорядкування засвідчили, що даний фактор слід враховувати під час впорядкування урболандшафтів, особливо на етапі розроблення проєктних пропозицій, реконструктивних заходів та обґрунтування рішень щодо покращення їх стану. Проте, рельєф, кліматичні та ґрунтові умови об'єктів садово-паркового господарства не спричиняють прямого впливу безпосередньо на процес інвентаризації, обліку стану та ведення системи впорядкування урболандшафтів. Тому, розгляд експериментального матеріалу проведено не в розрізі різних природно-кліматичних умов, а в контексті видів зелених насаджень, згідно з їх класифікацією («Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України», 2006)

Експериментальну основу дослідження склали матеріали, що зібрані на 28 об'єктах благоустрою із загальною площею більше 174 га, де, згідно з результатами проведення інвентаризації зелених насаджень, обліковано 27182 деревних і кущових рослин (табл. 1). В ході опрацювання матеріалів розроблено 11 проєктів реконструкції, благоустрою, утримання та організації території для об'єктів дослідження загальним обсягом 1648 сторінок, а також ряд рекомендацій щодо встановлення відновної вартості зелених насаджень, які рекомендовано до впровадження на території західного регіону України. У процесі підготовки вищезгаданих проєктів використано удосконалену здобувачем методику проведення інвентаризації урболандшафтів, запропоновані автором способи інтерпретації отриманих польових матеріалів за допомогою геоінформаційних систем, сучасних комп'ютерних програм та систем

автоматизованого проєктування. Для покращення якості підготовки кошторисів за даними проєктами використано можливості програмних комплексів для автоматизованих випусків кошторисної та ресурсної вартісної документації з метою прискорення, актуалізації та стандартизації випуску даної документації. Для всіх об'єктів дослідження за матеріалами інвентаризації зелених насаджень створено тривимірні моделі території з метою подальшого їх використання для розробки проєктів благоустрою та озеленення.

Таблиця 1

Загальні відомості про експериментальну базу дослідження

Показник	Вид зелених насаджень		
	загального користування	обмеженого користування	спеціального призначення
Перелік об'єктів дослідження	парки, сквери, гідропарки, лісопарки, лугопарки	житлові райони, заклади охорони здоров'я, території закладів освіти та інші зелені насадження з обмеженим доступом	зелені насадження санітарно-захисних зон, розсадників, кладовищ, посадки вздовж вулиць, пришляхові насадження в межах населених пунктів
Порядкові номери об'єктів	1, 2, 3, 5, 9, 10, 13, 17, 20, 23	4, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 18, 22, 24	14, 19, 21, 25, 26, 27, 28
Загальна площа, га	37,83	81,58	54,806
Сумарна кількість деревних і кущових рослин за даними інвентаризації, рослин	6032	14873	6277

Водночас труднощі класифікації окремих об'єктів дослідження, які виникли у процесі визначення приналежності окремих з них до перелічених категорій спонукали до прийняття рішення стосовно застосування принципу верховенства призначення або використання зелених насаджень із внесенням відповідних змін до цієї класифікації. За таких умов об'єкти природно-заповідного фонду віднесено до насаджень обмеженого користування з огляду відсутності можливості їх відвідування на правах загального використання. Такий підхід, за умови визначення основного призначення урболандшафтів, дасть змогу уникнути суб'єктивності трактувань даної класифікації та створить надалі умови для спрощення її використання.

Аналіз стану зелених насаджень на території об'єктів дослідження дав змогу зробити висновки про кращий стан об'єктів, які знаходяться у відомчому підпорядкуванні невеликих балансоутримувачів (у т. ч. приватних організацій), порівняно з тими, що перебувають на балансі місцевих органів влади або підпорядкованих їм комунальних підприємств. Аналіз зелених насаджень за їх категоріями свідчить, що, в цілому, характер розподілу якісного стану для всіх категорій подібний. Проте, дещо кращими показниками характеризуються насадження спеціального призначення (на 6 % менше насаджень,

що перебувають у незадовільному якісному стані), що є наслідком проведення регулярних заходів з догляду за ними, зважаючи на необхідність виконання екологічних функцій. Насадження на територіях, основним призначенням яких є рекреація, характеризуються більшою кількістю деревних і кущових рослин, які мають незадовільний якісний стан, що є не лише негативним явищем з точки зору естетичності території, але й може нести загрозу для відвідувачів.

Аналіз якісних та кількісних показників дендрофлори дав змогу визначити середні узагальнені значення основних її параметрів. Зокрема: кількість деревної і кущової рослинності на території збору експериментального матеріалу складає $523 \text{ росл. (га)}^{-1}$, за якісними показниками відмічено, що 30,8 % з них перебувають у доброму стані, 50,2 % – у задовільному і 20,5 % – у незадовільному, при цьому середня частка деревних і кущових рослин, які потребуютьвилучення, склала 21,2 %. Перевищення даного показника частки зелених насаджень, які перебувають у незадовільному стані, пояснюється необхідністю знесення ряду рослин, які через окремі параметри не можуть залишатись на місці, хоча за своїм якісним станом не потребуютьвилучення. Всі досліджені урболандшафти потребують проведення регулярних заходів щодо їх упорядкування. За результатами проведеного дослідження запропоновано регулятивні заходи з покращення стану зелених насаджень на об'єктах дослідження із підготовкою узагальнених рекомендацій щодо їх складу.

У четвертому розділі **«Інвентаризація зелених насаджень як основа для їх впорядкування в населених пунктах України»** обґрунтовано технологію проведення інвентаризації зелених насаджень з використанням сучасних технологічних рішень та наведено результати її апробації.

Аналіз методичної частини процесу інвентаризації зелених насаджень, викладеної у вищезгаданій Інструкції, свідчить про використання методів подібних до інвентаризації об'єктів нерухомого майна. Проте такий підхід є невиправданий з точки зору об'єкта, на який спрямований даний процес. Адже зелені насадження є живими організмами, які перебувають у складних процесах взаємовпливу та взаємодії між собою та екосистемою, де вони зростають. Тому для їх інвентаризації потрібні інші підходи, які враховують дану специфіку та здатні адекватно оцінювати стан рослинності в контексті їх участі у формуванні урбофітоценозів.

До того ж, з часу розроблення методики інвентаризації зелених насаджень для населених пунктів України вже минуло майже два десятки років. За цей час змін зазнали як інструментальне забезпечення та методи отримання даних, так і способи обробки, зберігання та представлення отриманої інформації. Тому існуюча методика інвентаризації зелених насаджень потребує вдосконалення та приведення до вимог сьогодення. За таких обставин стає очевидною необхідність залучення можливостей таких методів досліджень, як використання дистанційного зондування Землі, застосування сучасного інструментарію для таксації зелених насаджень, геоінформаційних систем, новітніх геодезичних приладів, пристроїв для глобального позиціонування (GPS) та інших передових технічних рішень.

Виходячи із вищенаведеного, розроблено підходи щодо вдосконалення технології інвентаризації зелених насаджень та здійснено перевірку і адаптацію можливостей застосування сучасних технологій для даного процесу на прикладі об'єктів благоустрою в населених пунктах України. Ці методичні пропозиції, з метою запровадження системного підходу в методологію дослідження, структуровано за етапами проведення робіт для детальнішого їх аналізу. Водночас їх розгляд проводиться у контексті інтеграції в єдину систему впорядкування зелених насаджень з метою синтезу даних методів. Запропоновану технологію удосконалення інвентаризації урболандшафтів апробовано на території об'єктів дослідження у різних інтерпретаціях поєднання методів існуючої методики із запропонованими підходами залучення можливостей сучасних технологій для даного процесу. Одержані результати дали змогу визначити основні переваги та недоліки вищезгаданих способів і методів, а також сформулювати висновки відносно формування оптимальної схеми поєднання цих підходів в одну систему.

Зокрема, відзначено недоцільність застосування GPS-приймачів, що працюють у режимі RTK, для дослідження деревостанів через суттєве зниження точності та ускладнення їх використання під наметом дерев. Такі прилади доречно застосовувати для потреб обліку газонів, квітників та інших зелених насаджень в умовах відкритих ландшафтів. Для інвентаризації деревних і кущових рослин в умовах загущеного деревостану сьогодні достатньо використовувати звичайні GPS-приймачі з підсиленням сигналу, які дають змогу швидше отримувати результати та є мобільнішими для переміщення. Для підвищення точності результатів таких приладів, пропонується коригування точок GPS-інвентаризації за матеріалами дистанційного зондування Землі з високою роздільною здатністю.

Порівняльний аналіз використання матеріалів дистанційного зондування Землі різної роздільної здатності засвідчив, що ортофотоплан за матеріалами зйомки з безпілотного літального апарата надає кращу деталізацію відображення дорожньо-стежкової мережі, контурів будівель, місць розташування дерев та малих архітектурних форм, вищу інформативність і простіший процес визначення меж елементів за ним у порівнянні з безкоштовним супутниковим знімком середньої роздільної здатності. У контексті дослідження можливостей використання методів дистанційного зондування Землі для удосконалення процесу інвентаризації зелених насаджень проведено також низку досліджень стосовно залучення переваг безпілотного літального апарата для вимірювання параметрів зелених насаджень. На підставі проведеного дослідження отримано патенти на корисні моделі «Спосіб вимірювання висоти дерев і чагарників» (Бідолах Д. І., Кузьович В. С., Білоус А. М., 2017), «Спосіб вимірювання горизонтальної проекції крон дерев і чагарників» (Бідолах Д. І., Кузьович В. С., Білоус А. М., 2018) та «Спосіб визначення горизонтальної зімкнутості деревостану» (Бідолах Д. І., Кузьович В. С., Білоус А. М., 2019). Запропоновані підходи дали змогу якісно визначати висоти і параметри горизонтальних проекцій крон дерев та кущів, а також зімкнутості деревостану, що створює

умови для нівелювання більшості недоліків традиційної методики. Проте ці підходи потребують кваліфікованих виконавців.

