

УДК 631.95 : 504

Ландшафтно-екологічні дослідження екосистем сучасними методами

Опара Володимир

к. техн. н., професор кафедри фізичної географії та картографії
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: volodimiropara2019@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0128-8400>

Бузіна Ірина*

к. с.-г. н., доцент кафедри управління земельними ресурсами та кадастру
e-mail: nezabudka120187@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0885-0558>

Хайнус Дмитро*

к. екон. н., доцент кафедри управління земельними ресурсами та кадастру
e-mail: dmitry.khainus@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6097-1464>

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва,
п/в «Докучаєвське – 2», Харківський район Харківської обл., 62483, Україна

Постановка завдання. У статті коротко описані основні проблеми, що виникають при ландшафтно-екологічних дослідженнях територій. На прикладі дендропарку Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва розглянуті можливості та основні переваги застосування методів картографічного моделювання для візуального аналізу території об'єкта.

Сучасні програмні продукти, цифрові аналітичні методи дозволяють використовувати різноманітні обґрунтовані підходи до вирішення питань організації територій, моніторингу їх стану та реалізації необхідних заходів.

Збір, систематизація, аналіз та обробка високоякісної достовірної інформації в результаті комплексного математичного аналізу територій, а також прогнозування екологічних проблем і шляхів їх вирішення або запобігання є основною метою розробки методів вирішення завдань оптимальної організації територій об'єктів природного та сільськогосподарського характеру.

Мета статті: аналіз ландшафтно-екологічного стану агроекосистем з використанням картографічного моделювання та визначення перспективних напрямів їх відновлення.

Наукова новизна і практична значущість. Одним з основних механізмів регулювання в екології земельних ресурсів є виявлення, оцінка та реалізація максимально можливих резервів для підвищення ефективності даного процесу. Це зниження непродуктивних втрат у режимі використання і збереження ресурсів і можливість використання такого базового рішення, як науково-технічний прогрес. Цифрові моделі місцевості призначені для інтерактивної візуалізації. Вони мають ефект присутності на землі. Такі моделі використовуються для обґрунтування заходів щодо оптимізації землекористування в цілях відновлення і стабілізації екологічної ситуації, оцінки природного рекреаційного потенціалу території, моніторингу компонентів довкілля, прогнозування розвитку трансформаційних та деградаційних процесів і явищ навколишнього середовища.

Висновки: сучасні програмні продукти, цифрові методи аналізу дозволяють різнобічно й обґрунтовано підходити до питань організації територій, моніторингу за їх станом та вжиттю необхідних заходів.

За допомогою побудованих моделей і статистичних даних було вивчено екологічний стан території та запропоновано сучасні методи відновлення порушених територій.

Ключові слова: ландшафтно-екологічні дослідження, картографічне моделювання, дендропарк, забруднення природного середовища.

Владимир Опара, Ирина Бузина, Дмитрий Хайнус

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Постановка задачи. В статье кратко описаны основные проблемы, возникающие при ландшафтно-экологических исследованиях территорий. На примере дендропарка Харьковского национального аграрного университета имени В.В. Докучаева рассмотрены возможности и основные преимущества применения методов картографического моделирования для визуального анализа территории объекта.

Современные программные продукты, цифровые аналитические методы позволяют использовать разнообразные обоснованные подходы к решению вопросов организации территорий, мониторинга их состояния и реализации необходимых мероприятий.

Сбор, систематизация, анализ и обработка высококачественной достоверной информации в результате комплексного математического анализа территорий, а также прогнозирование экологических проблем и путей их решения или предотвращения является основной целью разработки методов решения задач оптимальной организации территорий объектов природного и сельскохозяйственного характера.

Цель статьи: анализ ландшафтно-экологического состояния агроэкосистем с использованием картографического моделирования и определения перспективных направлений их восстановления.

Научная новизна и практическая значимость. Одним из основных механизмов регулирования в экологии земельных ресурсов является выявление, оценка и реализация максимально возможных резервов для повышения эффективности данного процесса. Это снижение непроизводительных потерь в режиме использования и сохранения ресурсов и возможность использования такого базового решения, как научно-технический прогресс. Цифровые модели местности предназначены для интерактивной визуализации. Они имеют эффект присутствия на земле. Такие модели используются для обоснования мероприятий по оптимизации землепользования в целях восстановления и стабилизации экологической ситуации, оценки природного рекреационного потенциала территории, мониторинга компонентов окружающей среды, прогнозирования развития трансформационных и деграционных процессов и явлений окружающей среды.

Выводы: современные программные продукты, цифровые методы анализа позволяют разносторонне и обоснованно подходить к вопросам организации территорий, мониторинга их состояния и принятия необходимых мер.

С помощью построенных моделей и статистических данных изучено экологическое состояние территории и предложены современные методы восстановления нарушенных территорий.

Ключевые слова: ландшафтно-экологические исследования, картографическое моделирование, дендропарк, загрязнение природной среды.

