

## Можливості ГІС-технологій в аспекті здійснення крупномасштабного ландшафтного картографування під час польових практик студентів-географів

**Аліна Овчаренко**

аспірант кафедри фізичної географії та картографії  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна  
e-mail: alina\_06ov@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8500-4152>

У статті представлено експериментальні результати обробки даних космічних знімків з просторовою роздільною здатністю каналів від 3 до 60 м.

**Мета статті.** Метою статті є представлення й обґрунтування різних варіантів використання даних космічних знімків і технологій геоінформаційних систем (ГІС-технологій) для вирішення різноманітних задач з урахуванням попереднього досвіду дослідження.

**Основний матеріал.** Автор пропонує використовувати Sentinel-2 та PlanetScope для укладання великомасштабних карт різних за площею територій. На основі вдосконалення методики (використаної автором раніше) запропоновано виділити рослинні угруповання як орієнтовні об'єкти індикативних контурів із використанням даних дистанційного зондування. Другий орієнтовний об'єкт - контури водних тіл. Ми пропонуємо використовувати кольори (RGB), форми та шорсткість для ідентифікації контурів об'єктів, але враховуючи фактичний матеріал польових виходів на ключові ділянки. Ці характеристики можуть побічно визначати геоморфологію. На основі спектральних характеристичних зображень ми розглядаємо пори року, періоди вегетації і територію. Під час практики студенти обробляють набір даних для різних періодів та аналізують цю інформацію для дослідження зміни ландшафту. На основі досліджень з 2015 по 2019 рік формується база даних для ландшафтного моніторингу заповідної території. Автор зі студентами та іншими дослідниками визначив, що необхідно окремо проаналізувати північну та південну частини національного природного парку «Слобожанський». Інструменти QGIS і ArcGIS дозволяють підготувати дані та зробити оверлейний аналіз для укладання карти-гіпотези, а потім і результуючої карти.

**Висновки і подальші дослідження.** Встановлено, що кількість класів і спосіб класифікації залежать від властивостей об'єктів дослідження. Найкращі результати показали виділення контурів рослинних угруповань методом автоматичної класифікації за допомогою визначення ключових ділянок.

Експериментально встановлено, що дешифрування космічного знімку PlanetScope надає найкращі результати на незначних за площею ділянках. Для дешифрування більшої за площею території найкращі результати надає Sentinel-2, дані тематичного зображення якого більш узагальнені. На основі отриманої інформації з тематичних карт ми маємо атрибутивні дані про рельєф, геологічну будову, ґрунти для кожного контуру. Вся інформація буде використана для бази моніторингу ландшафту в національному природному парку «Слобожанський».

**Ключові слова:** Sentinel-2, PlanetScope, класифікація, рослинні угруповання, образ ландшафту.

Аліна Овчаренко

### ВОЗМОЖНОСТИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В АСПЕКТЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО ЛАНДШАФТНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВО ВРЕМЯ ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК СТУДЕНТОВ-ГЕОГРАФОВ

В статье представлены экспериментальные результаты обработки данных космических снимков с пространственным разрешением каналов от 3 до 60 м.

**Цель статьи.** Целью статьи является представление и обоснование различных вариантов использования данных космических снимков и технологий геоинформационных систем (ГИС-технологий) для решения различных задач с учётом предыдущего опыта исследования.

**Основной материал.** Автор предлагает использовать Sentinel-2 и PlanetScope для составления крупномасштабных карт разных по площади территорий. На основе совершенствования методики (использованной автором ранее) предложено выделить растительные группировки как ориентировочные объекты индикативных контуров с использованием данных дистанционного зондирования. Второй ориентировочный объект - контуры водных тел. Мы предлагаем использовать цвета (RGB), формы и шероховатость для идентификации контуров объектов, но учитывая фактический материал полевых выходов на ключевые участки. Эти характеристики могут косвенно определять геоморфологию. На основе спектральных характеристических изображений мы рассматриваем времена года, перио-

ды вегетации и территорию. Во время практики студенты обрабатывают набор данных для различных периодов и анализируют эту информацию для исследования изменения ландшафта. На основе исследований с 2015 по 2019 год формируется база данных для ландшафтного мониторинга заповедной территории. Автор со студентами и другими исследователями определил, что необходимо отдельно проанализировать северную и южную части национального природного парка «Слобожанский». Инструменты QGIS и ArcGIS позволяют подготовить данные и сделать оверлейный анализ для составления карты-гипотезы, а затем и результирующей карты.