У розрізі дослідження елементів благоустрою і озеленення за матеріалами зйомки з безпілотного літального апарату опрацьовано також методику побудови картографічного матеріалу за результатами класифікації ортофотоплану і обчислення балансу території. Такий підхід дав змогу розробити патент на корисну модель «Спосіб дистанційного моніторингу об'єктів садово-паркового господарства» (Бідолах Д. І., Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., 2020). Крім того, зважаючи на присутність зв'язку спектральних властивостей газонів із їх якісним станом, запропоновано методику визначення стану газонів разом із обчисленням їх площ. За результатами проведених досліджень отримано патент на корисну модель «Спосіб оцінки стану газонного покриття» (Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., Бідолах Д. І., 2020), згідно з яким запропоновано підхід для визначення трьох станів газонного покриття за спектральними характеристиками сукупності листових пластинок газонних трав. Аналіз стану газонів, проведений за вищезгаданою методикою, засвідчив, що більше половини трав'яного покриття на дослідних ділянках перебувало у незадовільному стані на момент виконання зйомки. Водночас для всіх ділянок характерний кращий стан газонних покриттів, які розташовані в безпосередній близькості до квітників та твердих покриттів, що можна пояснити кращим поливом даних елементів та стоком дощових вод з дорожнього полотна. Зважаючи на недоліки існуючого способу оцінки газонних покриттів (Лаптев А. А., 1986), які полягають в суб'єктивності окомірного підходу та неможливості його застосування для великих площ, запропонований підхід дає змогу усунути їх разом із забезпеченням підвищення точності та оперативності планувальних робіт. За цих обставин з'являється можливість здійснювати ефективний моніторинг стану газонних покриттів великих площ на території населених місць.

Для підвищення автоматизації, оперативності та якості опрацювання матеріалів, що одержані під час польового етапу проведення інвентаризації зелених насаджень, доцільно використовувати можливості сучасних геоінформаційних систем, які здатні охоплювати весь спектр вхідної інформації, поєднувати їх в одну геоінформаційну базу даних, яка дає змогу вести облік урболандшафтів та розробляти систему заходів щодо їх впорядкування (рис. 2). Процес дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі у геоінформаційній системі може виконуватися як в ручному, так і в напів-автоматичному режимі. Перший спосіб включає візуальне розпізнавання характерних особливостей просторової неоднорідності на знімках із оцифруванням її геометрії.

Таким чином, для потреб впорядкування зелених насаджень можливо дешифрувати межі території, виокремлювати ділянки для повідільної таксації, класифікувати типи і види ландшафтів, отримати параметри розташування та горизонтальних проєкцій крон рослин тощо.

Водночас засоби оперування різними шарами інформації в геоінформаційних системах (дані топології, орографії, гідрології, інженерних

мереж тощо) значно розширюють можливості щодо покращення якості дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі. Напівавтоматичний режим дає змогу полегшити роботу виконавців, але потребує підвищення рівня їх кваліфікації та забезпечення достовірності результатів шляхом перевірки і, в окремих випадках, натурального співставлення та корекцій. До таких способів відноситься керована і некерована класифікація матеріалів дистанційного зондування Землі в геоінформаційних системах, яка була використана в даному дослідженні, для спрощення процесу їх дешифрування та усунення суб'єктивізму. Співставлення підсумків достовірності різних класифікацій відносно оцифрування території наведено у вигляді матриці порівняння (табл. 2).



Рис. 2. Схема організації інформаційних потоків у системі впорядкування зелених насаджень за допомогою геоінформаційних систем (ЗН – зелені насадження, БПЛА – безпілотний літальний апарат)

За результатами аналізу достовірності автоматичного розпізнавання класів за різними алгоритмами можна зробити висновки, що програмне дешифрування площ за матеріалами дистанційного зондування Землі дає змогу отримувати інформацію, яку можна використовувати для автоматизованого визначення балансу території. За такої умови, рекомендовано використовувати некеровану кластеризацію з поділом на велику кількість класів для їх групування за візуальним дешифруванням або керовану класифікацію. Такий підхід дає найкращі результати для зелених насаджень, зважаючи на доступність їх індикації за матеріалами дистанційного зондування Землі.

Достовірність класифікації категорій відносно результатів оцифрування

Назва категорії	% вірно класифікованих пікселів, за даними класифікації:			
	некерованої, за:			керованої
	6 класами	10 класами	20 класами	
Дорожньо-стежкова мережа (тверде покриття)	49,7	46,1	58,3	47,3
Ґрунтове покриття	22,5	45,9	33,3	69,3
Деревна і кущова рослинність	97,5	26,7	98,0	87,3
Газон	81,7	78,3	65,3	76,5
Інший тип покриття	–	19,7	52,9	25,5

Водночас елементи, які можуть прикриватись кронами рослин (дорожньо-стежкова мережа, будівлі і споруди, ґрунтові вкриття тощо) краще дешифрувати за результатами зйомок, що проводилися поза межами вегетаційного періоду. Також варто зазначити, що застосування для дешифрування категорій складніших алгоритмів класифікацій можуть дати кращу достовірність, проте затрати часу та складність їх проведення не завжди є обґрунтованими в даному випадку.

Підсумовуючи вищенаведене, можна зробити висновки про можливість проведення класифікації паркових ландшафтів на вкриті та неvkриті рослинністю території, виокремлювати дорожньо-стежкову мережу, дешифрувати будівлі, споруди, малі архітектурні форми, ґрунтове вкриття та інші елементи. Також використання знімків високої роздільної здатності створює умови для виокремлення в ручному режимі оцифрування різних типів зелених насаджень: деревна, кущова рослинність, газони, трав'яні покриви, а також території, вкриті квітковою рослинністю. Для підвищення точності результатів пропонується виконувати класифікацію за більшою кількістю кластерів (залежно від діапазону спектральних характеристик території) з наступним їх об'єднанням до спільних категорій за результатами візуального дешифрування. Для покращення якості матеріалів дистанційного зондування Землі в даних цілях рекомендується використовувати високоточні знімки, що одержані у час найменших довжин тіней та мінімальної кількості інших об'єктів, які не є частиною даного ландшафту (відвідувачі, транспорт тощо).

У п'ятому розділі «**Технологічні засади впорядкування зелених насаджень**» наведено обґрунтування системи впорядкування урболандшафтів, опрацьовано принципи формування геоінформаційної моделі даних зелених насаджень із моделюванням їх просторової організації, а також розроблено концепцію електронної системи впорядкування зелених насаджень.

Аналіз сучасного стану та тенденцій процесу впорядкування зелених насаджень засвідчив їх розвиток у напрямі використання сучасних комп'ютерних технологій та новітніх методів отримання інформації. Тому, для підвищення ефективності впорядкування урболандшафтів у населених пунктах України, потрібне розроблення діяльної системи, яка здатна забезпечити необхідні умови для життєдіяльності зелених насаджень відповідно до вимог сталого розвитку із підтримкою їх функціонального стану на належному рівні.

На початковому етапі створення геоінформаційної бази даних зелених насаджень розроблено концептуальну модель даних. Для потреб впорядкування урболандшафтів пропонується архітектура геоінформаційних тематичних рівнів, яка наведена на рис. 3, починаючи з базових шарів даних до елементів компоновки карт.

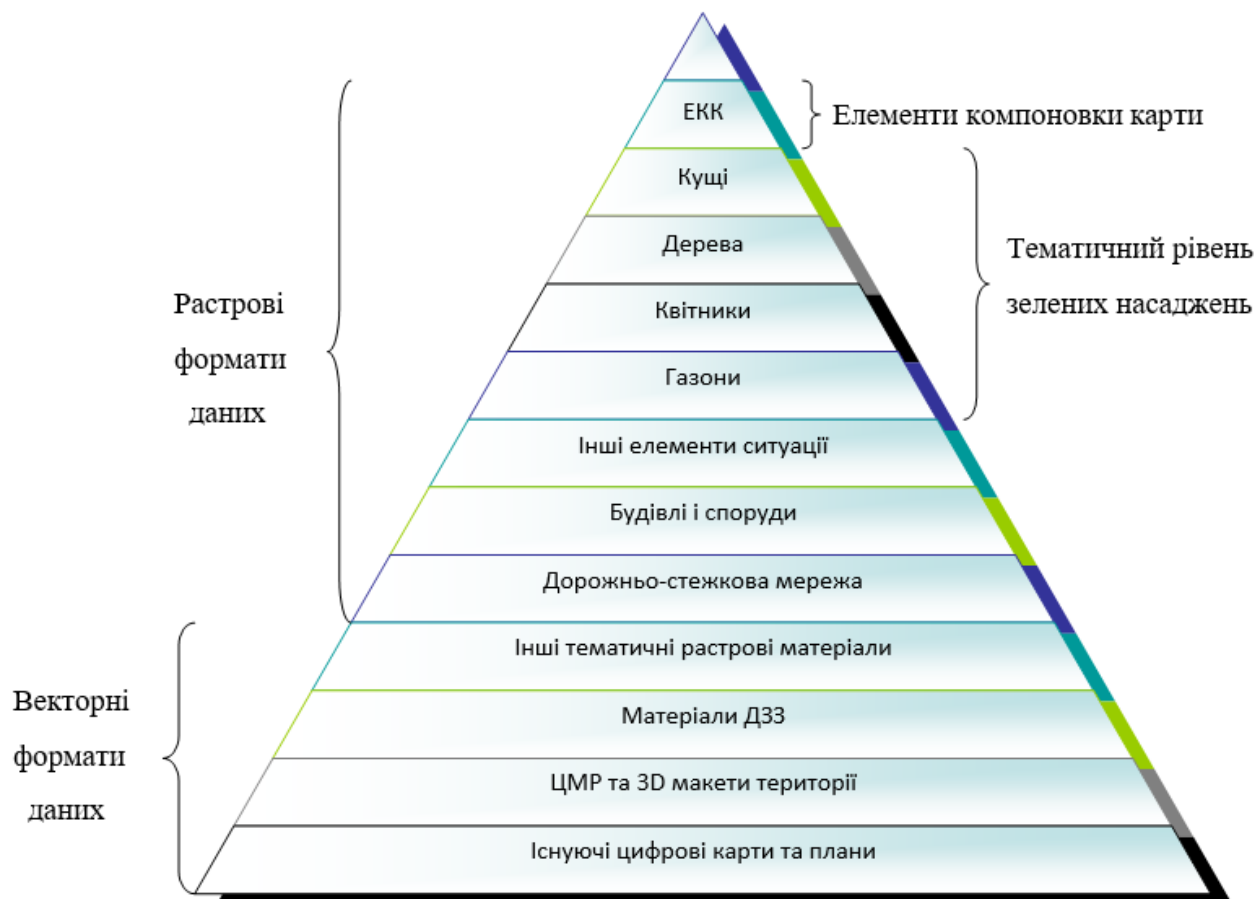


Рис. 3. Архітектура тематичних шарів інформації для геоінформаційної бази даних зелених насаджень (ЦМР – цифрова модель рельєфу)

Запропонована структура тематичних шарів дає змогу компанувати їх у довільному поєднанні, оперувати ними відповідно до завдань, які ставляться у процесі впорядкування зелених насаджень, та забезпечувати просторове представлення потрібного аспекту наявної у базі даних інформації (рис. 4). Структура даних подібних моделей, завдяки використанню засобів обробки інформації геоінформаційних систем, дає змогу проводити різні обчислення, фільтрування (рис. 5), геометричні перетворення та інші операції за потрібними параметрами всередині кожного тематичного шару.