Volodymyr Oprara, Iryna Buzina, Dmytro Khainus

LANDSCAPE-ECOLOGICAL STUDIES OF ECOSYSTEMS WITH MODERN METHODS

Formulation of the problem. The article briefly describes the main problems that arise during landscape and ecological research of territories. On the example of the arboretum of V.V. Dokuchaiv Kharkiv National Agrarian University it considers the possibilities and main advantages of applying mapping modelling methods for visual analysis of the object's territory.

Modern software products, digital analytical methods allow us to use diverse reasonable approaches to the solution to the issues of organization of territories, monitoring of their state and implementation of necessary measures.

The collection, systematization, analysis and processing of high-quality reliable information as a result of complex mathematical analysis of territories, and the forecasting of environmental problems and ways to their solution or prevention is the main goal of developing such methods for solving problems of optimal territory organization of objects of natural and agricultural character.

The purpose of this article: analysis of the landscape-ecological state of agroecosystems using the cartographic modelling and determination of perspective directions of his recovery.

Scientific novelty and practical significance. One of the main mechanisms in regulating the ecology of land resources is the identification, evaluation and implementation of the maximum possible reserves to increase the efficiency of this process. This is a reduction of unproductive losses in the mode of use and conservation of resources and the possibility of using the basic solution as a scientific and technological progress. Digital terrain models are designed for interactive visualization. They have an effect of presence on the ground. Such models are used to substantiate measures to optimize land use in order to restore and stabilize the ecological situation, assess the natural recreational potential of the territory, monitor the components of the environment, predict the development of transformation and degradation processes and environmental phenomena.

Conclusions. Modern software products, digital methods of analysis allow versatile and reasonable approach to the issues of organization of territories, monitoring their condition and taking the necessary measures.

With the help of the constructed models and statistical data, the ecological state of the territory was studied and modern methods of restoration of disturbed areas were proposed.

Keywords: landscape-ecological research, cartographic modelling, arboretum, pollution of the natural environment.

Постановка проблеми. В екології дослідження просторового аналізу об'єктів майже не розглядаються, а ландшафтознавство навпаки – має багаті й добре вивчені традиції. Для вирішення різноманітних питань динаміки геосистем у ландшафтознавстві необхідно залучати концепції екології. Загалом в екології та ландшафтознавстві можна знайти багато спільних і взаємодоповнюючих ситуацій, теоретичних положень, методів, із синтезом яких пов'язане формування теоретичної бази ландшафтно-екології [1].

Сільськогосподарське виробництво невід'ємно пов'язане з ландшафтами, а ґрунтовий покрив та його кількісний і якісний стан є одним із найбільш вагомих компонентів земельних угідь.

Сучасні комплексні дослідження території передбачають не лише отримання необхідної інформації про ландшафт і ландшафтоутворюючі процеси, але й використання її під час екологічних досліджень. Використовуються різноманітні форми отримання ландшафтно-інформації: обґрунтування, рекомендації, спеціальні карти, схеми тощо [1].

Комплексний системний підхід до раціонального використання природних ресурсів та охорони здоров'я населення в умовах інтенсивного антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище ставить сьогодні на перший план проблему оцінки екологічного стану ландшафтів та

можливості виконання ними відповідних екологічних функцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні останнім часом накопичено чималий досвід як картографічного, так і геоінформаційного моделювання стану елементів ландшафтів. Проте залишається ще багато невирішених питань під час створення ГІС-моделей та їх методичного обґрунтування.

Заходи зі стабілізації та відновлення екологічного стану ландшафтів і ґрунтів як невід'ємної їх складової потребують екологічної оцінки стану довкілля та ефективності використання земельних ресурсів. Дана оцінка має ряд своїх територіальних особливостей, які зручніше і наочніше досліджувати картографічними методами. Це говорить про необхідність створення загальної або універсальної ландшафтно-екологічної карти, яка б забезпечувала обґрунтування конкретних рішень з екологічної безпеки територій [2].

Змістом подібної карти повинна бути максимально повна різнобічна, достовірна й об'єктивна ландшафтно-екологічна характеристика навколишнього природного середовища. Забезпечити вищезгадані потреби можна з допомогою ГІС, які використовують картографічні методи моделювання. Складність завдання визначається особливостями об'єктів дослідження – надзвичайною різноманітністю параметрів, які характеризують якісний стан довкілля.

Геоінформаційні системи дають змогу автоматизувати і прискорити процес отримання необхідної інформації у потрібний момент, інтегрування даних, що надходять з різних джерел, та забезпечення взаємодії з іншими системами і технологіями, що застосовуються у процесі управління регіональним розвитком [3].

