

DOI: <http://doi.org/10.26565/2075-1893-2020-31-06>

УДК 681+ 911.9

Теоретичні й методичні основи використання ГІС-технологій та створення електронних карт при проведенні землеустрою

Володимир Опара

к. техн. н., професор кафедри фізичної географії та картографії
e-mail: vladimiropara@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2782-706X>
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

Ірина Бузіна*

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>

Дмитро Хайнус*

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>

Сергій Винограденко*

к. екон. н., доцент кафедри управління земельними ресурсами та кадастру
e-mail: s.vinogradenko15@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-6504>

Любов Коваленко*

к. пед. н., доцент кафедри управління земельними ресурсами та кадастру
e-mail: 04.08.1975@hnpu.edu.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7955-2056>

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва, навчальне містечко ХНАУ, п/в «Докучаєвське-2», Харківський район, Харківська область, 62483, Україна

Мета даної статті – дослідження застосування ГІС під час проведення землеустрою в Одеській області.

Основний матеріал. У представленій статті стисло висвітлено основні проблеми використання сучасних інформаційних технологій, які мають нині вирішальне значення для розвитку економіки, ефективного управління та покращення якості життя людей. Однією з основних рис ГІС-забезпечення та автоматизації землеустрою є широкі можливості обробки польових геодезичних даних. Вони включають у себе можливості введення даних вимірювань з паперових носіїв, а також імпорт з електронних накопичувачів даних чи безпосереднє введення координат у реальному режимі часу.

У рамках розвитку геоінформаційного картографування доцільно виділити окремим напрямом, що перебуває на перетині таких наук, як геоінформатика, землеустрій та земельний кадастр, а також картографія, – геоінформаційне картографування територій, сутність якого полягає в автоматизованому створенні та використанні карт як невід’ємної складової земельно-кадастрової системи на основі геоінформаційних технологій та земельно-інформаційних баз геоданих для вирішення різномасштабних задач.

Сучасна електронна карта як засіб або інструмент пізнання ландшафтної сфери Землі призводить до створення вторинної, тобто модельної, геоінформації. Модельну картографічну інформацію визначають шляхом аналізу і синтезу, а також шляхом обробки первинної геоінформації різними математичними методами. Її використовують для дослідження природно-антропогенних явищ за картами і для створення нових, похідних карт і картограм різного призначення.

У зв’язку зі збільшенням попиту на такі карти у господарстві України та в інших державах особливого значення набуває об’єктивна оцінка кількості інформації, закодованої на цих картах.

Висновки. Застосування ГІС-технологій під час вирішення різноманітних завдань землеустрою дозволяє зробити кардинальні зрушення у галузі забезпечення прийняття управлінських рішень різного роду й характеру щодо використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки на різних рівнях.

У результаті представлено обґрунтування, структуру, методіку і результати створення геоінформаційної бази даних для забезпечення проблем землеустрою території Одеської області.

Ключові слова: ГІС-технології, цифрові моделі місцевості, землеустрій, моделювання, аерофотознімання, космічні знімки, GPS-технології, WEB-технології.

Volodymyr Opara, Iryna Buzina, Dmytro Khainus, Serhii Vynohradenko, Liubov Kovalenko

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FUNDAMENTALS OF USE GIS TECHNOLOGIES AND CREATION OF ELECTRONIC MAPS WHEN CONDUCTING LAND MANAGEMENT

The purpose of this article is to study the use of GIS during land management in the Odessa region.

Main material. The presented article briefly highlights the main problems of using modern information technologies, which are now crucial for economic development, effective management and improving the quality of life. One of the main features of GIS support and automation of land management is the wide range of field geodetic data processing. These include the ability to enter measurement data from paper media, as well as import from electronic storage devices or direct input of coordinates in real time.

As part of the development of geoinformation mapping, it is advisable to allocate a separate area at the intersection of such sciences as geoinformatics, land management and land cadastre, as well as cartography - geoinformation mapping, the essence of which is the automated creation and use of maps as an integral part of land cadastre based on geoinformation technologies and land information geodatabases to solve large-scale problems.

Modern electronic map as a means or tool of knowledge of the landscape of the Earth leads to the creation of secondary, i. e. model, geoinformation. Model cartographic information is determined by analysis and synthesis, as well as by processing primary geoinformation by various mathematical methods. It is used to study natural and anthropogenic phenomena on maps and to create new, derived maps and cartograms for various purposes.

In connection with the increase in demand for such maps in the national economy of Ukraine and in other countries, an objective assessment of the amount of information encoded on these maps becomes especially important.

Conclusions. The use of GIS technologies in solving various land management problems allows to make radical changes in the field of management decisions of various kinds and nature regarding the use of natural resources, environmental protection and environmental safety at different levels.

As a result, the substantiation, structure, methodology and results of the creation of a geoinformation database to ensure the problems of land management in the Odessa region are presented.

Keywords: GIS technologies, digital terrain models, land management, modeling, aerial photography, space imagery, GPS-technologies, WEB-technologies.

Владимир Опара, Ирина Бузина, Дмитрий Хайнус, Сергей Винограденко, Любовь Коваленко

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Цель данной статьи - исследование использования ГИС во время проведения землеустройства в Одесской области.

Основной материал. В представленной статье кратко освещены основные проблемы использования современных информационных технологий, которые имеют сейчас решающее значение для развития экономики, эффективного управления и улучшения качества жизни людей. Одной из основных черт ГИС-обеспечения и автоматизации землеустройства являются широкие возможности обработки полевых геодезических данных. Они включают в себя возможность ввода данных измерений с бумажных носителей, а также импорт из электронных накопителей данных или непосредственный ввод координат в реальном режиме времени.

В рамках развития геоинформационного картографирования целесообразно выделить отдельным направлением, которое находится на пересечении таких наук, как геоинформатика, землеустройство и земельный кадастр, а также картография, – геоинформационное картографирование территорий, сущность которого заключается в автоматизированном создании и использовании карт как неотъемлемой составляющей земельно-кадастровой системы на основе геоинформационных технологий и земельно-информационных баз геоданных для решения разномасштабных задач.