Запропонований підхід до формування геоінформаційної моделі даних зелених насаджень в населених пунктах України, на прикладі використаних у даній роботі об'єктів досліджень, дав змогу опрацювати теоретичні та практичні аспекти даного процесу, а також провести перевірку можливості поєднання різних типів і видів даних в єдину взаємопов'язану систему.

У процесі виконання дисертаційного дослідження також виявлено необхідність розроблення спеціалізованої геоінформаційної системи для

якісного поєднання використаних у даному підході методів за допомогою сучасних інформаційних технологій. Такий підхід дасть змогу провести фокусування орієнтури роботи цієї системи у напрямі, що відповідає основним завданням впорядкування зелених насаджень.

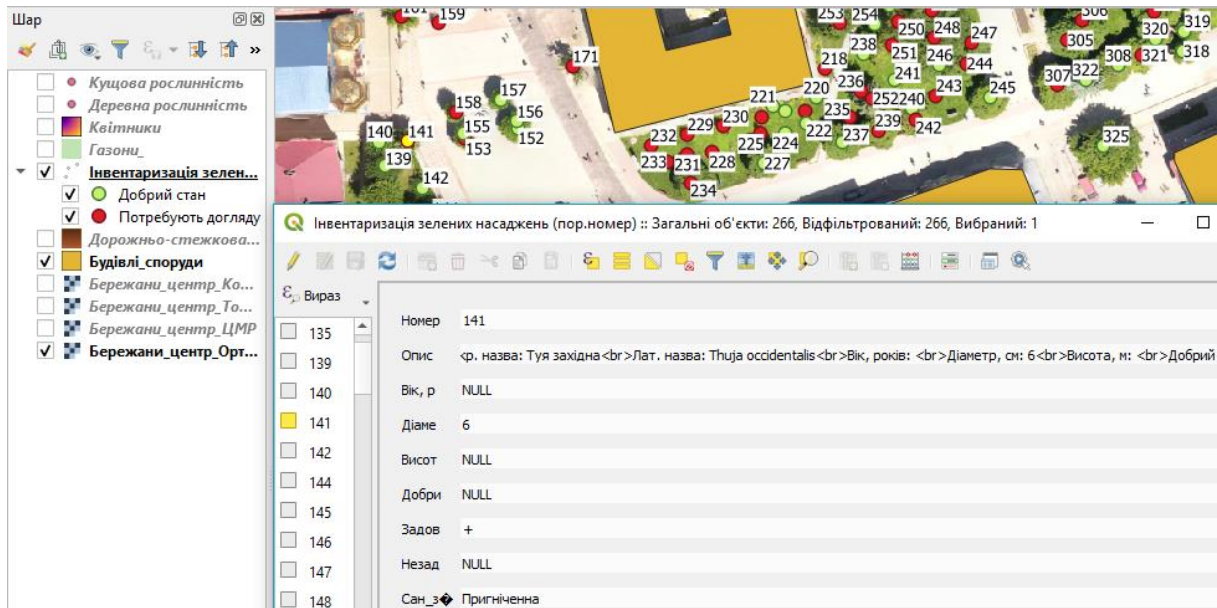


Рис. 4. Просторове представлення системи впорядкування зелених насаджень з атрибутивною таблицею даних у геоінформаційній системі QGIS

СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ
деречно-чагарникових рослин, що потребують догляду за результатами інвентаризації
центральної частини міста Березани Тернопільської обл.

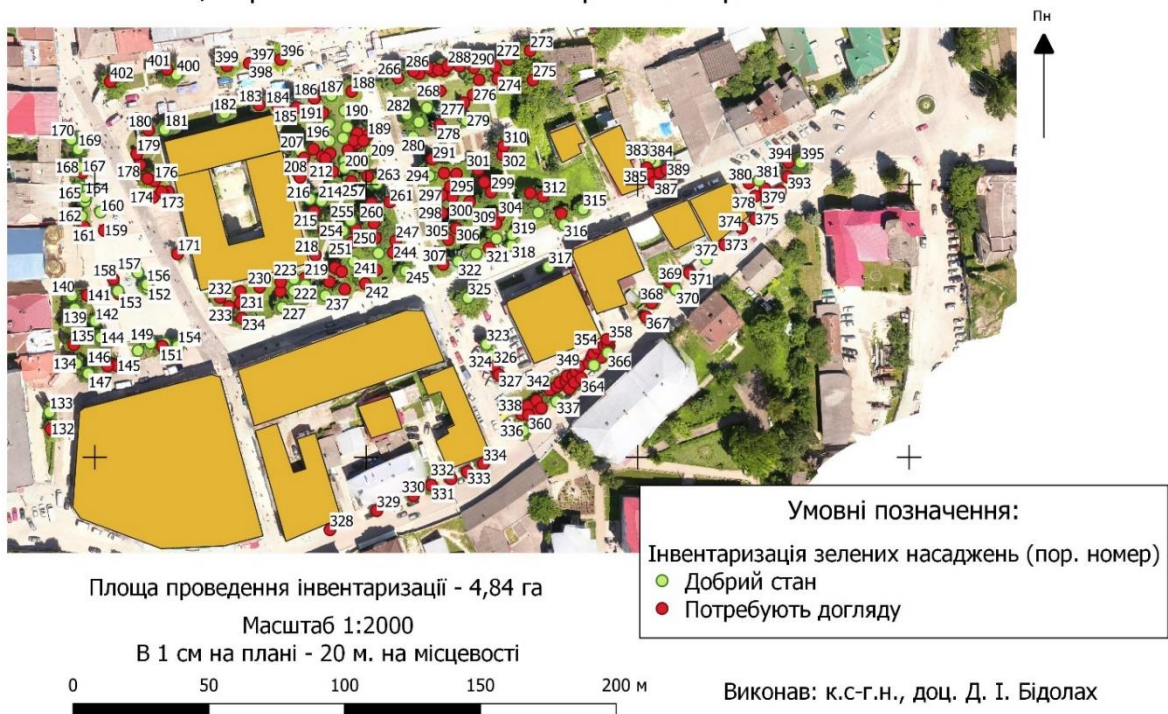


Рис. 5. Результати сортування даних геоінформаційної системи впорядкування зелених насаджень за необхідністю проведення доглядів для деревної і кущової рослинності у QGIS

Етап геометричного моделювання зелених насаджень разом із формуванням моделі ландшафту, в якому вони функціонують, складається з послідовних процесів опису, опрацювання і збереження геометричних властивостей кожного об'єкта. За таких умов кожному вектору, який може бути представлений точками, полілініями, полігонами та іншими складнішими моделями у тривимірному просторі, присвоюється відповідна атрибутивна інформація. Такий підхід дає змогу надалі проводити аналіз існуючого стану урболандшафтів, моделювати їх зміни, проводити групування, сортування інформації та формувати спеціальні запити. Для геометричного моделювання зелених насаджень використовується наявна в базі даних інформація стосовно номінальних (видові назви), ординарних (якісний стан) та метричних (атрибутивна інформація, яка піддається вимірюванню) параметрів рослин.

Опрацювання можливостей геометричного моделювання зелених насаджень в геоінформаційних системах і спеціалізованих програмах для ландшафтно-архітектурного проєктування засвідчило кращу пристосованість останніх саме для тривимірної візуалізації простору. Водночас геоінформаційні системи містять якісніші засоби обробки просторових даних. За таких обставин виникає очевидний висновок стосовно доцільності розроблення нового програмного продукту, що міститиме модуль тривимірної візуалізації простору спеціалізованих програм і засоби обробки просторових даних геоінформаційних систем для потреб впорядкування зелених насаджень. Виявлено, що у контексті досягнення єдиної цілі покращення стану урболандшафтів окремі етапи процесу одержання, зберігання, обробки, аналізу та представлення інформації стосовно стану урболандшафтів не можуть досліджуватися як самостійні процеси. Тому їх доречно розглядати як важливі структурні елементи взаємопов'язаної системи впорядкування зелених насаджень із врахуванням особливостей їх використання у всіх процесах даного комплексу робіт.

Водночас опрацювання теоретичних та технологічних підходів щодо формування електронної системи впорядкування зелених насаджень для населених пунктів України з використанням сучасних можливостей дало змогу вивчити існуючі передумови формування такої системи, дослідити можливості використання в ній сучасних комп'ютерних технологій і новітніх методів отримання інформації, розробити схему її організаційної структури (рис. 6), а також визначити основні вимоги до неї та обґрунтувати її базові принципи. На основі переліченого розроблено пропозиції щодо удосконалення системи впорядкування зелених насаджень для населених пунктів України.

Для візуалізації прототипу електронної системи впорядкування зелених насаджень створено інтерактивну електронну карту за базою геопросторових даних для ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України у м. Києві, що дало змогу звичайним користувачам ознайомлюватися із видовим різноманіттям зелених насаджень за допомогою звичайного смартфона, який має доступ до мережі Інтернет (рис. 7). Використання засобів опрацювання даних системи Google MyMaps для оперування інформацією, що внесена у базу даних програми, створює також

можливості проводити фільтрування, сортування, редагування та візуалізацію на карті атрибутивної інформації відповідно до запитів користувача.