**Выводы и дальнейшие исследования.** Установлено, что количество классов и способ классификации зависят от свойств объектов исследования. Наилучшие результаты показали выделения контуров растительных сообществ методом автоматической классификации с помощью определения ключевых участков.

Экспериментально установлено, что дешифровка космических снимков PlanetScope даёт лучшие результаты на незначительных по площади участках. Для дешифровки большей по площади территории лучшие результаты даёт Sentinel-2, данные тематического изображения которого более обобщённые. На основе полученной информации с тематических карт мы имеем атрибутивные данные о рельефе, геологическом строении, почвы для каждого контура. Вся информация будет использована для базы мониторинга ландшафта в национальном природном парке «Слобожанский».

**Ключевые слова:** Sentinel-2, PlanetScope, классификация, растительные сообщества, образ ландшафта.

Alina Ovcharenko

### POSSIBILITIES OF GIS-TECHNOLOGIES IN IMPLEMENTING LARGE-SCALE MAPPING DURING FIELD PRACTICES OF STUDENTS-GEOGRAPHERS

Experimental results of remote satellite data processing with different resolution from 3 to 60 m of bands are discussed in the article.

**The purpose of the article** is to present and justify various options for using satellite imagery data and technologies of geographic information systems (GIS technologies) to solve various problems, taking into account previous research experience.

**The main material.** The author suggests using Sentinel-2 and PlanetScope to compile large-scale maps of territories of different sizes. Based on the improvement of the methodology (previously used by the author), it is proposed to distinguish plant groups as indicative objects of indicative contours using remote sensing data. The second reference object is the contours of water bodies. We propose using colors (RGB), shapes and roughness to identify the contours of objects, but given the actual material of the field outputs to key areas. These characteristics can indirectly determine geomorphology. Based on spectral characteristic images, we consider the seasons, vegetation periods, and territory. During the field practice students process a data set for different periods and analyze this information to study landscape changes. Based on studies from 2015 to 2019, a database for landscape monitoring of the protected area is being formed. The author with students and other researchers have determined that it is necessary to separately analyze northern and southern parts of the Slobozhansky National Nature Park. QGIS and ArcGIS tools allow you to prepare data and do overlay analysis to compile a hypothesis map, and then the resulting map.

**Conclusions and further research.** It is established that the number of classes and the classification method depend on the properties of the objects of study. The best results were shown by isolating the contours of plant communities by the method of automatic classification by identifying key areas.

It has been experimentally established that the decoding of satellite images PlanetScope gives the best results in small areas. For decoding of a larger area, Sentinel-2 gives the best results, the thematic image data of which is more generalized. Based on the information received from thematic maps, we have attributive data on the topography, geological structure, soil for each contour. All information will be used for the landscape monitoring base in the Slobozhansky National Nature Park.

**Keywords:** Sentinel-2, PlanetScope, classification, plant communities, landscape image.

**Вступ.** Відслідковування стану й змін ландшафтів традиційними польовими методами потребує тривалого часу та значних витрат коштів і зусиль, тому сучасні ландшафтні дослідження проводяться з використанням даних ДЗЗ (дистанційного зондування Землі). Проте, технічні засоби й метричні можливості використання знімків суттєво випереджають змістовну інтерпретацію отримуваних геоданих, передусім через те, що перше здійснюється у межах інженерних проектів, а інтерпретація залишається неформалізованою частиною пізнавального процесу. Тому за даними космічних знімків відносно легко розпізнаються контури, але їх змістовне наповнення є проблемним.