Современная электронная карта как средство или инструмент познания ландшафтной сферы Земли приводит к созданию вторичной, то есть модельной, геоинформации. Модельную картографическую информацию определяют путём анализа и синтеза, а также путём обработки первичной геоинформации различными математическими методами. Её используют для исследования природно-антропогенных явлений по картам и для создания новых, производных карт и картограмм различного назначения.

В связи с увеличением спроса на такие карты в хозяйстве Украины и в других государствах особое значение приобретает объективная оценка количества информации, закодированной на этих картах.

Выводы. Применение ГИС-технологий при решении различных задач землеустройства позволяет осуществить кардинальные сдвиги в области обеспечения принятия управленческих решений разного рода и характера по использованию природных ресурсов, охраны окружающей среды и экологической безопасности на разных уровнях.

В результате представлены обоснование, структура, методика и результаты создания геоинформационной базы данных для обеспечения проблем землеустройства территории Одесской области.

Ключевые слова: ГИС-технологии, цифровые модели местности, землеустройство, моделирование, аэрофото-съемка, космические снимки, GPS-технологии и WEB-технологии.

Постановка проблеми. Широке використання сучасних інформаційних технологій має вирішальне значення для розвитку економіки, ефективного управління та покращення якості життя людей. Для роботи з геопросторовими даними найбільше застосування набули геоінформаційні технології, дистанційне зондування Землі, GPS-технології та WEB-технології [1].

У значній мірі цьому, в свою чергу, сприяли останні досягнення в комп'ютерних, інформаційно-комунікаційних та космічних технологіях. Саме вони дозволили отримати надзвичайно потужні засоби для становлення геоінформатики – науки «про принципи і методи цифрового моделювання об'єктів реальності у формі геопросторових даних, технології створення і використання геоінформаційних систем, виробництва геоінформаційної продукції і надання геоінформаційних послуг» [2].

У найбільш загальному сенсі, геоінформаційні системи – це інструменти для обробки просторової інформації, зазвичай чітко прив'язаної до деякої частини земної поверхні, які використовуються для її управління [3].

Всі етапи – від отримання, зберігання, обробки та аналізу геопросторової інформації до моделювання і прийняття рішення разом із програмно-технічними засобами – об'єднуються назвою ГІС-технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Широке застосування сучасних інформаційних технологій, теоретичним фундаментом яких є інформатика та геоінформатика, спричинило стрімкий і по-

тужний розвиток геоінформаційних технологій (ГІТ), які інтегрували в собі технічні й апаратні засоби, інформаційне, програмне та кадрове забезпечення.

Сьогодні у світі геоінформаційні системи (ГІС) і ГІТ набули настільки широкої популярності, що навіть важко уявити собі галузі і сфери, де вони не знайшли свого актуального відображення. ГІТ активно використовуються для розв'язання науково-дослідних і практичних задач, включаючи планування, моделювання та управління на локальному, регіональному і державному рівнях, комплексне багатоаспектне дослідження природно-економічного потенціалу в межах крупних регіонів, інвентаризацію і кадастр природних ресурсів, проектування транспортних магістралей і нафтопроводів, екологічний і економічний моніторинг, забезпечення безпеки життєдіяльності тощо.

У контексті цього сучасні ГІС мають такі підсистеми:

1. Підсистема збору даних, яка збирає і проводить попередню обробку даних з різних джерел – може бути співвіднесена з першим і другим кроком процесу картографування – збором даних і компіляцією (укладанням) карт. Початкова інформація береться з таких джерел, як аерофотознімання, цифрове дистанційне зондування, геодезичні роботи, словесні описи і абрисы, дані статистики і т. ін. Використання комп'ютера й інших електронних пристроїв, наприклад, дигітайзера або сканера, дозволяє проводити підготовку початкових даних для запису або кодування точок, ліній і областей до їх подальшого використання. Крім того, джерелами можуть бути готові цифрові карти, цифрові моделі рельєфу, цифрові ортофотознімки і багато інших.

2. Підсистема зберігання і вибірки даних дає можливість організувати просторові дані з метою їх вибірки, оновлення та редагування, дозволяє робити запити, що повертають тільки потрібну, контекстно-пов'язану інформацію, вона переносить акцент із загальної інтерпретації інформації на формулювання адекватних запитів. У загальних рисах ця підсистема зберігає або явно, або неявно, геометричні координати точкових, лінійних і площадкових геометричних об'єктів і пов'язані з ними характеристики (атрибути).

3. Підсистема маніпуляції даними і аналізу, яка, виконавши різні завдання на основі цих даних, групує і розділяє їх, встановлює параметри і обмеження та виконує моделюючі функції. Підсистема аналізу дозволяє значно спростити й полегшити аналіз просторово-пов'язаних даних, практично виключити ручну працю і значною мірою спростити розрахунки, що виконуються користувачем.

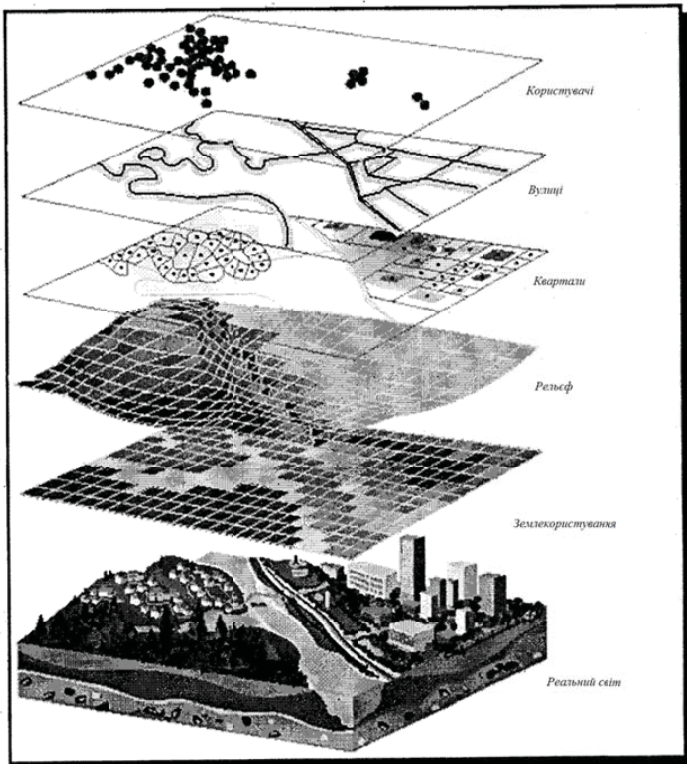


Рис.1. Приклад використання шарів у ГІС

4. Підсистема виводу, яка відображає усю базу даних або її частину в табличній, діаграмній або картографічній формі. У картографії, будь то традиційна паперова картографія або її цифровий еквівалент – комп'ютерна картографія, вихідний продукт у цілому той самий – карта. Підсистема виводу дозволяє компонувати результуючі дані у будь-якій зручній для користувача формі [3].