Такі системи призначені для забезпечення органів виконавчої влади та місцевого самоврядування достовірною інформацією про сучасний стан природно-ресурсного потенціалу, людських ресурсів, навколишнього середовища, економічної і соціальної ситуації в регіоні з подальшим переходом до науково-обґрунтованого прогнозування за певними моделями. Регіональні ГІС, як комплексні, так і тематичні, мають розроблятися за підходами, прийнятими для розробки національної ГІС, запропонованими Л.Г. Руденком, В.С. Чабанюком та ін.

Згідно з дослідженнями вітчизняних (М.В. Багров, В.О. Боков та ін.) та зарубіжних учених [3-5], концептуальна модель даних для потреб еколого-природоохоронного картографування має складатися з інформації про:

- природні та соціально-економічні системи як детермінанти природокористування;
- екологічний стан регіону та його оцінку;
- заходи з оптимізації природокористування;
- очікувану ефективність від їх упровадження.

Екологічний аспект дослідження геосистем має ряд підходів. Географія як наука, що користується екологічними критеріями оцінки, може вирішувати безліч питань, що стосуються охорони й оптимізації порушених територій. Вони зводяться до управління геосистемами, яке можливе лише на екологічній основі. Екологія ж як наука є тим фільтром, через який необхідно пропустити географічну інформацію раніше, ніж її використовувати при вирішенні економічних питань.

Навколишнє природне середовище характеризується просторовою мінливістю. Саме ця властивість має велике екологічне значення. Тому географічне вивчення його є необхідною передумовою ландшафтно-екологічних досліджень. Важливою особливістю географічних досліджень є великі потенційні можливості системного підходу до вивчення природних і суспільних явищ, що можна використати у ході проведення екологічних досліджень [6].

Так, наприклад, О.О. Молчановим встановлена мінімальна лісистість території лісостепової зони у межах 20%, а О.І. Воєйковим – 17-23%. Середня величина показника оптимальної лісистості у лісостеповій зоні коливається у межах 20%. Орієнтовно таку ж площу займають лучно-степові та водно-болотні рослинні угруповання.

Згідно з оцінками відомого американського еколога Ю. Одума, ландшафтно-екологічна оптимізація території досягається при гармонійному поєднанні природних і антропогенних ландшафтів у співвідношенні 3 : 2 ландшафтно-структури.

Таким чином, мінімум 40% території будь-якого регіону лісостепу повинні бути зайняті природними ландшафтами, а згідно з Ю. Одумом – до 60%.

Отже, зусилля географії, картографії й екології спрямовані на вирішення проблеми збереження навколишнього природного середовища, а точніше – просторово-часових особливостей взаємодії організмів із середовищем. Ця взаємодія відбувається у різних соціально-природних умовах, на рівні конкретних екосистем і геосистем, тобто на певній території. Це формує новий об'єкт дослідження – геоекосистеми, що дає змогу для їх дослідження застосовувати різні географічні підходи [7].

Найважливішою рисою геосистем є їх територіальна цілісність, зв'язки, стійка структура. Кількість елементів таких систем та існуючі взаємозв'язки між ними дають загальне уявлення про масштаби цієї системи. Опис елементів є вихідною базою для вивчення її цілісності, тобто внутрішньої єдності об'єкта.

На картах відображають розташування певних явищ і притаманні їм взаємозв'язки. Наприклад, між гідрографією і рельєфом, населеними пунктами і транспортною мережею, промисловими підприємствами і їх ресурсною базою. Вони сприймаються при візуальному аналізі карти. Інші прийоми роботи з картою, наприклад, картометрія, підтверджу-

ють і кількісно характеризують структуру геосистем [8].

Основна мета і значення картографування полягають у цілеспрямованому дослідженні компонентів структури ландшафтів, динаміки природних і соціально-економічних елементів для вирішення конкретного наукового чи практичного завдання. У випадку, коли необхідне поглиблене картографічне вивчення геосистем, слід виконати ряд умов:

- провести теоретичні розробки просторової і змістовної класифікації геосистем та науковий аналіз останніх;
- встановити для всіх розділів класифікації геосистем специфіку їх картографування, що передбачає відтворення основних компонентів і взаємозв'язків, а також особливості генералізації для кожного ієрархічного рівня;
- регулярно використовувати для дослідження складних геосистем метод поділу.

У кожному конкретному випадку мета і стратегія ландшафтно-екологічних картографічних досліджень різна. Вона залежить від того, чи проводять аналіз виділеної геосистеми, чи синтезують систему із досліджених елементів. Оскільки вихідні позиції неоднакові, то планування і організація дослідження також будуть різними. При цьому необхідно проводити спостереження щодо території, часу, рівня дослідження, ступеня узагальнення, масштабу, мови [9].

Тому принцип системного картографування потребує подальшого удосконалення.