Суттєвим здобутком у досвіді кафедри фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна є залучення до активної наукової співпраці студентів старших курсів під час літньої польової практики та камеральних підготовчих і підсумкових робіт. Це надає можливість не лише опанувати високі технології конструктивної географії, але й створювати кінцевий продукт у вигляді великомасштабної ландшафтно-карти укупі з базою даних. Остання придатна для ландшафтного проектування і моніторингу, що доведено позитивним досвідом співробітників кафедри. Усі матеріали, наведені нижче, отримані авторкою саме у такий спосіб.

**Вихідні передумови.** Серед вітчизняних методик дослідження ландшафтної структури відомі роботи М.О. Маринича, П.Г. Шищенка, М.Д. Гродзинського, В.Т. Гринецького, В.М. Пашенка, В.П. Брусака та інших [7]. Досвід застосування ДЗЗ та ГІС-технологій узагальнено й висвітлено у роботах Г. Байрак [1], Т.В. Бобри, О.І. Личака [2]. Дослідження окремих компонентів ландшафтів із використанням космічних знімків Sentinel-2 та PlanetScore безпосередньо здійснено І.Ф. Романчуком, О.І. Сахацьким та О.А. Апостоловим [9]. Ю.І. Перепечина, О.І. Глушков і Р.С. Корсіков [8] визначали показники лісів за допомогою обробки даних Sentinel-2. А.П. Богданов, Р.А. Алешко [3] представили методику обробки космічних знімків Sentinel-2 для виявлення ознак погіршення фізіологічного стану окремих дерев чи деревостану. Компанія «Совзонд» представила результати використання космічних знімків PlanetScore для аналізу ходу і наслідків затоплення населених пунктів при повенях [5]. Окремі дослідження присвячені моніторингу стану посівів за допомогою вегетаційних індексів на основі обробки каналів Sentinel-2 [1, 3, 8, 9, 12, 14 та ін.].

Методика геоінформаційного картографування окремих компонентів ландшафтів представлена в роботах Т.Хое, П.Х. Вербурга, Т.Р. Лавленда, Д. Лопеза, Ц. Фрона, які вивчали динаміку ландшафтів, моделюючи зміни з використанням даних ДЗЗ у поєднанні із сучасними польовими зйомками [12].

Моніторинг рослинного покриву, ґрунтового покриву, моніторинг стану атмосфери активно проводиться у межах природоохоронних територій у Великій Британії, Швеції, Німеччині, США, Естонії, Австралії. Індикатором ландшафтних змін виділяють переважно рослинний покрив, який ідентифікується засобами ГІС через супутникову інформацію. Адже більшість досліджень присвячена моніторингу ландшафтів як середовища існування біологічних видів. Моніторинг ландшафтів водно-болотних угідь активно проводиться у Швеції [14].

Моніторинг наслідків задля відновлення зв'язків у ландшафтах представлено в роботах Д. Ватсона, В. Дойєра, С. Бенкса, які засобами ГІС-технологій проводять оцінювання ступенів впливу для подальшого покращення ситуації в рамках ареалів розповсюдження біологічних видів [15].

Аналіз змін ландшафту через рослинні угруповання, які виступають як індикатори у моніторингу довкілля, представлено в роботі Х. Альфана, який детально описував методичні особливості його проведення [11].

Особливе місце у дослідженнях такого спрямування належить науковцям кафедри фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Є.О. Вариводі, С.Є. Ігнат'єву, О.В. Бодні, О.І. Сінній та їх співавторам [4 - 6].

У статті наведено досвід застосування даних про стан території національного природного парку (НПП) «Слобожанський», розташованого у Лівобережному Лісостепу України переважно в долині р. Мерло (лівої притоки Ворскли басейну Дніпра).

Робота виконана в рамках Угоди про наукову, освітню та творчу співпрацю між НПП «Слобожанський» та факультетом геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Корисною особливістю роботи є залучення до неї студентів географічного відділення, які протягом 5 років проходять виробничу практику на теренах НПП. Результати роботи частково впроваджено в науково-дослідну роботу відділів науки та освіти і рекреації НПП «Слобожанський».