Структуру ГІС складає набір інформаційних шарів. Шар у даному випадку розглядається як сукупність однотипних просторових об'єктів, що відносяться до однієї теми чи класу об'єктів у межах певної території та в системі координат, яка єдина для всіх шарів.

При створенні ГІС велике значення надається вибору базових шарів, які у подальшому будуть використовуватися для суміщення та узгодження всіх даних. Приклад використання шарів можна побачити на рис.1. Зміст інформації, яка не є базовою та яку включають до предметно-орієнтованих ГІС, визначається їх призначенням. Досить чітко його можна окреслити за допомогою списку функціональних задач, для розв'язання яких власне залучаються ГІС-технології.

Суттєва перевага цих технологій полягає в тому, що вони забезпечують реалізацію нових задач шляхом надання можливостей відкривати невідомі раніше закономірності існування, взаємозв'язку і розвитку об'єктів і процесів, що досліджуються. За цих умов резонно підходити до проблеми визначення тематичного змісту інформаційного фонду предметно-орієнтованої ГІС з позиції максимальної деталізації параметрів і характеристик просторово розподілених об'єктів, систем і процесів, які є предметом досліджень.

Особливістю ГІС є те, що крім загально математичних, статистичних, текстових функцій та процедур, застосовуються спеціальні просторові функції (наприклад, обчислення площі, довжини, периметру, кутів, координат центроїдів, полігонів тощо). Ці функції в залежності від системи координат можуть виконуватись як на площині, так і на еліпсоїді [4]. Таким чином ГІС як інструмент дає можливість проводити масштабний аналіз даних, але, по-перше, необхідно створити ці дані.

Також важливою рисою геоінформаційного забезпечення автоматизації землеустрою є широкі можливості обробки польових геодезичних даних. Вони включають і введення даних вимірювань з паперових носіїв, і імпорт з електронних накопичувачів даних або безпосереднє уведення координат у реальному режимі часу в ГІС (за умови, що комп'ютер підключений до електронного геодезичного приладу або обмінюється з ним даними через радіо модем чи інфрачервоний порт) [4, 5].

Однією з істотних переваг ГІС над звичайними «паперовими» картографічними методами досліджень є можливість створення тривимірних просторових моделей [6].

Цифрова модель, записана на машинний носій у певних структурах і кодах, являє собою електронну карту. Цифрові моделі поверхонь містять різні типи інформації (рис.2).

Ефективну роботу сучасних ГІС важко уявити без застосування супутникових методів дослідження нашої планети. Дистанційне супутникове зондування Землі (ДЗЗ, або Remote Sensing) знайшло широке застосування в ГІС у зв'язку із швидким розвитком космічної техніки та звертанням авіаційного та наземного методів моніторингу.

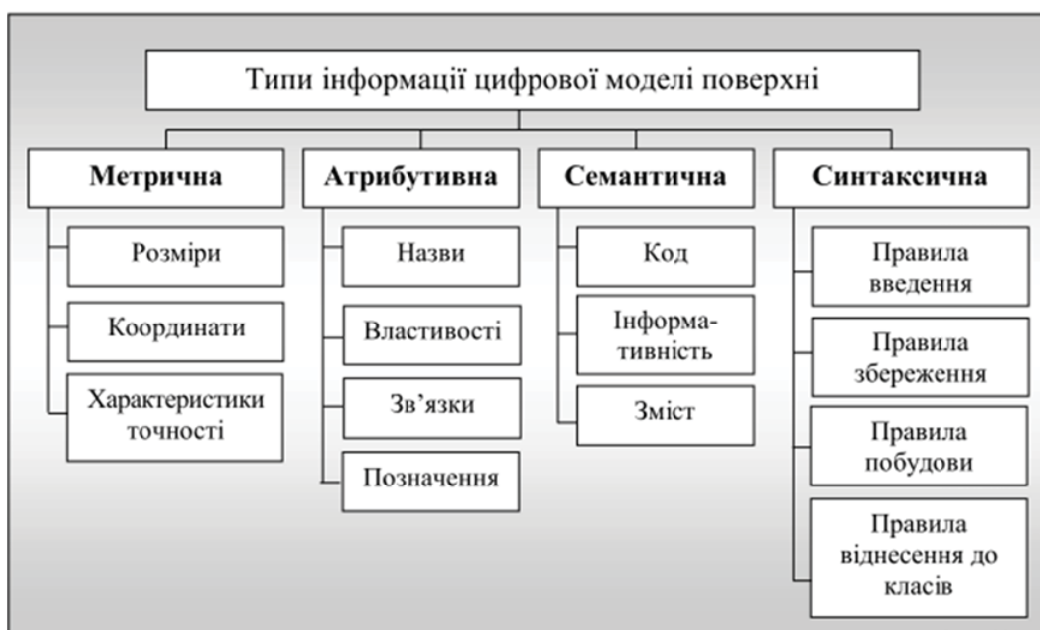


Рис.2. Основні типи інформації в цифровій моделі [6]

ДЗЗ, або Remote Sensing, визначають як процес отримання даних про об'єкт зондування на відстані без безпосереднього контакту з ним з метою вивчення його (фізичного, геологічного, біологічного та іншого) стану. Дані про об'єкти зондування отримують з використанням властивостей електромагнітних хвиль, які випромінюються, відбиваються, поглинаються чи розсіюються об'єктами зондування [7].