Рис. 6. Схема організаційної структури електронної системи впорядкування зелених насаджень

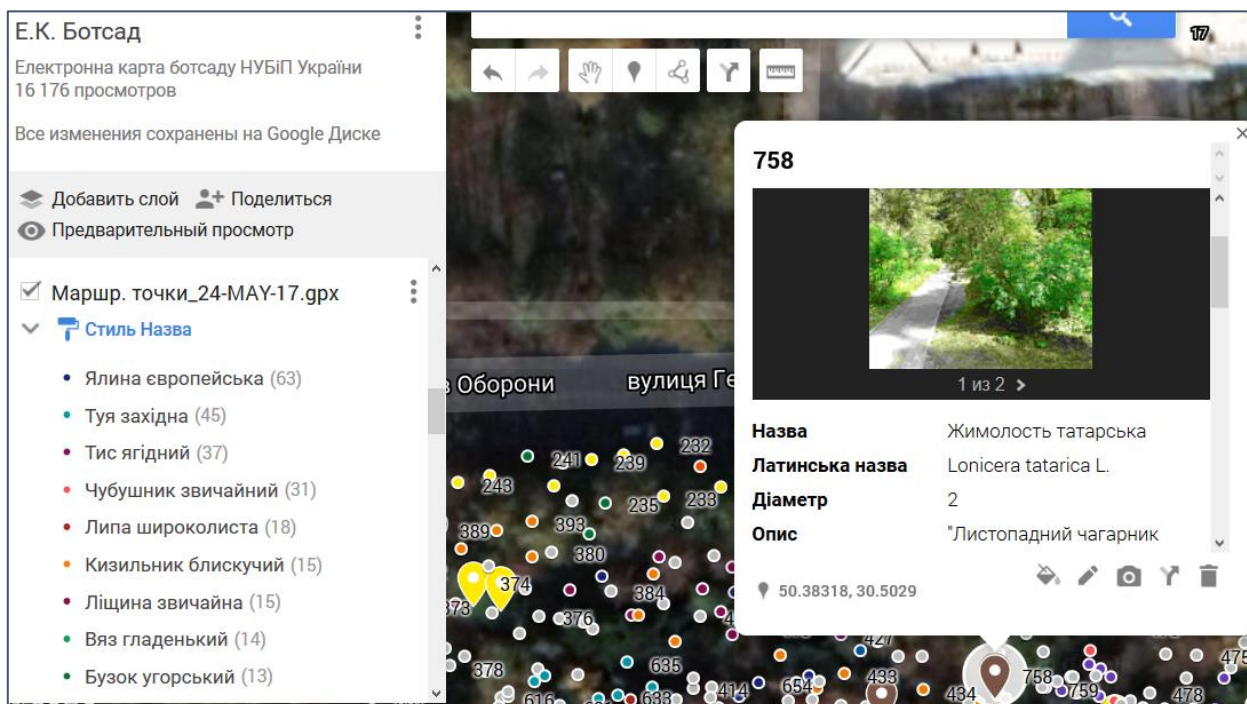


Рис. 7. Інтерфейс перегляду інформації електронної карти ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

Для підтвердження функціональності запропонованої схеми організаційної структури електронної системи впорядкування зелених насаджень опрацьовано можливості реалізації окремих компонентів даної системи засобами існуючого інструментарію, зокрема залученням можливостей геоінформаційних систем, Web-ресурсів візуалізації просторової інформації, систем керування базами даних та автоматизованого проєктування, а також сучасних комп'ютерних програм для ландшафтно-архітектурного моделювання. В результаті проведеного дослідження сформульовано висновок щодо доцільності розроблення нового програмного продукту для об'єднання переваг вищенаведеного інструментарію в єдину взаємопов'язану систему відповідно до концепції та вимог, що опрацьовані в даному розділі.

У шостому розділі «**Прикладні рішення щодо впорядкування зелених насаджень в населених пунктах України**» опрацьовано особливості впорядкування зелених насаджень, що обумовлені їх специфікою, наведено можливості виконання моніторингу урболандшафтів в розрізі їх упорядкування, проаналізовано способи автоматизації ведення документації та оцінювання вартості зелених насаджень.

Узагальнення теоретичних основ та практичних напрацювань у сфері інвентаризації та впорядкування зелених насаджень дало змогу сформулювати особливості проведення цих заходів у насадженнях загального, обмеженого користування і спеціального призначення, виходячи із їх специфіки, що обумовлено функціональним призначенням, рекреаційним навантаженням, особливостями розташування та іншими властивостями. Водночас виявлено несприятливі чинники, що мають негативний вплив на ріст і розвиток зелених насаджень різних категорій, та шляхи їх усунення.

Для потреб моніторингу урболандшафтів опрацьовано концепцію розвитку геоінформаційного моніторингу стану зелених насаджень за принципом багаторівневості та мультифункціональності. Водночас розроблено структурну схему принципу роботи електронної системи моніторингу урболандшафтів із опрацюванням територіальних і часових рівнів, а також методів і способів його проведення, відповідальність виконавців та сфери застосування одержаної інформації (рис. 8). Проведене дослідження свідчить про доцільність впровадження регулярного моніторингу стану зелених насаджень у комплексному поєднанні із системою їх інвентаризації та впорядкування на загальнодержавному рівні для забезпечення даними щодо стану урболандшафтів національної і міжнародної інформаційних систем. Для вдосконалення, прискорення та покращення якості даного процесу рекомендується використання матеріалів дистанційного зондування Землі, які опрацьовуються в автоматизованій системі геоінформаційного моніторингу урболандшафтів для покращення якості організаційних та господарських заходів із дослідженням причин змін урболандшафтів, обґрунтуванням управлінських рішень та відстеженням порушень стану зелених насаджень.

Для удосконалення процесу автоматизації ведення документації щодо обліку зелених насаджень рекомендується провести уніфікацію та оцифрування польових відомостей з метою прискорення виконання польових досліджень,

спрощення їх подальшої інтерпретації засобами комп'ютерної обробки за двома категоріями, виходячи із подібності методів таксації: перша – для дерев, кущів, живоплотів та бордюрів, а друга – для квітників та газонів, подальшої інтерпретації отриманих даних засобами комп'ютерної обробки. Опрацювання одержаних таким чином електронних таблиць з інформацією про стан урболандшафтів засобами обробки даних табличних редакторів або систем керування базами даних дає змогу створювати основу для формування бази даних, виконувати групування та фільтрування інформації за кількісними і якісними параметрами, а також сортування, обчислення, аналіз та моделювання кількісних параметрів зелених насаджень.



Рис. 8. Багаторівнева структура системи моніторингу урболандшафтів

Дослідження можливостей автоматизації процесу підготовки паспорта об'єкта зеленого господарства та реєстрів зелених насаджень засвідчили доцільність використання геоінформаційних систем та спеціальних програмних засобів, які створюють умови для прискорення, автоматизації та підвищення точності даного процесу. Способи параметричного групування інформації з бази даних по зелених насадженнях та можливість підготовки спеціальних звітів і форм полегшують процес її інтерпретації для формування зведених даних, що вносяться до вищезгаданих документів. Водночас оптимальним для даних цілей є створення спеціального модуля автоматизації підготовки документації електронної системи впорядкування зелених насаджень.

Оцінювання вартості зелених насаджень повинно виконуватися у комплексі системи їх впорядкування з метою впровадження механізму компенсації завданої урболандшафтам шкоди для направлення коштів

на потреби відновлення їх функціонального призначення. Для спрощення визначення вартісних параметрів насаджень пропонуємо застосовувати шаблони кошторисів з використанням сучасних програмних комплексів для автоматизованих випусків кошторисної та ресурсної вартісної документації. Такий підхід дає змогу швидко актуалізувати кошториси за умов зміни вартостей вхідних параметрів, показників оплати праці та інших нормативів шляхом автоматичного їх перерахунку. Рекомендуємо також провести заміну показника балансової вартості зелених насаджень у нормативній документації на відновну їх вартість із подальшим використанням актуальних методик її розрахунку.

Для вдосконалення термінології у сфері створення екосистемних послуг зеленими насадженнями запропоновано і визначено такі поняття як: «Екосистемні послуги зелених насаджень», «Екосистемна продукція зелених насаджень», «Баланс екосистемних послуг зелених насаджень» і «Екосистемні індикатори зелених насаджень». Для популяризації екосистемних послуг зелених насаджень на основі провідних світових прикладів реалізації цифрових карт, що демонструють просторове розміщення рослин і відображають їх корисності, підготовлено прототип реалізації подібної геоінформаційної моделі в онлайн доступі для зелених насаджень ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України (рис. 9). Водночас зроблено висновки щодо необхідності введення вартісних параметрів урболандшафтів до спеціалізованої інформаційної електронної системи впорядкування зелених насаджень. Перспективу подальших досліджень даного напрямку вбачаємо у визначенні вартості екосистемних послуг, що виражається у грошовому еквіваленті, з наступною візуалізацією результатів на електронних картах та у системі впорядкування зелених насаджень.

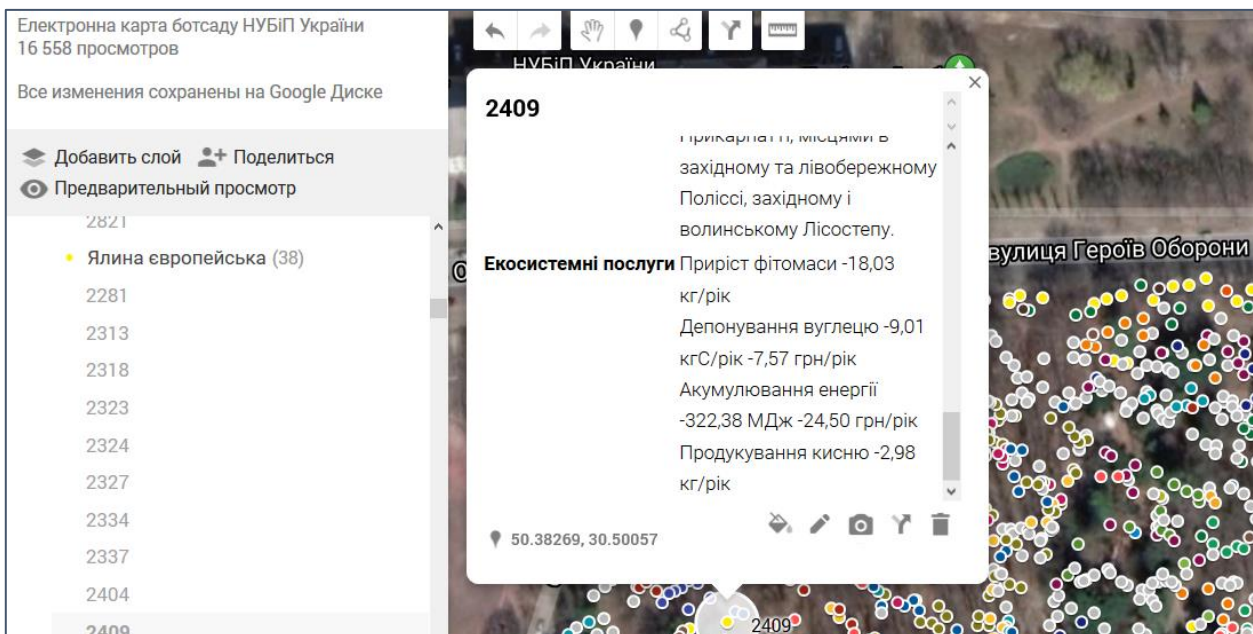


Рис. 9. Фрагмент електронної карти зелених насаджень ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України з інформацією щодо вартості екосистемних послуг

Для налагодження повноцінного використання запропонованого підходу потрібне функціонування електронної системи впорядкування зелених насаджень відповідно до запропонованої концепції із заповненою базою даних щодо стану зелених насаджень, що можливо лише за умови державної підтримки на регуляторному, фінансовому, технічному і технологічному рівнях.