Отже, з метою реалізації процесу картографічного дослідження екологічного стану територій необхідно розробити технологічну схему створення карт на основі спеціалізованої (проблемно-орієнтованої) ГІС. У свою чергу, це забезпечить за допомогою інформаційного наповнення баз даних створення за оптимізованою технологією окремих карт та їх серій, що відображатимуть у поєднанні з просторовим аспектом як окремі процеси, так і функціонування системи в цілому.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. У літературі на сьогодні нечітко висвітлені методологічні основи ландшафтно-екологічного аналізу території, питання раціонального природокористування, вирішення екологічних проблем конкретного регіону. Для розв'язання цих питань перш за все необхідно:

- чітко сформулювати основні теоретичні та методичні аспекти екологічного аналізу й оцінки ландшафтів;
- виявити закономірності просторової різноманітності природно-антропогенних комплексів досліджуваної території, фонові геохімічні та геофізичні функції природних компонентів;
- провести структурно-функціональний аналіз антропогенних ландшафтів;
- розробити (доповнити) методику ландшафтно-екологічної оцінки властивостей природних

комплексів різних таксономічних рангів, ролі компонентів у формуванні екологічної ситуації;

- оцінити екологічний стан конкретної території, а саме дендрологічного парку на території навчального містечка ХНАУ імені В.В. Докучаєва Харківського району Харківської області.

Мета статті: аналіз ландшафтно-екологічного стану агроєкосистеми за допомогою картографічного моделювання та визначення перспективних напрямів його відновлення.

Виклад основного матеріалу. Головним завданням ландшафтно-екологічних досліджень є розробка ландшафтних основ для вирішення різноманітних екологічних проблем навколишнього середовища та наукове обґрунтування шляхів оптимізації його стану за допомогою картографічного моделювання.

Перед проведенням спеціальних досліджень необхідно мати матеріали ландшафтного польового картографування та лабораторні аналізи зразків компонентів ландшафту - як фонових, так і антропогенно навантажених та забруднених. Сьогодні використовують різні методи досліджень, а саме: ландшафтне профілювання, суцільну зйомку на ключових ділянках, спряжене апробування в автономних і підлеглих елементарних ландшафтах та ін. Навколо джерел забруднення проводиться більш детальне ландшафтно-геохімічне картографування за морфологічними одиницями і катенами. Застосовують радіальні (навколо джерела забруднення) і каскадні (у басейнах малих рік) маршрути.

Основним джерелом надходження інформації про ґрунти, їхній екологічний стан, оцінку, використання є дані ландшафтно-ґрунтових обстежень і зйомок, зафіксовані на планах, картах, знімках та моделях місцевості.

Перспективний розвиток наукових досліджень і передовий виробничий досвід картографування свідчить, що дистанційні методи вимірювань, які дозволяють охопити значні за площею території, забезпечують оперативність визначення більшості параметрів ґрунтів та ландшафтів, дають можливість автоматизувати збір, обробку, аналіз і картографічне подання просторової інформації про об'єкт. А також дедалі більшого поширення набуває напрям прогностичного картографічного моделювання, що дає змогу передбачити розвиток тих чи інших процесів у довкіллі.

Для проведення досліджень було обрано територію дендрологічного парку навчального містечка ХНАУ імені В.В. Докучаєва.

Географічне положення дендропарку. Дендропарк є частиною зеленої зони навчального містечка ХНАУ імені В.В. Докучаєва. Його площа становить 23,2 га. Розташований він на північному сході навчального містечка. На півночі парк межує з ланами дослідного поля, на північному сході – з дачним і на сході – з гаражним кооперативами, на півдні –

з житловим масивом, уздовж західної межі проходить дорога, що веде до смт Рогань, а через дорогу пролягає Парк ветеранів (рис.1).

Ґрунтово-кліматичні умови дендропарку. Тип лісорослинних умов – свіжий груд. Ґрунти – типові середньозмітні чорноземи, які підстилаються лесоподібними суглинками на товстому шарі пісків полтавського ярусу.

Ґрунти навчального-дослідного господарства ХНАУ імені В.В. Докучаєва, де розташований дендрологічний парк, об'єднують у такі агрогрупи:

65е – чорноземи звичайні слабозмітні важкосуглинкові та легкоглинкові;

66г – чорноземи звичайні середньозмітні легкосуглинкові;

66д – чорноземи звичайні середньозмітні середньо суглинкові;

63д – чорноземи звичайні лугуваті середньо суглинкові;

209г – наміті чорноземи і лучно-чорноземні легкосуглинкові ґрунти (рис.2).

Клімат континентальний з нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря $+6,5^{\circ}\text{C}$ з коливанням від $+38$ до -35°C . Безморозний період становить 113-200 днів. Середньорічна сума опадів становить 520 мм з коливанням від 330 до 740 мм. Бездощовий період може тривати від 10 до 52 днів. Термін з відносною вологістю повітря нижче 30% може становити 24 та більше діб. У ці дні можливі сухості та засухи.

Автори створили інформаційну базу для автоматизованої системи ландшафтно-екологічних карт, яка складається із бази даних картографічної інформації та бази тематичних даних про досліджувану територію.