Відмінності і переваги космічної інформації ДЗЗ від даних, які отримані джерелами наземного та повітряного базування, в основному, обумовлені особливостями орбітального польоту – висотою і швидкістю руху космічного апарату.

У порівнянні з наземними та авіаційними методами досліджень Землі, як відмічають В.І. Лялько із співавторами [7], космічні знімки забезпечують:

- зниження витрат на одержання вихідної інформації, практично необмежену оглядовість земної поверхні;
- генералізування, тобто узагальнення зображень дрібних масштабів відносно більших, яке здійснюється у зв'язку з призначенням, тематикою вивченням об'єкта зондування;
- можливість оперативного одержання інформації щодо будь-яких територій, у тому числі важкодоступних;
- миттєве фіксування інформації щодо величезних територій в однакових фізичних умовах;
- селективність (спектральну, просторову) досліджуваних об'єктів;
- можливість постановки досліджень за дедуктивним принципом, від загального до часткового (у той час, коли традиційні методи вивчення природи основані, переважно, на систематизації та узагальнюванні часткових спостережень).

Реально можлива точність прив'язки й дешифрування мультиспектрального знімка, отриманого із супутника Quick Bird, становить не менше 10 см. Зокрема, при трансформуванні знімка засобами Erdas максимальна помилка на більш ніж 120 точках склала 6 см. Самі ж контрольні точки, зняті GPS Trimble 4600, при зрівнюванні їх як мережі згущення, мали максимальну помилку 1,4 см.

Є ще один фактор, що спричинює незаперечну перевагу застосування космічної інформації перед аерофотозніманням. Грамотне використання метаданих супутникового знімка дозволяє обійтися без стереофотограмметрії при його дешифруванні. Точне знання ефемерид супутника й Сонця на момент зйомки, а також азимута й відхилення від надира знімальної осі сенсора, дозволяє визначити поверховість будинків і висоту інших об'єктів (аж до стовпів ЛЕП і дерев), а також математично точно обчислити зсуви дахів будинків щодо їхніх фундаментів. Дані ж по рельєфу місцевості, що дозволяють одержати горизонталі з точністю до 1 м, у цей час доступні в Інтернеті [8].

Таким чином, для проведення землеустрою можуть бути застосовані такі матеріали:

- космічні знімки IRS з просторовою роздільною здатністю 5,8 м/піксел (панхроматичний сенсор) для використання на рівні масштабів 1: 10 000–1: 25 000, придатні для уточнення змін у структурі землекористувань, наявності та збереженості масивів, змін їх меж тощо;
- космічні знімки IKONOS з просторовою роздільною здатністю 1 м/піксел (панхроматичний сенсор);
- космічні знімки QuickBird II з просторовою роздільною здатністю 0,6 м/піксел (панхроматичний сенсор) або 2,4 м/піксел (мультиспектральний сенсор) дозволяють працювати в ГІС на рівні масштабів 1: 2 000–1: 1 000.

Характеристика та особливості космічних знімків QuickBird II даються у статтях Ю. Лашенкова та М.Д. Болсуновського [9]. Тут зокрема відмічається, що висока роздільна здатність і точність космічних даних забезпечуються застосуванням сучасних технологій збору, обробки і передачі даних. Отриманий з допомогою бортового цифрового сенсора продукт – це не просто зображення Землі, він є фундаментальною основою для створення багатопланових конструкцій геоінформаційних систем, вирішення задач екологічного і транспортного моніторингу, візуального аналізу ландшафтів і дешифрування географічних об'єктів, а також оновлення існуючих картографічних матеріалів масштабу 1: 5000 і крупніше.

Для обробки матеріалів ДЗЗ використовуються два основні автоматизовані методи: цифрової стереофотограмметричної обробки матеріалів аерофотозйомки та цифрової моноскопічної фотограмметричної обробки поодиноких космічних і аерофотознімків [10].

Космічні знімки QuickBird надаються користувачам в основному в обробленому вигляді. Продукти постачаються у таких варіантах: панхроматичні (PAN), мультиспектральні (MSI), продукти одночасного постачання PAN і MSI (Bundle) і кольорові продукти, отримані з метою посилення чіткості мультиспектрального зображення панхроматичним або Pansharpened Multispectral (PSM).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сьогодні у світі розроблено сотні ГІС різного призначення і різного просторового охоплення, які забезпечують можливість збереження, доступу, аналізу і картографічного подання просторової інформації у вигляді інтерактивних електронних карт. Одночасно відбувається експоненціальне зростання обсягів цифрової інформації з географічною прив'язкою, що відноситься до природного середовища, інфраструктури та суспільства. Візуалізація і аналіз геоданих є ключем до трансформування геоданих у потужну, вкрай корисну інформацію. У зв'язку з цим виникають завдан-

ня обробки та системного аналізу цієї інформації, завдання її комплексної переробки, використання для прогнозу процесів і явищ, добування з геопросторової інформації нетривіальних закономірностей і знань.

Формулювання мети статті. Застосування ГІС-технологій дозволяє зробити кардинальні зрушення в галузі забезпечення прийняття управлінських рішень щодо використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки на різних управлінських рівнях. Метою даної статті є дослідження застосування ГІС під час проведення землеустрою в Одеській області.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо основні інформаційні структури, які використовуються в ГІС. Це, в першу чергу, просторові дані, які забезпечують формування «цифрових» або «електронних» карт. Вони можуть бути представлені у растровій або векторній формі. Растрова форма задається масивом чисел, які описують параметри кожної точки. Векторний спосіб використовує математичну формулу, по якій кожного разу вираховують усі точки контуру. При цьому контур розглядається як незалежний об'єкт, який можна переміщати, масштабувати і змінювати. Векторна форма є економічною з точки зору необхідних об'ємів пам'яті, оскільки зберігає не саме зображення, а деякі основні дані, за якими відповідна програма кожного разу його відновлює. Об'єкти векторної форми легко трансформуються, ними нескладно маніпулювати практично без впливу на якість зображення. Вони максимально використовують можливості роздільної здатності будь-яких пристроїв виведення інформації.

Растрова форма являє собою сукупність окремих пікселів, які характеризуються номером у таблиці (матриці) і значенням яскравості.