Для перехідного періоду до повного налагодження роботи електронної системи впорядкування зелених насаджень розроблено можливості використання існуючих засобів обробки інформації геоінформаційних систем і систем керування базами даних для автоматизації ведення документації.

ВИСНОВКИ

У дисертації викладено результати дослідження теоретико-методологічних та технологічних засад впорядкування зелених насаджень у населених пунктах України. Опрацювання теоретичних та прикладних підходів щодо удосконалення цього процесу дало змогу розробити систему впорядкування урболандшафтів на основі поєднання інвентаризації, обліку і моніторингу зелених насаджень з використанням сучасних підходів, а також комплексу регулятивних заходів для організації подальшого ведення садово-паркового господарства. Узагальнення одержаних результатів дослідження дає підстави сформулювати такі основні висновки:

1. Огляд теоретичних напрацювань щодо впорядкування зелених насаджень засвідчив необхідність оновлення технології отримання, обробки, зберігання та представлення інформації стосовно їх стану, удосконалення нормативно-правового забезпечення у даній сфері та підходів щодо визначення вартісних параметрів насаджень. Аналіз перспектив розвитку даного процесу дає підстави зробити висновок про доцільність об'єднання інвентаризації, обліку, моніторингу і заходів щодо впорядкування зелених насаджень в єдину систему з електронним представленням інформації.

2. Існуючі напрацювання щодо удосконалення процесу дослідження зелених насаджень потребують розроблення комплексу заходів стосовно інтеграції в єдину електронну систему впорядкування зелених насаджень. В даному напрямі перспективними методами є залучення сучасного інструментарію, використання матеріалів дистанційного зондування, які опрацьовуються у геоінформаційних системах та засобами обробки інформації сучасного програмного забезпечення. Такий підхід покращує процес опрацювання, систематизації, аналізу, зберігання та виведення інформації стосовно стану зелених насаджень, а також ведення електронної системи впорядкування зелених насаджень.

3. Аналіз стану зелених насаджень на території об'єктів дослідження дав змогу зробити висновки про кращий стан тих, які знаходяться у відомчому підпорядкуванні невеликих балансоутримувачів (у т. ч. приватних організацій), порівняно з тими, що перебувають на балансі місцевих органів влади або підпорядкованих їм комунальних підприємств. Аналіз зелених насаджень за їх категоріями свідчить, що, в цілому, характер розподілу якісного стану

для всіх категорій подібний. Дослідження дендрофлори урболандшафтів дало змогу визначити середні узагальнені значення основних їх параметрів: середня кількість деревної і кущової рослинності на території збору експериментального матеріалу складає $523 \text{ росл. (га)}^{-1}$, за якісними показниками відзначено, що 30,8 % з них перебувають у доброму стані, 50,2 % – у задовільному і 20,5 % – у незадовільному, при цьому середня частка деревних і кущових рослин, які потребують видалення, склала 21,2 %.

4. Технологія виконання процесу інвентаризації зелених насаджень потребує вдосконалення та приведення до вимог сьогодення із залученням можливостей використання методів дистанційного зондування Землі, застосуванням сучасного інструментарію для таксації зелених насаджень: польових геоінформаційних систем, новітніх геодезичних приладів, пристроїв для глобального позиціонування та інших передових технічних рішень відповідно до опрацьованих підходів. Це створить умови для покращення якості, прискорення, автоматизації, підвищення об'єктивності і точності результатів.

5. Апробація удосконаленої методики процесу інвентаризації зелених насаджень з інтерпретацією отриманих польових матеріалів за допомогою геоінформаційних систем, систем автоматизованого проектування та сучасних комп'ютерних програм засвідчила її придатність для автоматизованої оцінки видового та якісного складу зелених насаджень з алгоритмічним пошуком помилок та описок у масиві даних і відповідним представленням інформації. Такий підхід створює умови для використання отриманих даних з метою розроблення автоматизованої системи впорядкування зелених насаджень.

6. Розроблені у ході виконання даного дослідження практичні способи використання безпілотного літального апарата для вимірювань висоти і горизонтальної проекції крони деревних і кущових рослин, зімкнутості насаджень, виконання лінійних вимірів, обчислення площ, оцінки стану газонних покриттів, спрощення розрахунку балансу території створюють умови для удосконалення існуючої технології інвентаризації зелених насаджень. Залучення матеріалів зйомки з безпілотного літального апарата для одержання якісної картографічної основи дає змогу спрощувати одержання планової основи для виконання польових досліджень, проведення геоінформаційного аналізу і моніторингу стану урболандшафтів, побудови планово-картографічних матеріалів та фотофіксації стану зелених насаджень із визначенням місць їх розташування. Водночас для покращення якості визначення місць розташування дерев і кущів рекомендуємо проводити GPS-інвентаризацію з подальшим коригуванням в геоінформаційних системах із одночасним створенням бази геоінформаційних даних.

7. Використання геоінформаційних систем для інтерпретації даних польових досліджень і матеріалів дистанційного зондування Землі дає змогу: створити інформаційно-технологічне ядро системи впорядкування зелених насаджень з метою поєднання просторової, атрибутивної, описової та іншої інформації, сформувати геобазу даних, підвищити можливості опрацювання, структурування, аналізу і моделювання інформації, зручності редагування

та автоматизації окремих процесів, генерувати форми для складання документації, зберігання, систематизації та видачі потрібної інформації.

8. Під час формування електронної системи впорядкування зелених насаджень вважаємо за доцільне застосування системного підходу для уніфікації процесу введення і збереження результатів обліку об'єктів благоустрою, а також забезпечення загального доступу до інформації про стан зелених насаджень в населених пунктах України. З цією метою розроблено концепцію цифрової трансформації всіх її етапів, опрацьовано основні вимоги та розроблено організаційну структуру системи, обґрунтовано її базові принципи і запропоновано сучасний підхід до формування геоінформаційних моделей зелених насаджень. Водночас здійснено обґрунтування необхідності розроблення спеціалізованої геоінформаційної системи для якісного поєднання сучасних методів, усунення необхідності використання різних комп'ютерних програм та інформаційних систем у даному процесі.

9. За результатами дослідження опрацьовано зміст, сутність та технологію геоінформаційного моніторингу стану зелених насаджень із розробленням структурної схеми електронної системи моніторингу урболандшафтів. Для забезпечення даними щодо стану урболандшафтів національної та міжнародної інформаційних систем доцільно впроваджувати регулярний моніторинг зелених насаджень з використанням матеріалів дистанційного зондування Землі, які опрацьовуються в геоінформаційних системах, у комплексному поєднанні із системою їх впорядкування на загальнодержавному рівні.

10. Для удосконалення процесу обліку зелених насаджень та спрощення подальшої інтерпретації отриманих даних засобами комп'ютерної обробки потрібна уніфікація та цифрова трансформація інвентаризаційної документації. Такий підхід дає змогу створювати основу для формування бази даних, виконувати групування та фільтрування інформації за кількісними і якісними параметрами, а також сортування, обчислення, аналіз і моделювання кількісних параметрів зелених насаджень. Для автоматизації процесу підготовки паспорта об'єкта зеленого господарства та реєстрів зелених насаджень доцільно використовувати засоби геоінформаційних систем та спеціальних комп'ютерних програм.

11. Оцінювання вартості зелених насаджень повинно виконуватися у комплексі системи їх впорядкування з метою впровадження механізму компенсації завданої урболандшафтам шкоди для направлення коштів на потреби відновлення їх функціонального призначення. Для автоматизації цього процесу розроблено способи актуалізації кошторисних шаблонів шляхом програмного їх перерахунку. Візуалізація вартісних параметрів зелених насаджень, в тому числі їх екосистемних послуг, за допомогою інтерактивних електронних карт та електронної системи впорядкування зелених насаджень сприятиме підвищенню загального розуміння цінності урболандшафтів та їх охороні.

12. Для налагодження повноцінного функціонування електронної системи впорядкування зелених насаджень потрібна державна підтримка на регуляторному, фінансовому, технічному і технологічному рівнях. На час

перехідного періоду до налагодження роботи цієї системи передбачено можливість та розроблено алгоритми використання існуючих засобів обробки інформації для даних цілей з можливістю наступного імпорту готових баз даних до електронної системи впорядкування зелених насаджень.

Кінцевою метою проведеного дослідження є формування національної системи впорядкування зелених насаджень на основі комплексного поєднання їх інвентаризації, обліку і моніторингу з використанням сучасних підходів для прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої охорони і збереження, підвищення стійкості, декоративності та функціональності урболандшафтів. У контексті цифрової трансформації цього процесу обґрунтовано необхідність створення електронної системи впорядкування зелених насаджень із наведенням її структури, технологічних засад та призначення.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Зважаючи на застарілість системи забезпечення обліку зелених насаджень та низький рівень ведення пов'язаних матеріалів у населених пунктах України (інвентаризаційні відомості обліку зелених насаджень, паспорти об'єктів зеленого господарства та реєстри зелених насаджень), рекомендуємо перехід на електронні форми ведення документації з метою створення можливості подальшого внесення до бази даних інформації та організації відкритої для доступу системи впорядкування зелених насаджень.

2. Для спрощення інтерпретації класифікацій зелених насаджень у межах населених пунктів України пропонується використовувати принцип верховенства їх призначення або використання, а також включення об'єктів природно-заповідного фонду до зелених насаджень обмеженого користування. Такий підхід, за умови визначення основного призначення зелених насаджень, дасть змогу уникнути суб'єктивності трактувань класифікації зелених насаджень та створить умови для спрощення її використання.