Картографічна база даних включає матеріали:

Цифрові топокарти, які забезпечують інформацію про контури та якісний стан територій (рис.1).

Цифровий знімок на район досліджень (рис.3). Аерокосмічні знімки забезпечують оперативність одержання інформації про ландшафт, охоплення великих територій, одночасну передачу багатьох їх властивостей різними способами, які використовують увесь діапазон електромагнітного спектра. Це робить аерокосмічну інформацію одним з основних джерел у системі інформаційного забезпечення автоматизованих картографічних систем – вона докорінно змінила традиційні способи укладання ландшафтних карт. Усі ці матеріали є традиційною топографічною основою при картографуванні ландшафтів.

Поряд із суто картографічною інформацією базу даних необхідно наповнювати і статистичною інформацією.



Рис.1. Географічне положення дендрологічного парку (межа відображена чорним кольором)



Рис.2. Агровиробничі групи ґрунтів на території дендропарку

Для проведення досліджень на території дендрологічного парку були відібрані зразки з верхнього родючого шару ґрунту і визначено вміст рухомих форм важких металів (залізо, марганець, цинк, мідь, нікель, свинець, хром і кадмій) за методом атомно-абсорбційної спектрометрії.

Отримані результати показали такі результати. Накопичення елементів відбувається у зонах пониження рельєфу місцевості за рахунок стоку поверхневих і ґрунтових вод. Найнебезпечнішими з елементів є свинець, кадмій, хром, нікель, концентрації



Рис.3. Знімок території дендрологічного парку ХНАУ

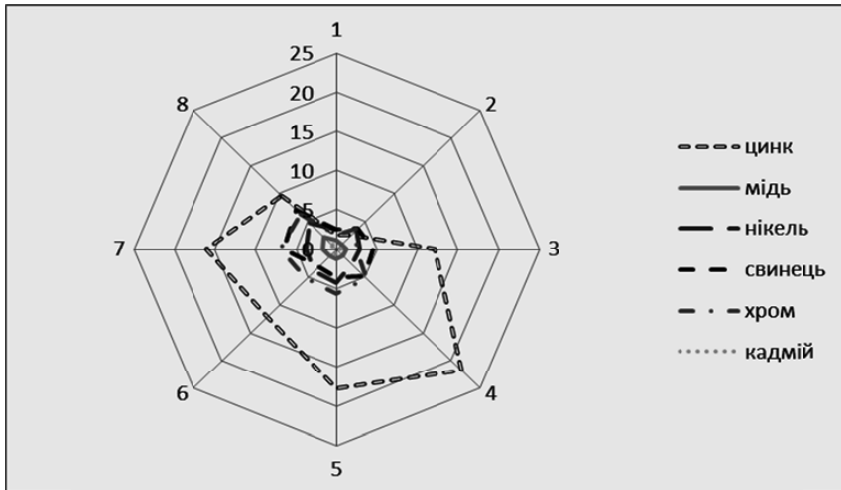


Рис.4. Інтерполяція концентрацій важких металів за глибиною (відносно найглибшої точки)

яких перевищують ГДК до 3-4 разів або знаходяться на межі перевищення (табл.1).

Найвищі концентрації вмісту важких металів були виявлені у місцях пониження рельєфу, поблизу автотраси, яка межує з парком, а також на ділянках з великою крутизною схилу (рис.4).

Дослідження впливу положення ділянки на різних елементах рельєфу та експозиціях на властивості ґрунтів до теперішнього часу мають обмежений характер.

Статистична обробка отриманих результатів мала на меті виявити залежність між вмістом важких металів і рядом показників, які могли вплинути на їх накопичення: відстань до автотраси, глибина проби, крутизна схилу і середня висота точки відбору над рівнем моря.

У результаті проведених досліджень було виконано ранжирування факторів (характеристик проб ґрунту) для показників вмісту в ґрунті заліза, марганцю, цинку, міді, нікелю, свинцю, хрому та кадмію. На першому місці опинилася висота точки відбору проб ґрунту, на другому – відстань до дороги, на третьому – крутизна схилу, а на четвертому – глибина відбору проб (табл.2).

Таким чином, можна зробити висновки, що поширення важких металів на досліджуваній території головним чином залежить від висоти рельєфу території. Тобто, з пониженням рельєфу відбувається змив і винос з ґрунтовими водами субстрату, в якому знаходяться металовмісні речовини.

На підставі отриманих результатів проведених нами досліджень можна зробити висновки про характер поведінки важких металів у ґрунтах досліджуваної території: їх можна виділити у дві групи. До першої слід віднести мідь, нікель, хром, кадмій. Їх вміст у ґрунті слабо змінюється з глибиною і практично не залежить від ландшафтного положення точки. Акумуляція в гумусовому горизонті виражена слабо.

До другої групи належать залізо, марганець, цинк і свинець. Ці елементи акумулюються головним чином у гумусовому горизонті, що може бути пов'язано з низьким вмістом гумусу в ґрунтах.