Для зображення на площині просторових даних, що знаходяться на сферичній поверхні Землі, розроблені різні картографічні проєкції, кожна з яких характеризується своїм співвідношенням кутів, площ, відстаней, напрямків. Найбільше застосування в ГІС має універсальна поперечна система проєкцій і координат Меркатора. Вона використовується також при роботі з матеріалами ДЗЗ, у базах даних природних ресурсів тощо. Вона забезпечує точні вимірювання у метричній системі. Крім метричних даних, для опису об'єктів необхідно використовувати також атрибутивну інформацію – елементарні дані, які є певними характеристиками (назвами, чисельними значеннями, графічними ознаками, датами). Зберігатися атрибутивна інформація може у вигляді таблиць, посилань тощо.

Досвід застосування ГІС при проведенні землеустрою. Для оцінювання можливості використання ГІС-технологій при проведенні землеустрою розглянемо ряд заходів із використання геоінформа-

ційних технологій при проведенні землеустрою на Одещині.

На прикладі даної роботи було відпрацьовано та впроваджено нову ефективну модель розбудови системи землеохоронних заходів за рахунок коштів місцевих рад, що надходять від сплати втрат сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва. До того часу ці кошти за цільовим призначенням не використовувалися.

Одним із основних заходів було укладання схем землеустрою і техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель адміністративних районів у розрізі територій місцевих рад за такою схемою (рис.3).

Роботи виконувалися Державним підприємством «Одеський науково-дослідний та проєктний інститут землеустрою» у програмному середовищі ГІС-6.

В основу укладання схем землеустрою покладено еколого-ландшафтний та еколого-економічний підходи, враховано кращий досвід колег з інших областей та широко застосовано власні науково-технічні розробки у галузі геоінформаційних технологій. Це вперше дозволило виготовляти схеми землеустрою не тільки на паперових носіях, використовуючи певні програмні засоби лише як інструмент їх створення, але й поєднати сучасні інформаційно-аналітичні можливості ГІС-технологій з традиційними підходами класичного землеустрою [11].

Було зібрано, відскановано та прив'язано до державної системи координат: растрову підоснову масштабу 1: 10 000; проєкти формування територій місцевих рад; документацію з установлення меж населених пунктів; проєкти роздержавлення та паювання земель; проєкти внутрігосподарського землеустрою; матеріали ґрунтових обстежень; крутизни схилів; рельєфу; генеральні плани населених пунктів, опорні плани, містобудівні обґрунтування та інша містобудівна документація; нереалізовані проєкти рекультивациі, землювання, консервації, інша документація з охорони земель; індексні кадастрові плани.

Також були векторизовані межі територій місцевих рад, населених пунктів, контури земельних угідь, ареали агровиробничих груп ґрунтів, стрімкості схилів, контури полів, межі кадастрових зон і кварталів.

Було зібрано та нанесено на планову підоснову інформацію про земельні ділянки з присвоєними кадастровими номерами, а також про земельні ділянки, у яких відсутні кадастрові номери, за архівними даними; визначено контури земель запасу, резерву та фактичних землекористувачів; нанесено інформацію про дорожню мережу та залізницю; ЛЕМИ високої напруги; водо-, нафто-, газо- та аміакопроводи; об'єкти гідрографії та гідротехнічні споруди; зрошувальні системи та меліоровані землі; об'єкти культурної спадщини; артсвердловини; кладовища;