3. Для виробництва сформульовано специфічні особливості проведення інвентаризації та впорядкування фітоландшафтів у насадженнях загального, обмеженого користування і спеціального призначення та наведено основні несприятливі чинники, що мають негативний вплив на їх ріст і розвиток. Згідно цього, під час впорядкування зелених насаджень, у ході розроблення проектних пропозицій, реконструктивних заходів, обґрунтування рішень щодо покращення стану та ведення системи їх впорядкування варто враховувати специфічні особливості зелених насаджень, що обумовлені функціональним призначенням, рекреаційним навантаженням, специфікою розташування, місцеві природно-кліматичні умови, особливо орографію, мезо-, мікроклімат і ґрунтові особливості території.

4. Рекомендуємо використовувати можливості сучасних методів у процесі дослідження зелених насаджень, залучати новітній інструментарій, актуальні матеріали дистанційного зондування Землі високого просторового розрізнення, у тому числі безпілотних літальних апаратів, які опрацьовуються в геоінформаційних системах та за допомогою сучасного програмного

забезпечення. Такий підхід дає змогу інтегрувати вхідні дані в єдину цифрову геопросторову систему з розширенням можливостей опрацювання, систематизації, аналізу, зберігання та виведення інформації стосовно стану урболандшафтів.

5. Для удосконалення процесу автоматизації ведення документації щодо обліку зелених насаджень рекомендуємо провести уніфікацію та оцифрування польових відомостей. Це також сприятиме прискоренню виконання польових досліджень, спрощенню їх подальшої інтерпретації засобами комп'ютерної обробки за двома категоріями, виходячи із подібності методів таксації: перша – для дерев, кущів, живоплотів та бордюрів, а друга – для квітників та газонів. Для опрацювання одержаних таким чином електронних таблиць з інформацією про стан зелених насаджень пропонуємо використовувати засоби обробки даних табличних редакторів або систем керування базами даних. Це, в свою чергу, дасть змогу створити основу для формування бази даних, виконувати групування та фільтрування інформації за кількісними і якісними параметрами, а також сортування, обчислення, аналіз та моделювання кількісних параметрів зелених насаджень.

6. У контексті покращення процесу визначення вартісних параметрів зелених насаджень пропонуємо застосовувати шаблони кошторисів з використанням сучасних програмних комплексів для автоматизованих випусків кошторисної та ресурсної вартісної документації. Такий підхід дає змогу швидко актуалізувати кошториси за умов зміни вартостей вхідних параметрів, показників оплати праці та інших нормативів шляхом автоматичного їх перерахунку. Рекомендуємо також провести заміну показника балансової вартості зелених насаджень у нормативній документації на відновну їх вартість із подальшим використанням актуальних методик її розрахунку.

7. За результатами опрацювання матеріалів роботи здобувачем у складі проектної групи розроблено 11 проектів реконструкції, благоустрою, утримання та організації території для об'єктів дослідження, а також низку рекомендацій щодо встановлення відновної вартості зелених насаджень на території громад, які рекомендовано до впровадження у західному регіоні України.

8. Для покращення якості і точності виконання польових робіт під час проведення інвентаризації зелених насаджень, а також полегшення подальшого опрацювання отриманих даних пропонуємо враховувати наступні рекомендації:

– з метою уникнення спотворень віддалей та площ через вплив нерівностей земної поверхні на планових картографічних матеріалах, варто проводити уточнення лінійних та площинних вимірів натурними обмірами або використанням цифрових моделей рельєфу у геоінформаційних системах, які спрощують визначення реальних розмірів та площ об'єктів;

– для прискорення та підвищення точності отримання інформації стосовно просторового розташування дерев і кущів рекомендуємо використовувати GPS-приймачі з подальшим коригуванням точок інвентаризації за матеріалами дистанційного зондування Землі високого просторового розрізнення в геоінформаційних системах;

– задля полегшення процесу підготовки якісної картографічної основи, яка надалі може служити абрисом для польових досліджень, растровою основою для побудови геоінформаційної моделі даних, проведення геоінформаційного аналізу і моніторингу зелених насаджень, а також формування документального підтвердження фотофіксації їх стану, пропонується використання ортофотоплану, отриманого за результатами зйомки території з безпілотного літального апарата;

– для підвищення точності вимірювань висоти і горизонтальної проекції крони деревних і кущових рослин, зімкнутості насаджень, виконання лінійних вимірів, обчислення площ, оцінки стану газонних покриттів, розрахунку балансу території пропонуємо використовувати розроблені способи з використанням безпілотного літального апарата.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Страшок О. Ю., Колесніченко О. В., Піковський М. Й., Ліханов А. Ф., Грисюк С. М., Мельник В. І., **Бідолах Д. І.**, Страшок В. В., Морозько А. П., Ляшенко А. Л., Грисюк Т. С. Урбофітоценози міста Києва: Вітальність рослин та фітосанітарний стан: монографія. К., 2019. 291 с. *(Здобувачем розроблено методикау використання БПЛА-зйомки для потреби класифікації газонів та інтерпретації отриманих матеріалів зйомки, виконано кластеризацію газонних покриттів і обробку відповідних результатів).*

Статті у наукових фахових виданнях України:

2. **Бідолах Д. І.**, Павлів О. В., Захарій Б. Є. Геоінформаційний моніторинг довкілля, як складова сталого розвитку суспільства. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2010. № 146. С. 41–45. *(Здобувачем опрацьовано огляд літературних джерел, узагальнення інформації та обґрунтовано принципи геоінформаційного моніторингу з використанням сучасних технологій).*

3. **Бідолах Д. І.**, Павлів О. В. Перевірка та коригування картографічного матеріалу з використанням сучасних методів. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. 2010. № 11. С. 61–63. *(Здобувачем опрацьовано огляд літературних джерел, узагальнення інформації та обґрунтовано принципи коригування картографічного матеріалу в геоінформаційних системах на підставі матеріалів дистанційного зонування Землі).*

4. **Бідолах Д. І.**, Гринюк Ю. Г., Кузьович В. С., Шляхта Я. М. Ландшафтна реконструкція міських парків як засіб компенсації урбанізаційних збитків. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2011. № 12.17. С. 76–81. *(Здобувачем проведено узагальнення інформації, розроблено базу даних рослинності парку з візуалізацією ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу).*

5. **Бідолах Д. І.**, Гринюк Ю. Г., Шляхта Я. М. До питання формування алейних посадок на садово-паркових об'єктах. Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. 2011. № 164. Ч. 2. С. 22–25. *(Здобувачем опрацьовано огляд літературних джерел з узагальненням інформації та обґрунтовано доцільність урізноманітнення алейних посадок прийомами ритму і контрастності).*

6. Бідолах Д. І. Особливості використання великомірного садивного матеріалу для лісовідновлення в Бережанському лісомисливському господарстві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. № 164. Ч. 3. С. 153–157.

7. Бідолах Д. І., Гринюк Ю. Г., Шляхта І. М. Особливості реконструкції парків відпочинку невеликих міст заходу України на прикладі Зборівського міського парку. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. № 171. Ч. 1. С. 28–33. *(Здобувачем проаналізовано стан зелених насаджень, розроблено базу даних рослинності Зборівського парку з візуалізацією ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу, а також сформульовано висновки).*

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних

8. Бідолах Д. І., Кузьович В. С. Сучасні прийоми проведення інвентаризації зелених насаджень та комплексного оцінювання ландшафтно-планувальної структури парку санаторію «Черче». Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. № 26.3. С. 42–48. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, проаналізовано стан зелених насаджень парку, розроблено базу даних рослинності об'єкта дослідження з комп'ютерним моделюванням ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу, сформульовано висновки).*

9. Бідолах Д. І., Кузьович В. С. Дистанційне дослідження об'єктів садово-паркового господарства з використанням дронів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2016. Вип. 255. С. 201–209. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, розроблено способи використання дронів для дослідження об'єктів садово-паркового господарства, апробовано можливості застосування такого підходу та сформульовано відповідні висновки).*

10. Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С. Вимірювання висоти дерев і чагарників із використанням квадрокоптера. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2018. Т. 28. № 1. С. 24–27. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, розроблено спосіб використання квадрокоптера для вимірювання висоти дерев і чагарників, апробовано можливості застосування такого підходу та сформульовано відповідні висновки).*

11. Бідолах Д. І., Гринюк Ю. Г., Кузьович В. С., Підховна С. М., Тиманська О. Б. Геоінформаційна інвентаризація, оцінювання стану та пропозиції щодо озеленення та благоустрою території парку ім. Івана Франка у Чорткові. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету

України. 2018. Т. 28. № 10. С. 22–27. *(Здобувачем проаналізовано стан зелених насаджень парку, розроблено базу даних рослинності об'єкта дослідження з комп'ютерним моделюванням ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу, сформульовано висновки).*

12. Бідолах Д. І. Особливості визначення вартості зелених насаджень для потреби їх впорядкування. Лісове і садово-паркове господарство. 2018. № 14. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/14268>.

13. Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С. Точність вимірювання висоти дерев із використанням квадрокоптера. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2019. Т. 10. № 3. С. 19–26. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, проведено збір польових матеріалів дослідження за якими опрацьовано точність вимірювання висоти дерев з використанням квадрокоптера та сформульовано відповідні висновки).*

14. Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С. Визначення параметрів горизонтальних проєкцій крон дерев за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами. Лісівництво і агролісомеліорація. 2019. Вип. 135. С. 123–129. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, проведено збір польових матеріалів для дослідження можливостей визначення розмірів і площ горизонтальних проєкцій крон в ГІС та сформульовано відповідні висновки).*

15. Бідолах Д. І. Моделювання просторової організації зелених насаджень з метою їх упорядкування. Лісове і садово-паркове господарство. 2019. № 15. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/14266>.

16. Бідолах Д. І., Лакида П. І. Інвентаризація зелених насаджень з використанням сучасних інформаційних технологій. Лісове і садово-паркове господарство. 2019. № 16. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/13631>. *(Здобувачем опрацьовано підходи щодо формування електронної системи впорядкування зелених насаджень з використанням сучасних інформаційних технологій, розроблено схему її організаційної структури, визначено основні вимоги та обґрунтовано базові принципи щодо здійснення інвентаризації з використанням нових технологій, а також проведено інвентаризацію зелених насаджень центральної частини м. Березжани Тернопільської області з підготовкою та візуалізацією бази даних деревних і кущових рослин).*

17. Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С. Визначення зімкнутості намету деревостану за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2020. Т. 11. № 1. С. 13–23. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, проведено збір польових матеріалів для дослідження можливостей зімкнутості намету деревостану за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами, виконано їх інтерпретацію в ГІС та сформульовано відповідні висновки).*

18. Бідолах Д. І. Визначення горизонтальних параметрів елементів благоустрою за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами. Лісівництво і агролісомеліорація. 2020. Вип. 136. С. 96–102.