Таблиця 1

Концентрації важких металів у досліджуваних ґрунтах

Елементи	Концентрація (середнє значення), мг/кг								ГДК	
	№ з/п	1	2	3	4	5	6	7		8
Залізо		3,37	3,54	78,23	85,43	29,45	50,92	289,08	227,17	-
Марганець		40,62	16,43	228,97	147,85	103,94	52,57	185,15	215,45	50,00
Цинк		1,81	2,48	12,12	21,81	17,75	12,14	15,98	9,65	23,00
Мідь		1,16	0,86	1,15	1,16	1,28	1,17	1,67	2,23	3,00
Нікель		2,45	3,49	2,85	2,73	4,24	3,96	3,78	4,74	4,00
Свинець		2,47	3,75	4,53	4,89	3,59	3,18	6,52	7,12	2,00
Хром		1,83	3,72	2,41	5,16	5,67	5,24	6,92	6,23	6,00
Кадмій		0,17	0,19	0,52	0,63	0,63	0,42	0,57	0,73	0,70

Таблиця 2

Ранжирування факторів (характеристик зразків ґрунту)

Результативні показники	Фактори			
	висота, м	відстань до дороги, м	крутизна схилу	глибина, см
	x_5	x_3	x_4	x_1
Вміст заліза	1	3	4	5
Вміст марганцю	1	3	5	4
Вміст цинку	5	3	1	2
Вміст міді	2	4	5	3
Вміст нікелю	1	2	5	4
Вміст свинцю	2	3	4	5
Вміст хрому	1	4	2	3
Вміст кадмію	5	2	3	4
Середнє значення	2,25	3,00	3,63	3,75
Ранг фактора	I	II	III	IV

Таблиця 3

Оцінка забруднення навколишнього середовища важкими металами

Елементи	Клас небезпеки	ГДК, мг/кг	Максимальна концентрація, мг/кг	Перевищення ГДК, рази	Тип екологічної ситуації
Марганець	III	50	228,97	4,5	Кризова
Цинк	I	23	21,81	0,9	Задовільна
Нікель	II	4	4,74	1,2	Передкризова
Свинець	I	2	7,12	3,56	Кризова
Хром	II	6	6,92	1,15	Передкризова
Кадмій	I	0,7	0,73	1,04	Передкризова

Оцінка стану території приведена у таблиці (табл.3).

Все частіше під час проведення досліджень в екології застосовують багатовимірний аналіз того чи іншого об'єкта, процесу або явища. У якості математичних даних використовують всебічні характеристики досліджуваного середовища – просторові, часові, кількісні та якісні. Ураховуючи наявні дані, вид і характер інформації, що використовується під час моделювання, підбирають різні методи побудови моделей. Їх результатом є аналіз та візуальне зображення просторово-часових змін екологічного стану території.

За допомогою програмного комплексу Surfer була створена цифрова модель дендрологічного парку (рис.5).

Вона дає можливість вивчати дійсний рельєф території, скелет місцевості (лінії вододілів, тальвегів, водозбірні басейни) і зони, в яких відбувається накопичення шкідливих елементів.

Результатом проведення подібних операцій, як правило, є цифрова модель місцевості (ЦММ), яка представляє математичну 3D модель, наповнену інформацією про рельєф земної поверхні, об'єкти, розташовані на даній території, та процеси, які відбуваються в момент досліджень, а в деяких випадках – прогнози поведінки тих чи інших явищ.

ЦММ призначена для інтерактивної візуалізації і володіє ефектом присутності на місцевості. Подібні моделі застосовуються для обґрунтування заходів з оптимізації землекористувань з метою відновлення та стабілізації екологічної ситуації, оцінки природно-рекреаційного потенціалу території, моніторингу компонентів довкілля, прогнозування розвитку трансформаційно-деградаційних процесів і явищ у довкіллі (рис.6).