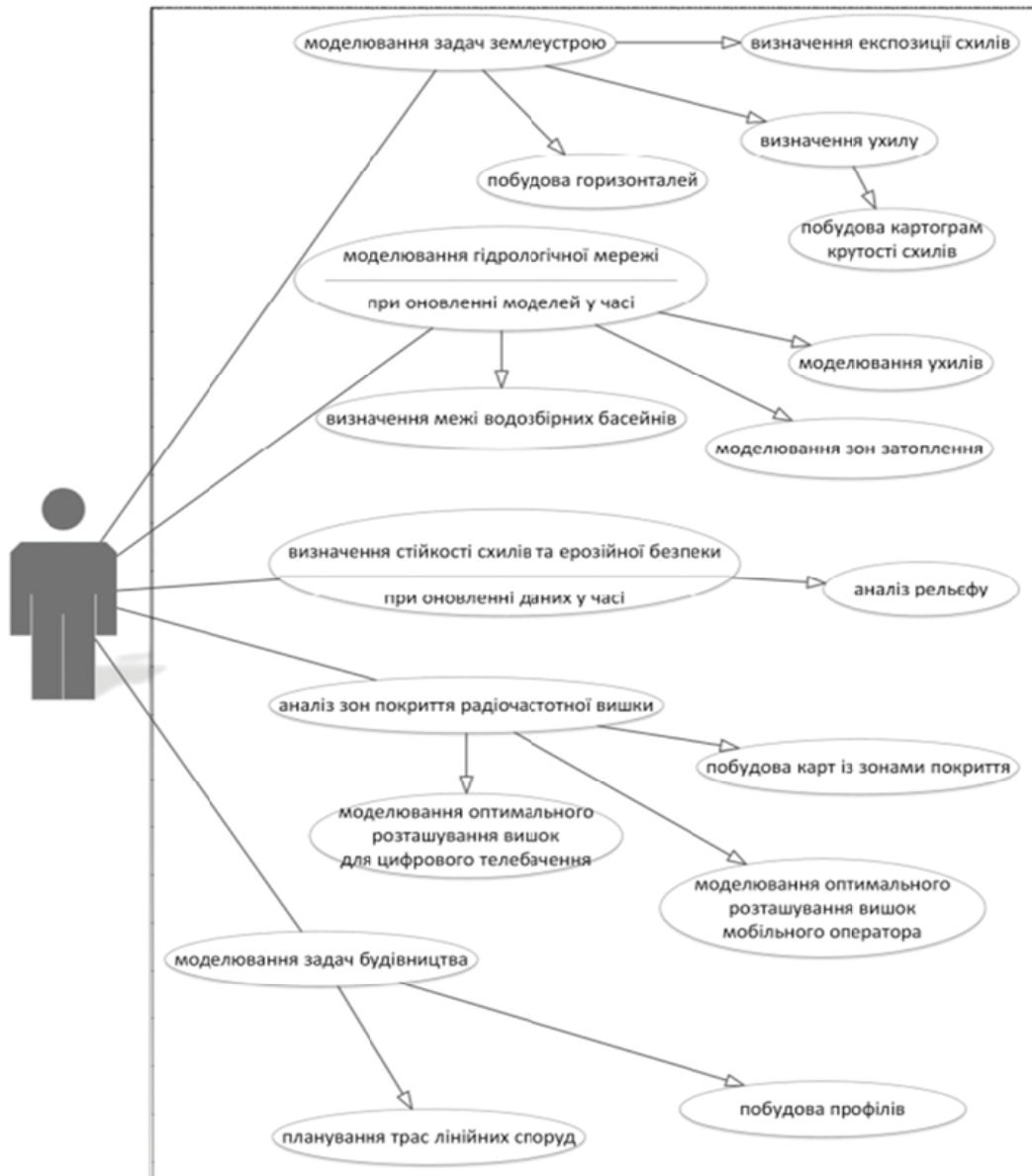


Рис.3. Структурно-логічна схема вирішення задач землеустрою за допомогою ГІС [6]

скотомогильники; сміттєзвалища; кар'єри; об'єкти екологічної мережі, рекреації та охорони здоров'я; господарські двори та інші об'єкти господарювання; агрохімічні паспорти полів; дані про середню врожайність основних культур та історію посівів у розрізі полів за останні 5-7 років; згідно із нормативами визначено межі охоронних, санітарних, санітарно-захисних та інших особливих територій і зон відповідних об'єктів.

Зібрано пропозиції місцевих рад, погоджувальних інстанцій, комунальних, транспортних та експлуатуючих організацій, власників інженерних мереж, основних розпорядників природних ресурсів та природокористувачів щодо подальшого розвитку територій та охорони земель.

На підставі проведеного аналізу зібраних та оброблених даних сформовано науково-обґрунтовані

пропозиції щодо вдосконалення структури земельного фонду за категоріями земель, угіддями та землекористуваннями; визначено систему проти-ерозійних заходів (агротехнічних, лісомеліоративних, гідротехнічних); меліоративних заходів (гідротехнічна, культуртехнічна, хімічна, агротехнічна, агролісотехнічна меліорація); об'єкти консервації (шляхом залуження, заліснення, реабілітації та регенерації); рекультивуації; перспектива розширення рекреаційних, оздоровчих, природоохоронних територій і зон; реконструкції ставків; розміщення нових і трансформацію, розширення, ліквідацію існуючих об'єктів та їх охоронних зон.

На підставі аналізу рельєфно-ґрунтових характеристик сільськогосподарських угідь, їх польової організації та придатності для вирощування основних сільськогосподарських культур сформовано

агротехнологічні групи ґрунтів, що мають стати основою контурно-меліоративної системи організації території та системи організації сівозмін. Уся електронна інформація зведена в єдині порайонні шари та упорядкована в організовану систему файлів і папок. Усього в результаті роботи в геоінформаційній системі було сформовано більше 100 електронних шарів, 90% з них – векторні, які дозволяють відображати інформацію як по кожному з об'єктів окремо, так і по видах об'єктів у межах території ради чи району, а також в автоматичному чи напівавтоматичному режимах аналізувати їх співвідношення та виводити результати аналізу у відповідні таблиці за заданим зразком.

Для зручності користування найбільш важливі інформаційні шари були скомбіновані та візуалізовані на паперових носіях у вигляді 4 основних креслень, що містять 100-відсоткове полігональне заповнення території;

- креслення існуючого стану використання земель у розрізі землеволодінь та землекористувань;
- креслення складу категорій земель у розрізі угідь;
- креслення агровиробничих груп ґрунтів та рельєфу;
- креслення перспективного використання та охорони земель.

Іншу графічну, розрахункову, описову та аналітичну інформацію, висновки та пропозиції зосереджено у пояснювальній записці, до складу якої увійшли й сформовані із ГІС-системи в Excel-форматі таблиці з семантичною інформацією про земельні ділянки, угіддя, кількісні та якісні характеристики земель за заданими шаблонами [11]. Результатом проведеної роботи стала геоінформаційна база даних, яка містить просторово пов'язані шари даних, необхідних для виконання оцінки потенціалу Одеської області на основі обраної математичної моделі. При цьому частина цифрових шарів створеної бази даних представлена у вигляді раст-

рової моделі даних (ЦМР), а частина – у вигляді векторної моделі (кордонів, адміністративного поділу, типів землекористування, доріг, гідрографічної мережі) [12]. Приклади побудованих за описаною вище методикою цифрових шарів даних представлені на рис.4.

У результаті роботи створено високотехнологічний електронний продукт з унікальними інформаційно-аналітичними та прикладними можливостями, який є основою для розробки робочої документації по кожному із запланованих заходів та їх реалізації на місцевості. Враховуючи високу вартість практичної реалізації природоохоронних заходів, створено інформаційну основу для їх системного вибору за заданим критерієм (чи то заліснення схилів, чи винос в натуру прибережних захисних смуг водних об'єктів, чи трансформація зруйнованих господарських дворів у сільськогосподарські угіддя).