**Метою дослідження** є змістовна інтерпретація даних високоточної космічної зйомки серій Sentinel-2 та PlanetScore на основі атрибутивних даних інших предметних галузей (ґрунтової, геоботанічної) та безпосередніх спостережень авторки в аспірантсько-студентських наукових загонах протягом 2015-2018 рр. та під час керівництва літньою виробничою практикою студентів у 2019 р. Завданнями досліджень були такі:

- ознайомлення з можливостями розпізнавання інформації з космічних знімків Sentinel-2 і PlanetScore у порівнянні з традиційними матеріалами середньомасштабної зйомки та отримання змістовних геоданих;

- експертиза методів класифікації, які могли б застосовуватись для розпізнавання інформації, з використанням еталонних ділянок, покритих ландшафтною зйомкою [4 - 6, 10, 13];

- дослідження космічних знімків серій Sentinel-2 в аспекті автоматичної класифікації з навчанням та створення субрегіональної бази даних;

- оверлейний аналіз супроводжуючих атрибутивних матеріалів для укладання карти-гіпотези досліджуваної території на основі комплексної інтерпретації супутникових даних (перш за все щодо розпізнавання й картографування рослинних угруповань) та встановлення змістовного ландшафтного наповнення контурів.

**Виклад основного матеріалу.** *Об'єкти дослідження (ОД).* *Натурним ОД* є територія НПП «Слобожанський», *науковим ОД* слугує ландшафтна структура цієї території на рівні фацій, *предметом* - аналіз дистанційної цифрової інформації з супутників Sentinel-2 і PlanetScore та польової ландшафтної зйомки для напівавтоматичного ландшафтного картографування.

*Методи дослідження.* Ознайомлення з особливостями різноманіття каналів і просторового розширення космічних знімків Sentinel-2 та PlanetScore дало можливість визначити інформативність джерел ДЗЗ, які раніше не застосовувалися для розв'язання таких завдань.

Використання смартфонів як польових засобів знімання потребує використання відповідних програм: NextGis, ArcGis for mobile та інших, про що більш детально написано у роботах [4, 6].

Безпосередньо авторкою здійснені відбір доцільних варіантів комбінацій оптичних каналів, діалогову й автоматичну обробку даних ДЗЗ з навчанням і напівавтоматичне ландшафтне картографування на ключових ділянках та перевірку контурів, виділених на карті-гіпотезі.

*Вихідними матеріалами для виконання роботи були:* великомасштабна ландшафтна карта НПП «Слобожанський» рівня фацій (попередньо укладена автором під керівництвом доц. О.В. Бодні); геоані космічних знімків Sentinel-2, PlanetScore у цифровому поданні; польовий фактичний матеріал (опис фацій).

*Експлікація території.* Територія представлена ділянками заплави, першої та другої надзаплавних терас Мерли та невеликою частиною правобережного прирічкового схилу (рис.1). Заплава сильно заболочена і подекуди важко доступна й незручна для проведення польової ландшафтної зйомки класичними методами. У роботі перераховані й охарактеризовані природно-територіальні комплекси на рівні місцевостей, які були виділені в рамках Проекту створення національного природного парку.

НПП «Слобожанський» розташований у межах:

- схилової прирічкової місцевості: похило схилі слабо розчленовані верхів'ями балок ділянки схилів плакорів та похило опуклі міжбалкові ділянки з чорноземами типовими середньогумусними, опідзоленими, реградованими, темно-сірими лісовими ґрунтами переважно на лесових породах із сільськогосподарською рослинністю;

- балково-долинної: похилі улоговини стоку з лучними, часом лучно-болотними ґрунтами на ле-

сових породах з бур'янистою, лучною різнотравно-злаковою та лучно-болотною рослинністю;