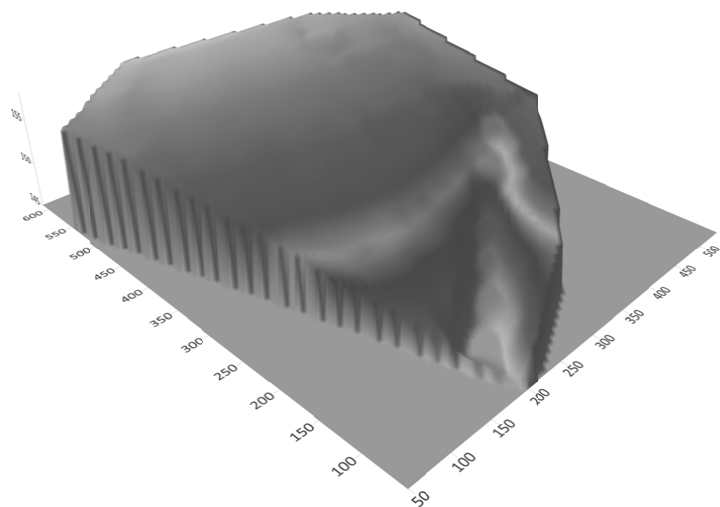


Рис.5. Цифрова 3D модель рельєфу дендрологічного парку

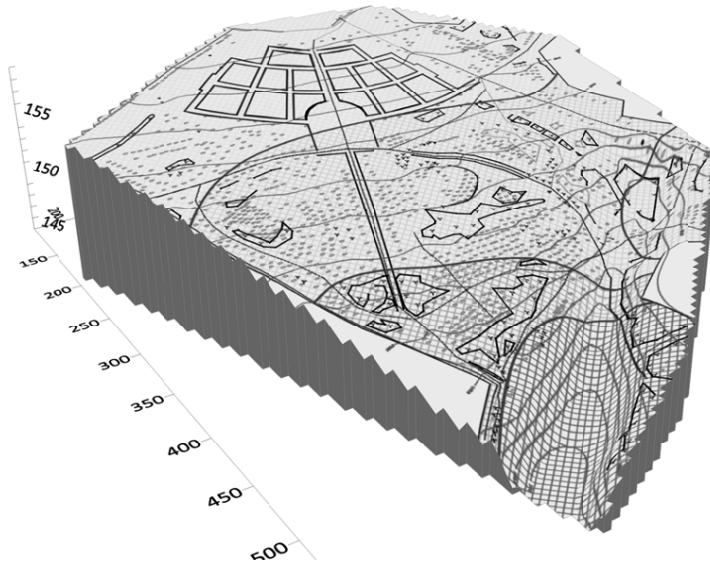


Рис.6. Розташування об'єктів на території дендропарку за ЦММ

Картографічне моделювання цікавить дослідників, оскільки це найбільш лаконічний спосіб упорядкування значного обсягу географічної інформації. Особливо актуальним даний напрям є для тих сфер, де карта – засіб створення обґрунтованих понять про просторово-часові закономірності, які відбуваються у ландшафтно-екологічній сфері досліджень. Дослідити їх, перебуваючи на місцевості, інколи абсолютно неможливо. Саме тому 3D моделювання ландшафтів має великі перспективи.

Сьогодні у літературі представлено велику кількість результатів досліджень щодо шкідливої дії важких металів на навколишнє середовище, методи їх визначення і картографування. Але питання запобігання накопиченню важких металів у ґрунтах відображені нечітко, здебільшого це дорогострокові та довгострокові заходи.

Перспективним напрямом вирішення подібних проблем, на нашу думку, є фітореємедіація [10]. Її значною перевагою є те, що ці заходи абсолютно нешкідливі для довкілля, вона є значно дешевшою від інших

методів та має суттєву суспільну підтримку. Під час запровадження методів фітореємедіації відбувається менше вторинних забруднень, фізичний і гранулометричний склад ґрунтів не погіршується, біологічна активність не зменшується, а продуктивність утримується сталою. Дана технологія найбільш зручна для очищення помірно забруднених ґрунтів, що добре підходить до нашого випадку. Така технологія є абсолютно безпечною із екологічної точки зору, оскільки не знищує природну родючість ґрунтового покриву, а редує ерозію ґрунту та підвищує його аерацію. Подібні процеси стимулюють ґрунтову мікрофлору до розкладання органічних забруднень і сприяють поглиннанню рослиною шкідливих речовин.

Висновки. Сучасні програмні продукти, цифрові методи аналізу дозволяють різноманітно й обґрунтовано підходити до вирішення питань організації територій, моніторингу за їх станом та впровадженню необхідних заходів.

З метою реалізації процесу картографічного дослідження ландшафтно-екологічного стану території було створено цифрову модель дендрологічного парку ХНАУ імені В.В. Докучаєва, яка всебічно застосовується під час розробки заходів з організації території даного об'єкта.

За допомогою побудованих моделей і статистичних даних було вивчено екологічний стан території та запропоновано сучасні методи відновлення порушених територій.