Результатом розрахункової частини роботи є вартісні показники повного еколого-економічного ефекту, що може бути досягнутий в результаті реалізації передбачених схемою заходів. В основу його розрахунку покладені вартість відвернутих втрат родючого шару ґрунту та запланованого збільшення врожаю. Якщо, за підрахунками по одному з районів Одещини, загальний показник втрат ґрунту на незахищених ґрунтах внаслідок ерозійних процесів на сільськогосподарських угіддях становить близько 330 тис. тонн на рік, то при загальній площі сільськогосподарських угідь по району 11567,63 га втрати ґрунту на один гектар сільськогосподарських угідь становлять у середньому 28,65 тонн. При цьому недобір урожаю зернових від втрати однієї тонни ґрунту становить близько 9 кілограмів. При загальній площі 102 316 га ріллі по району недобір урожаю зернових становить більше 7,5 тис. тонн на рік. При ціні пшениці 3-го класу 5500 грн за тону загальна вартість втрат від недобору врожаю зернових становить близько 41 250 грн щорічно. Таким чином, розрахований відповідно до мето-

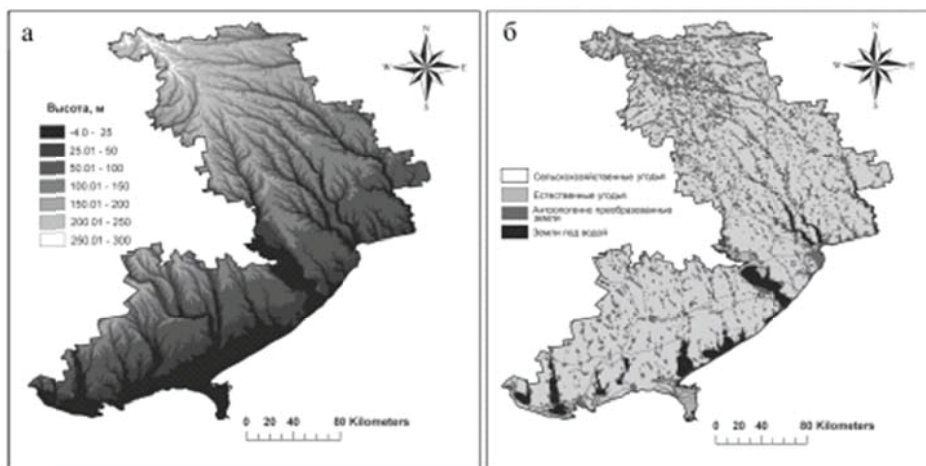


Рис.4. Цифрова математична модель рельєфу (а) та карта землекористувань (б) території Одеської області

дичних рекомендацій з еколого-економічної оцінки ґрунтозахисних заходів, повний еколого-економічний ефект від упровадження схеми землеустрою по Арцизькому району сягає 15,7 млн гривень.

Усі розроблені схеми землеустрою, згідно з чинним законодавством, погоджені з відповідними районними та обласними службами, місцевими радами, районними державними адміністраціями та затверджені рішеннями відповідних районних рад [13].

Висновки. Підбиваючи підсумки теоретичної та методичної основи використання ГІС-технологій та космічних знімків при проведенні землеустрою, необхідно зазначити, що широке використання сучасних інформаційних технологій має вирішальне значення для розвитку економіки, ефективного управління та покращення якості життя людей. Для роботи з геопросторовими даними найбільше застосування набули геоінформаційні технології, дистанційне зондування Землі, GPS-технології та WEB-технології.

Сучасний землеустрій – це інжинірингова діяльність, що дозволяє сформувати територіальні, екологічні та соціально-економічні передумови сталого розвитку Одеської області, яка має досить складні адміністративно-територіальний устрій і топоніміку.

Вирішити комплексно, ефективно та економічно доцільно усі питання проведення землеустрою

в області можливо лише із застосуванням ГІС-технологій.

А з широким упровадженням цих сучасних технологій змінилися і методи обробки даних ДЗЗ, особливо що стосується формування результату. Особливість використання геоінформаційних технологій полягає у тому, що первинна обробка даних розподіляється між підсистемою збору та попередньої обробки, а результат отримується за рахунок послідовності операцій вибірки необхідних даних ГІС, побудови та аналізу відповідної моделі або моделей, візуалізації результатів. У цьому випадку картоукладання виконується автоматизовано - як результат побудови та аналізу моделі (тематичної, топографічної та ін.).

Нині паперова карта вже не сприймається як єдине джерело інформації про землю, а перетворюється на засіб візуалізації електронної геопросторової інформації, базовим рівнем якої є векторний шар, наповнений структурованим масивом семантичних даних. Аналітична взаємодія таких шарів у сучасному ГІС-середовищі дозволяє швидко проводити обробку та аналіз будь-якої інформації про земельні ділянки, території, об'єкти, їх охоронні зони і, головне, принципово змінює сам порядок роботи землевпорядника та управлінця, перетворює інформацію на живу геоінформаційно-аналітичну підоснову усієї системи проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Готинян В.С. Геоінформаційні системи і технології / В.С. Готинян, Г.Я. Красовський, І.В. Мельник // Матеріали наради «Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Луганщини». – 2007. – С. 74–88.
2. Карпінський Ю.А. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні / Ю.А. Карпінський, А.А. Лящечко, Є.П. Волчко. – К.: НДІГК, 2006. – 108 с.
3. Лопандя А.В. Основы ГИС и цифрового тематического картографирования: Учебно-методическое пособие / А.В. Лопандя, В.А. Немтинов. – Тамбов: ТГТУ, 2007. – 72 с.
4. Джос А.Н. Геоинформационные системы и базы данных / А.Н. Джос. – Луганск: ЛНАУ, 2005. – 41 с.
5. Джос А.М. Геоінформаційні системи в кадастрових системах / А.М. Джос. – Луганськ: ЛНАУ, 2005. – 44 с.
6. Зацерковний В.І. Геоінформаційні системи і бази даних: Монографія. Кн. 2 / В.І. Зацерковний, В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, А.О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. – 237 с.
7. Лялько В.І. Використання засобів дистанційного зондування Землі і ГІС-технологій з метою оцінки фітосанітарного стану та природної пожежонебезпечності лісових масивів (на прикладі Зони відчуження ЧАЕС) / В.І. Лялько, О.Т. Азімов, М.Д. Кучма та ін. // Матеріали ГІС- форуму. – К., 2000. – С. 73–80.
8. Опара В.М. Ландшафтно-екологічні дослідження екосистем сучасними методами / В.М. Опара, І.М. Бузіна, Д.Д. Хайнус // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2019. – Вип. 29. – С. 55–63.
9. Болсуновский М.А. Снимки высокого разрешения со спутников QuickBird и WorldView. Настоящее и будущее / М.А. Болсуновский // Геопрофи. – 2005. – № 1. – С. 21–23.
10. Сінна О.І. Ландшафтно-екологічне картографування регіонального рівня: сутність та сучасні напрями / О.І. Сінна // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2011. – Вип. 14. – С. 96–100.
11. Усі гектари – в одній схемі по-одеськи [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/usi-gektari-v-odniy-shemi-po-odeski>
12. Светличный А.А. Геоинформационная база данных оценки потенциала нитратного загрязнения поверхностных и грунтовых вод / А.А. Светличный, С.В. Плотницкий [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewj2xb29rMjpAhVflosKHT3_BK0QFjACegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fvisgeo.onu.edu.ua%2Farticle%2Fdownload%2F41097%2F37430&usq=AOvVaw3bxulrPYkzorSp5QUU3fmL
13. Стойко Н. Оптимізація землекористування – невід'ємна складова ефективного землеустрою. Як реалізувати її? / Н. Стойко // Землевпорядний вісник. – 2009. – № 2. – С.37–39.