19. Кузьович В. С., **Бідолах Д. І.**, Підховна С. М., Тиманська О. Б., Гринюк Ю. Г. Впорядкування зелених насаджень та благоустрій території Лановецького зооботсаду в Тернопільській області. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2020. Т. 30. № 3. С. 18–23. *(Здобувачем проаналізовано стан зелених насаджень зооботсаду, розроблено базу даних рослинності об'єкта дослідження з комп'ютерним моделюванням ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу, сформульовано висновки).*

20. Бідолах Д. І. Геоінформаційний моніторинг стану зелених насаджень із використанням методів дистанційного зондування. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2020. Т. 11. № 2. С. 4–14.

Статті у наукових виданнях інших держав

21. Булыгин С. Ю., **Бидолах Д. И.**, Лисецкий Ф. Н. Оценка гумусированности почв путем обработки их цифровых фотоизображений. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 15 (110). Вып. 16. С. 154–159. *(Здобувачем опрацьовано методику використання цифрової фотокамери для визначення вмісту гумусу в ґрунтах та обґрунтовано переваги і недоліки застосування такого підходу).*

22. **Bidolakh D. I.**, Kuzjovych V. S., Ostapchuk O. S. Landscape and Architectural Research of Parks Using Modern Technologies. Web of Scholar. 2018. № 6 (24). Vol. 3. С. 7–12. URL: https://www.academia.edu/37008088/LANDSCAPE_AND_ARCHITECTURAL_RESEARCH_OF_PARKS_USING_MODERN_TECHNOLOGIES. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, розроблено способи використання дронів для дослідження об'єктів садово-паркового господарства, апробовано можливості застосування такого підходу та сформульовано відповідні висновки).*

Статті в інших наукових виданнях

23. Кузьович В. С., **Бідолах Д. І.**, Гринюк Ю. Г., Підховна С. М. Сучасні підходи до відтворення ландшафтно-архітектурних комплексів Микулинецького парку. Жовква крізь століття. 2016. Вип. 4. С. 192–200. *(Здобувачем прийнято участь у виконанні огляду літературних джерел з узагальненням результатів та формулюванням висновків, проаналізовано стан зелених насаджень парку, розроблено базу даних рослинності об'єкта дослідження з комп'ютерним моделюванням ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу).*

24. **Бідолах Д. І.**, Гринюк Ю. Г., Кузьович В. С., Тригуба Б. М., Підховна С. М. Оцінка стану дендрофлори Більче-Золотецького парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: «Подільські читання». 2017. № 4 (71). С. 23–29. *(Здобувачем прийнято участь у виконанні огляду літературних джерел з узагальненням результатів та формулюванні висновків, проаналізовано стан зелених насаджень парку, розроблено базу даних рослинності об'єкта).*

дослідження з комп'ютерним моделюванням ландшафтів та підготовкою картографічного матеріалу).

25. Morozko A., Leshchenko O., Kolesnichenko O., Lykholat Y., Zemnianska M., **Bidolakh D.**, Tsarenko O. Peculiarities of introduction of Araliaceae Juss. in botanical gardens (Kyiv, Ukraine). Ecology and Noospherology. 2018. № 29 (2). P. 63–70. *(Здобувачем прийнято участь у виконанні огляду літературних джерел та дослідженні стану Araliaceae Juss. в ботанічних садах м. Києва).*

Патенти

26. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С., Білоус А. М. Патент 115874 Україна, МПК G01C 3/20, B64C 17/08, B64D 47/08, A01G 23/00. Спосіб вимірювання висоти дерев і чагарників. Заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 09.12.2016; опубліковано 25.04.2017; Бюл. № 8. *(Здобувачем виконано патентний пошук, розроблено спосіб використання квадрокоптера для вимірювання висоти дерев і чагарників, апробовано можливості застосування такого підходу та сформульовано відповідні висновки).*

27. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С., Білоус А. М. Патент 124824 Україна, МПК G01B 11/24. Спосіб вимірювання горизонтальної проекції крон дерев і чагарників. Заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 03.11.2017; опубліковано 25.04.2018; Бюл. № 8. *(Здобувачем виконано патентний пошук, проведено збір польових матеріалів для дослідження можливостей визначення розмірів і площ горизонтальних проекцій крон в ГІС та сформульовано відповідні висновки).*

28. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С., Білоус А. М. Патент 131980 Україна, МПК A01G 23/00, G01B 11/24. Спосіб визначення горизонтальної зімкнутості деревостану. Заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 25.07.2018; опубліковано 11.02.2019; Бюл. № 3. *(Здобувачем виконано патентний пошук, проведено збір польових матеріалів для дослідження можливостей зімкнутості намету деревостану за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами, виконано їх інтерпретацію в ГІС та сформульовано відповідні висновки).*

29. **Бідолах Д. І.**, Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В. Патент 141617 Україна, МПК A01G 13/00, G03B 37/04. Спосіб дистанційного моніторингу об'єктів садово-паркового господарства. Заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 11.07.2019; опубліковано 27.04.2020; Бюл. № 8. *(Здобувачем виконано патентний пошук, розроблено способи використання дронів для моніторингу об'єктів садово-паркового господарства, апробовано можливості застосування такого підходу та сформульовано відповідні висновки).*

30. Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., **Бідолах Д. І.** Патент 141602 Україна, МПК G01C 11/00, G01B 11/0, G09B 29/00, A01G 20/20. Спосіб оцінки стану газонного покриття. Заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 05.07.2019; опубліковано

27.04.2020; Бюл. № 8. *(Здобувачем розроблено методика використання зйомки з безпілотного літального апарата для потреби класифікації газонів та інтерпретації отриманих матеріалів, виконано кластеризацію газонних покриттів і обробку відповідних результатів).*

Науково-методичні рекомендації

31. Кузьович В. С., Гринюк Ю. Г., **Бідолах Д. І.** Наукові обґрунтування щодо скасування природоохоронного статусу ботанічної пам'ятки природи місцевого значення Бундук Канадський у м. Заліщики Тернопільської обл.: науково-методичні рекомендації. Бережани, 2017. 12 с. *(Здобувачем опрацьовано місцезоташування рослини, проведено натурне обстеження із підготовкою висновків).*

32. Кузьович В. С., Гринюк Ю. Г., **Бідолах Д. І.** Наукові обґрунтування щодо створення об'єкту природно-заповідного фонду ботанічної пам'ятки місцевого значення Бундук Канадський у м. Заліщики Тернопільської обл.: науково-методичні рекомендації. Бережани, 2017. 11 с. *(Здобувачем опрацьовано місцезоташування зелених насаджень, проведено натурне обстеження із підготовкою висновків).*

33. Кузьович В. С., Гринюк Ю. Г., **Бідолах Д. І.** Рекомендації щодо санітарно-оздоровчих заходів і збереження ботанічної пам'ятки місцевого значення Софора Японська у м. Заліщики Тернопільської обл.: науково-методичні рекомендації. Бережани, 2017. 13 с. *(Здобувачем опрацьовано місцезоташування зелених насаджень, проведено натурне обстеження із підготовкою висновків).*

34. Кузьович В. С., **Бідолах Д. І.**, Гринюк Ю. Г. Рекомендації щодо розрахунку відновної вартості у м. Зборів Тернопільської обл.: науково-методичні рекомендації. Бережани, 2018. 39 с. *(Здобувачем опрацьовано кошториси витрат на створення зелених насаджень).*

35. Кузьович В. С., **Бідолах Д. І.**, Підховна С. М. Рекомендації щодо розрахунку відновної вартості у м. Чортків Тернопільської обл.: науково-методичні рекомендації. Бережани, 2018. 41 с. *(Здобувачем опрацьовано кошториси витрат на створення зелених насаджень).*

Тези наукових доповідей

36. Кузьович В. С., **Бідолах Д. І.**, Підховна С. М. Перший біблійний сад в Україні. Міжнародна наукова конференція з нагоди 105-ї річниці від дня народження М. І. Бондаренка, м. Умань, 25 вересня 2014 року: тези доповіді. Умань, 2014. С. 202–207. *(Здобувачем проаналізовано стан зелених насаджень, прийнято участь у підборі асортименту рослин та розроблено частину пропозицій щодо візуалізації біблійних сюжетів засобами ландшафтної композиції).*

37. Бідолах Д. І. Інвентаризація об'єктів садово-паркового господарства з використанням сучасних технологій. Сучасний ландшафт: проєктування, формування, збереження: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 17–18 листопада 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 10–12.

38. Бідолах Д. І. Вдосконалення процесу інвентаризації та обліку зелених насаджень в урболандшафтах України. Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 27 березня 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 16–17.

39. Бідолах Д. І. Автоматизація реєстру зелених насаджень України. Соціально-економічний розвиток аграрної сфери: інженерно-економічне забезпечення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 19–20 квітня 2018 року: тези доповіді. Бережани, 2018. С. 461–463.

40. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С. Електронна карта парку, як результат сучасного підходу до інвентаризації зелених насаджень. Менеджмент результативної трансформації аграрної сфери економіки України: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 12 червня 2018 року: тези доповіді. Бережани, 2018. С. 11–13. *(Здобувачем створено електронну карту зелених насаджень на підставі власних польових досліджень і обґрунтовано її переваги та недоліки).*

41. **Dmytro Bidolakh**, Vasyl Kuzjovych. Tree inventory and 3d modeling with the using of modern methods. Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management: Proceedings of International scientific and practical conference, Kyiv, 22–24 October 2018: theses of the report. K., 2018. P. 70–72. *(Здобувачем обґрунтовано можливості використання сучасних технологій для інвентаризації зелених насаджень і тривимірної візуалізації ландшафтів).*

42. Бідолах Д. І. Сучасні підходи до визначення горизонтальної проекції крон дерев і чагарників. Сучасні напрями та перспективи розвитку агро-та електроінженерії: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 16 листопада 2018 року: тези доповіді. Бережани, 2018. С. 233–235.

43. **Бідолах Д. І.**, Білоус А. М. Розвиток інвентаризації садово-паркових об'єктів: сучасні можливості для автоматизації. Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–8 грудня 2018 року: тези доповіді. Київ, 2018. С. 27–29. *(Здобувачем обґрунтовано можливості використання сучасних технологій для інвентаризації зелених насаджень і тривимірної візуалізації ландшафтів).*

44. Бидолах Д. И. Инвентаризация и 3D-моделирование зеленых насаждений современными методами. 83-я международная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, г. Минск, Республика Беларусь, 4–15 февраля 2019 года: тезисы доклада. Минск, 2019. С. 148–149.

45. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С. Візуалізація результатів інвентаризації зелених насаджень у вигляді інтерактивної електронної карти. Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 4–5 квітня 2019 року: тези доповіді. Львів, 2019. С. 76–78.

(Обґрунтовано можливості візуалізації результатів інвентаризації зелених насаджень у вигляді електронної карти, яку створено здобувачем).

46. Бідолах Д. І. Вдосконалення процесу проведення інвентаризації та класифікації стану газонів. Наука і освіта в інтелектуально-інноваційному розвитку суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 16–17 травня 2019 року: тези доповіді. Бережани, 2019. С. 336–338.

47. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С. Вимірювання горизонтальної проєкції крон дерев і чагарників з використанням квадрокоптера. Сталий інноваційно-креативний розвиток соціально-економічних систем: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 21 жовтня 2019 року: тези доповіді. Бережани, 2019. С. 208–210. *(Здобувачем зібрано польовий матеріал та опрацьовано його для дослідження можливості використання квадрокоптера з метою визначення горизонтальної проєкції крон).*

48. Бідолах Д. І. Використання великомірного садивного матеріалу для лісовідновлення в ДП «Бережанське ЛМГ». Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–8 листопада 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 32–34.

49. **Бідолах Д. І.**, Кузьович В. С. Перспективи використання безпілотних літальних апаратів для потреб розсадництва. Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–8 листопада 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 12–14. *(Здобувачем проведено огляд можливостей застосування БПЛА для потреб розсадництва з підготовкою рекомендацій).*

50. Andrii Bilous, Maksym Matsala, **Dmytro Bidolakh**, Roman Zadorozhniuk, Roman Feschenko. Assessment of Trees Ecosystem Services in Urban Forest Stands. Smart Bio: 3rd International Conference, Kaunas, 02–04 May 2019: theses of the report. Kaunas, 2019. P. 256–257. *(Здобувачем проведено огляд можливостей оцінки екосистемних послуг зелених насаджень на прикладі ботанічного саду).*

51. Бідолах Д. І. До питання вдосконалення класифікації видів зелених насаджень. Актуальні проблеми та перспективи розвитку агро- та електроінженерії: Міжнародна науково-практична конференція, м. Бережани, 10 квітня 2020 року: тези доповіді. Бережани, 2020. С. 239–241.

52. **Bidolakh D. I.**, Kuzjovych V. S., Pidkhovna S. M. Tree and shrub inventory with using of modern technologies. Eurasian scientific congress: II International Scientific and Practical Conference, Barcelona, 24–25 February 2020: theses of the report. Barcelona, 2020. С. 12–16. *(Здобувачем виконано огляд літературних джерел з узагальненням результатів, розроблено способи використання дронів для проведення інвентаризації та сформульовано відповідні висновки).*

53. Pidkhovna S. M., **Bidolakh D. I.**, Kuzjovych V. S. Композиційні рішення тематичних ділянок біблійного саду у с. Маріямпіль Галицького району Івано-Франківської області. Perspectives of world science and education: 8th International scientific and practical conference, Osaka, 22–24 April 2020: theses of the report.

Osaka, 2020. P. 743–749. *(Здобувачем проаналізовано стан зелених насаджень біблійного саду, прийнято участь у підборі асортименту рослин та розроблено частину пропозицій щодо візуалізації біблійних сюжетів засобами ландшафтної композиції).*

АНОТАЦІЯ

Бідолах Д. І. Теоретико-методологічні та технологічні засади впорядкування зелених насаджень в населених пунктах України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальностей 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація» та 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2020.

Дисертацію присвячено дослідженню теоретичних і прикладних аспектів впорядкування зелених насаджень в населених пунктах України з використанням сучасних методів. В якості методологічної основи дослідження обрано можливість застосування системного підходу до процесу впорядкування урболандшафтів. Удосконалено технологію проведення інвентаризації зелених насаджень використанням методів дистанційного зондування Землі, пристроїв для глобального позиціонування та інших передових технічних рішень з інтерпретацією отриманих польових матеріалів за допомогою геоінформаційних систем та сучасних комп'ютерних програм.

За результатами проведеного дослідження запропоновано формування національної системи впорядкування зелених насаджень на основі комплексного поєднання їх інвентаризації, обліку і моніторингу з використанням сучасних підходів для прийняття обґрунтованих рішень щодо подальшої охорони, підвищення стійкості, декоративності та функціональності урболандшафтів. У контексті цифрової трансформації цього процесу обґрунтовано необхідність створення електронної системи впорядкування зелених насаджень.

Ключові слова: дистанційні методи обліку та електронна система впорядкування зелених насаджень, інвентаризація деревних і кущових рослин, геоінформаційний моніторинг об'єктів садово-паркового будівництва.

АННОТАЦИЯ

Бидолах Д. И. Теоретико-методологические и технологические основы благоустройства зеленых насаждений в населенных пунктах Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальностям 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация» и 06.03.01 «Лесные культуры и фитомелиорация». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2020.

Диссертация посвящена исследованию теоретических и прикладных аспектов упорядочения зеленых насаждений в населенных пунктах Украины с использованием современных методов. Методологическую основу исследования

формируют возможности применения системного подхода к процессу упорядочения урболандшафтов. Усовершенствована технология проведения инвентаризации зеленых насаждений с использованием методов дистанционного зондирования Земли, устройств для глобального позиционирования и других передовых технических решений с интерпретацией полученных полевых материалов с помощью геоинформационных систем и современных компьютерных программ.

По результатам проведенного исследования предложено формирование национальной системы упорядочения зеленых насаждений на основе комплексного сочетания инвентаризации, учета и мониторинга с использованием современных подходов для принятия обоснованных решений по дальнейшей охране, повышению устойчивости, декоративности и функциональности урболандшафтов. В контексте цифровой трансформации этого процесса обоснована необходимость создания электронной системы упорядочения зеленых насаждений.

Ключевые слова: дистанционные методы учета и электронная система благоустройства зеленых насаждений, инвентаризация древесных и кустарниковых растений, геоинформационный мониторинг объектов садово-паркового строительства.

ANNOTATION

Bidolakh D. I. Theoretical, Methodological and Technological Background to the Issue of Plantation Management in the Populated Localities of Ukraine. – The Manuscript.

Thesis for a Doctor's Degree in Agricultural Sciences majoring in 06.03.02 «Forest Management and Forest Mensuration» and 06.03.01 «Forest Plantations and Phytomelioration». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv. 2020.

The thesis work considers the investigation of theoretical and applied aspects of plantation management in the populated localities of Ukraine applying modern methods. Applicability of a systemic approach to the complex process of urban landscape management has been chosen as the framework of the study.

The analysis of the theoretical background of human settlement landscaping in Ukraine has indicated the necessity to introduce measures with respect to the improvement of its condition and to develop the methodology aimed at the improvement of the system of plantation inventory, accounting and monitoring. Under such conditions, the issue of plantation management being a system of measures to address the above mentioned problems requires sufficient investigation. At the same time, the means of solving the set tasks has undergone sufficient improvements due to the development of technologies, which opens up new opportunities for the specialists in gardening and urban forestry. Thus, the issue of complex integration of the system of currently developed theoretical knowledge and the capabilities of modern methods in the context of this area of research is up-to-date, important and worth exploring.

The experimental basis of the investigation is the material obtained from managing 28 landscaping objects being more than 174 ha in area, where there are 27182 tree and shrubbery plants registered. Such objects have been developed according to the methodology of plantation surveying improved by the author, the ways of interpreting the obtained field materials by means of geographic information systems (GIS), modern computer-aided design systems and programs suggested by the author. The process of field studies has been improved by means of applying the utility patents worked out by the author of the dissertation, namely «A Method of Measuring the Height of Trees and Shrubs», «A Method of Measuring Crown Cover of Trees and Shrubs», «A Method of Measuring Horizontal Closure of Forest Stand», «A Method of Assessing Lawn Condition» and «A Method of Remote-Sensing Monitoring of Park and Garden Objects».

In order to accelerate and improve the accuracy of the obtained information on spatial plantation layouts, the author of the research has developed the recommendations covering the use of a GPS-receiving unit with further correction of inventory points according to the materials of remote sensing of high spatial resolution in geographical information systems and creation of a spatial database. The use of GIS for the interpretation of the above mentioned field studies and remote sensing materials in this process makes it possible to create the information and technological kernel of the system of plantation management aimed at combining spatial, attributive, descriptive and other information, creating data geobases, improving the possibility of information processing structuring, analyzing and modelling, providing convenient editing and improving automation of separate processes, generating forms for documenting, storing, systematizing and releasing the required information.

According to the conducted analysis of the methodological and the technological background of plantation management, the author of the thesis has first developed a systemic approach and the use of modern tools in this process. It has been determined that the system should include the performance of plantation cost estimation aimed at the implementation of a compensation mechanism for damaged urban landscapes in order to allocate funds for restoring their functional purpose. In order to prove the practicability of the suggested electronic system of plantation management, the possibilities of implementing its separate components by means of the existing tools, namely by means of applying the possibilities of GIS and Web-resources, spatial information modelling and modern computer programs, have been worked out.

For the needs of urban landscape monitoring, the flow sheet of the functioning principle of the electronic system of geo-information monitoring of plantation state has been developed and the concept of its development has been worked out. The conducted investigations state the necessity of implementing regular plantation state monitoring in its complex combination with the system of their inventory and management at the nationwide level in order to provide data on the state of urban landscapes of national and international information systems. It has been determined that the use of GIS and computer-aided means of information processing makes it possible to automate the process of preparing certificates for the objects of plantation utilities and the registries of plantations by means of simplifying database

interpretation and the formation of cumulative information that is added to the above-mentioned documents.

The ultimate goal of the conducted research is the formation of the national system of plantation management based on complex combination of their inventory, accounting and monitoring with the use of modern approaches to making substantiated decisions on their further protection and preservation, the improvement of the hardiness, the decorative value and the functionality of urban landscapes.

Key words: remote methods of accounting, electronic system of plantation management, tree and shrubbery plant surveying, geographic and information monitoring of park and garden objects.

Підписано до друку 01.10.2020 р. Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 1,9 Обл.-вид.арк. 1,9
Наклад 100 прим. Зам. № 200549

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, тел.: 527-81-55
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4097 від 17.06.2011