Збір, систематизація, аналіз, обробка високоякісної і достовірної інформації у результаті комплексного математичного аналізу територій та прогнозування екологічних проблем і шляхів їх вирішення або запобігання є головною метою розробки подібних методів вирішення завдань оптимальної організації території об'єктів природного та сільськогосподарського характеру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Комплексная модель для оценки состояния глобальной окружающей среды IMAGE 2.2 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rivn.ni/image>
2. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування / Е.Л. Бондаренко. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 272 с.
3. Ehlers M. Integration of Remote Sensing with Geographic Information Systems: A Necessary Evolution / M. Ehlers, G. Edward, Y. Bedard // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 1989. – Vol. 55. No.11. – P. 1619-1627.
4. Geoenvironmental Mapping - Methods, Theory and Practice. Edited by P.T. Bobrowsky. – Rotterdam: A.A. Balkema Publishers, 2001. – 725 p.
5. Oosterom P. Research and Development in 3D Cadastres / P. Oosterom // Environment and Urban Systems. - 2013. – Vol. 40. No. 1. – P. 1-6.
6. Пересадько В.А. Наукові основи регіонального еколого-природоохоронного картографування.: автореферат дис. ... д-ра геогр. наук. 11.00.12. / В.А. Пересадько. – К.: Інститут географії НАН України, 2009. - 40 с.
7. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: монографія / В.А. Пересадько. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2009. - 242 с.
8. Черваньов І.Г. Моделі геодинаміки рельєфу в дослідженнях і розробках Харківської геоморфологічної школи // Геополітика і екогеодинаміка регіонів. – 2007. – Т. 3. Вип. 2. – С. 39-44.

9. Пересадько В.А. Картографічні твори як основа створення регіональної еколого-географічної ГІС / В.А. Пересадько // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. - 2004. - Вип. 4. - С. 222-226.

10. Кравець О.П. Сучасний стан та проблеми фітоочищення ґрунтів від радіонуклідів і важких металів / О.П. Кравець // Физиология и биохимия культурных растений. - 2002. - № 34 (5). - С. 377-386.

REFERENCES:

1. Kompleksnaja model' dlja ocenki sostojanija global'noj okruzhajushhej sredey IMAGE 2.2 [Integrated model for assessing the state of the global environment IMAGE 2.2]. Available at: <http://www.rivn.ni/image>

2. Bondarenko, E.L. (2007). Geoinformacijne ekologo-geografichne kartografuvannya [Geoinformative ecological-geographical mapping]. Ky' yiv: Fitosociocentr, 272.

3. Ehlers, M., Edward, G., Bedard, Y. (1989). Integration of Remote Sensing with Geographic Information Systems: A Necessary Evolution. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55, 11.

4. Bobrowsky, P.T, ed. (2001). Geoenvironmental Mapping - Methods, Theory and Practice. Rotterdam: A.A. Balkema Publishers, 725.

5. Oosterom, P. (2013). Research and Development in 3D Cadastres. Environment and Urban Systems, 40, 1, 1-6.

6. Peresad'ko, V.A. (2009). Naukovi osnovy' regional'nogo ekologo-pry'rodooxoronnogo kartografuvannya.: avtoreferat dy's. ... d-ra geogr. nauk. 11.00.12. [Scientific fundamentals of regional ecological and environmental mapping: Abstract dis. ... Dr. geogr. sciences. 11.00.12.]. Ky' yiv: Insty'tut geografiyi NAN Ukrainy, 40.

7. Peresad'ko, V.A. (2009). Kartografichne zabezpechennya ekologichny'x doslidzhen' i oxorony' pry'rody': monograf, [Cartographic support for environmental research and conservation: Monograph]. Xarkiv: Xarkivs'ky'j nacional'ny'j universy'tet imeni V.N. Karazina, 242.

8. Chervan'ov, I.G. (2007) Modeli geodynamiky' rel'yefu v doslidzhennyax i rozrobkax Xarkivs'koyi geomorfologichnoyi shkoly' [Models of geodynamics of relief in researches and developments of the Kharkiv geomorphological school]. Geopolitics and Ecogeodynamics Regions, 3, 2, 39-44.

9. Peresad'ko, V.A. (2004). Kartografichni tvory' yak osnova stvorennya regional'noyi ekologo-geografichnoyi GIS [Cartographic works as the basis of creation of regional ecological-geographical GIS]. The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography, 4, 222-226.

10. Kravetz', O.P. (2002). Suchasny'j stan ta problemy' fitoochy'shennya g'runtiv vid radionuklidiv i vazhky'x metaliv [Current state and problems of soil phyto-purification from radionuclides and heavy metals]. Physiology and Biochemistry of the Cultural Plants, 34 (5), 377-386.

INFORMATION ABOUT AUTHORS / СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Опара Володимир Миколайович – Candidate of Sciences (Techniques), Full Professor of the Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism. V.N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: volodimiropara2019@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0128-8400>

Бузина Ірина Миколайівна – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre. V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University; e-mail: nezabudka120187@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0885-0558>

Хайнус Дмитро Дмитрович – Candidate of Sciences (Economy), Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre. V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University; e-mail: dmitry.khainus@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6097-1464>

Опара Владимир Николаевич – кандидат технических наук, профессор кафедры физической географии и картографии факультета геологии, географии, рекреации и туризма Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина; e-mail: volodimiropara2019@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0128-8400>

Бузина Ирина Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и кадастра Харьковского национального аграрного университета имени В.В. Докучаева; e-mail: nezabudka120187@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0885-0558>

Хайнус Дмитрий Дмитриевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и кадастра Харьковского национального аграрного университета имени В.В. Докучаева; e-mail: dmitry.khainus@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6097-1464>