REFERENCES:

1. Goty`nyan, V.C., Krasovs`ky`j, G.Ya., Mel`ny`k, I.V. (2007). Geoinformacijni sy`stemy` i tehnologiyi [Geoinformation systems and technologies]. Materialy` narady` «Mozhly`vosti suchasny`x GIS/DZZ-technologij u spry`yanni vy`rishennya problem Luganshhy`ny`»

[Materials of the meeting «Opportunities of modern GIS/remote sensing technologies in helping to solve the problems of Luhansk region»], 74-88.

2. Karpins'kyj, Yu.A., Lyashheczko, A.A., Volchko, Ye.P. (2006). Strategiya formuvannya nacional'noyi infrastruktury` geoprostorovy`x dany`x v Ukraini [Strategy of formation of national geospatial data infrastructure in Ukraine]. Ky`yiv: NDIGK, 108.

3. Lopandja, A.B., Nemtinov, V.A. (2007). Osnovy GIS i cifrovogo tematiceskogo kartografirovanija: Uchebno-metodicheskoe posobie [Fundamentals of GIS and digital thematic mapping: Educational and methodological guide]. Tambov: TGTU, 72.

4. Dzhos, A.N. (2005). Geoinformacionnye sistemy i bazy dannyh [Geographic information systems and databases]. Lugansk: LNAU, 41.

5. Dzhos, A.M. (2005). Geoinformacijni sy`stemy` v kadastrovy`x sy`stemax [Geoinformation systems in cadastral systems]. Lugansk: LNAU, 44.

6. Zacerkovnyj, V.I., Burachek, V.G., Zheleznyak, O.O., Tereshhenko, A.O. (2017). Geoinformacijni sy`stemy` i bazy` dany`x: Monografiya. Kn. 2 [Geographic information systems and databases: Monograph. Book 2]. Nizhy`n: NDU im. M. Gogolya, 237.

7. Lyal'ko, V.I., Azimov, O.T., Kuchma, M.D., etc. (2000). Vy`kory`stannya zasobiv dy`stancijnogo zonduvannya Zemli i GIS-texnologij z metoyu ocinky` fitosanitarnogo stanu ta pry`rodnoyi pozhezhnonebezpechnosti lisovy`x masy`viv (na pry`kladi Zony` vidchudzhennya ChAES) [Use of Earth remote sensing and GIS technologies to assess the phytosanitary condition and natural safety of forest areas (on the example of Chernobyl exclusion Zone)]. Materialy` GIS-forumu [Materials of the GIS forum]. Ky`yiv, 73-80.

8. Opara, V.M., Buzina, I.M., Xajnus, D.D. (2019). Landshaftno-ekologichni doslidzhennya ekosy`stem suchasny`my` metodamy` [Landscape and ecological research of ecosystems using modern methods]. The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography, 29, 55-63.

9. Bolsunovskij, M.A. (2005). Snimki vysokogo razresheniya so sputnikov QuickBird i WorldView. Nastojashhee i budushhee [High-resolution images from QuickBird and WorldView satellites. The present and the future]. Geoprofi, 1, 21-23.

10. Sinna, O.I. (2011). Landshaftno-ekologichne kartografuvannya regional'nogo rivnya: sutnist` ta suchasni napryamy` [Landscape and ecological mapping of the regional level: the essence and current trends]. The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography, 14, 96-100.

11. Usi hektary` - v odnij sxemi po-odes`ky` [All hectares - in one scheme in Odessa]. Available at: <https://propozitsiya.com/ua/usi-gektari-v-odniy-shemi-po-odeski>

12. Svetlichnyj, A.A., Plotnickij, S.V. Geoinformacionnaja baza dannyh ocenki potenciala nitratnogo zagrjaznenija poverhnostnyh i gruntovyh vod [Geoinformation database for assessing the potential of nitrate contamination of surface and ground water]. Available at: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewj2xb29rMjpAhVFlosKHT3_BK0QFjACegQIAhA&url=http%3A%2F%2Fvisgeo.onu.edu.ua%2Farticle%2Fdownload%2F41097%2F37430&usq=AOvVaw3bxulrPYkzorSp5QUU3fmL

13. Stojko, N. (2009). Opty`mizacija zemlekory`stuvannya - nevid`yemna skladova efekty`vnogo zemleustroyu. Yak realizuvaty` yiyi? [Land use optimization is an integral part of effective land management. How to implement it?]. Land Management Bulletin, 2, 37-39.

INFORMATION ABOUT AUTHORS / СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Opara Volodymyr Mykolayovych – 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>

Buzina Iryna Mykolayivna – 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>

Khainus Dmytro Dmytrovych – Candidate of Sciences (Economics), 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>

Vynohradenko Serhii Oleksandrovych – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre. V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University. e-mail: s.vinogradenko15@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-6504>

Kovalenko Liubov Mykolaiivna – Candidate of Sciences (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre. V.V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University. e-mail: 04.08.1975@hnpu.edu.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7955-2056>

Opara Vladimir Nikolaevich – 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>

Винограденко Сергей Александрович – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и кадастра Харьковского национального аграрного университета имени В.В. Докучаева. e-mail: s.vinogradenko15@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-6504>

Коваленко Любовь Николаевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и кадастра Харьковского национального аграрного университета имени В.В. Докучаева. e-mail: 04.08.1975@hnpu.edu.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7955-2056>