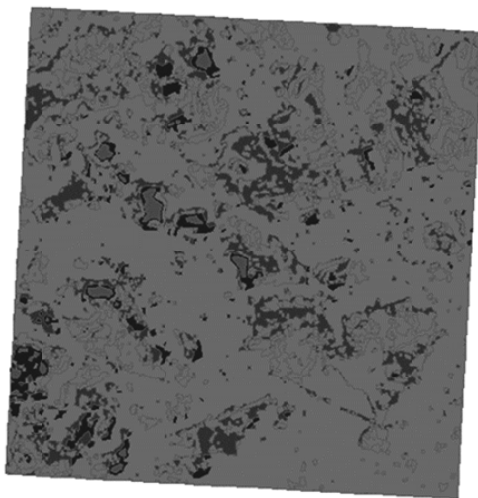
- піщано-терасованої долинної місцевості: заозерені піщано-борові місцевості та фрагменти заплавлених місцевостей.

У рамках Проекту організації території було проведено картографування ландшафтної структури на рівні урочищ [6]. Зокрема, її розробником була О.І. Сінна під керівництвом О.В. Клімова в 2013 році.

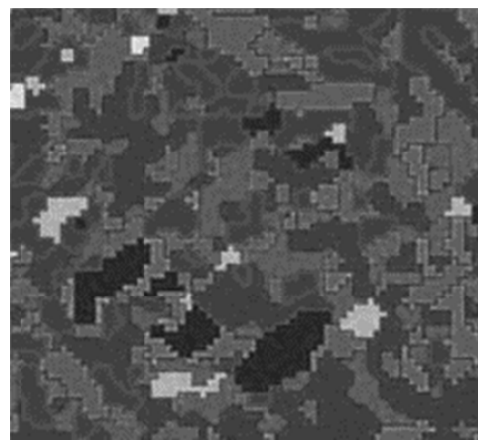
*Здійснення дослідження.* Перед тим, як розпочати роботи з обробки даних космічних знімків, досить важливим питанням був аналіз території дослідження. Такий аналіз поєднує як теоретичні, так і практичні розробки.

Ландшафтна карта на рівні урочищ, запозичена з більш ранньої роботи [5], є недостатньою для прослідкування короткочасових процесів та виявлення тенденцій, хоча й придатна для аналізу тенденцій за більш значні проміжки часу (десятьки років). З огляду на це, наше дослідження було зосереджене на вивченні комплексів нижчого за урочища рангу – фацій. Зазначимо, що фація не є традиційною одиницею ландшафтної зйомки (Міллер) [5]. Проте сучасні методики дистанційних досліджень дозволяють фіксувати характеристики ділянок меншого рангу, ніж урочище, залежно від швидкозмінності перебігу процесів зміни ландшафтної системи.

Експериментально було встановлено, що космічні знімки з розширенням 30 м та 15 м – Landsat-8 – генералізують виділи фацій, а більш детальні космічні знімки, наприклад, PlanetScore з розширенням 3 м – навпаки, надто мозаїчно подають структуру ландшафтів нижчого рангу. В залежності від того, яка задача поставлена, необхідно враховувати детальність результатів обробки космічного знімку. Так, нами визначено, що для моніторингу зміни ландшафтів



a



b

Рис.1. Результати класифікації: a – Planet Scope, b – Landsat-8

в районі боліт і озер найкращі результати можна отримати, використовуючи більш детальні дані PlanetScore; якщо слід дослідити ландшафти більшої за площею території, краще обрати Sentinel-2 (територія природоохоронної зони, наприклад). Для території більшої, ніж природоохоронний об'єкт, більше підходять середньомасштабні матеріали Landsat-8. У цьому останньому випадку відбувається автоматична генералізація виділів рівня фацій (рис.1).

Виходячи із завдання якомога більш детального аналізу, для моніторингових досліджень було обрано космічний знімок Sentinel-2 (на основі порівняльного аналізу з PlanetScore, Landsat-8).

*Предметом дослідження* є безпосередній аналіз технічних можливостей оптичних каналів сканувань та інтерпретація отриманих у такий спосіб геоданих.

Космічні знімки Sentinel-2 складаються із 13 спектральних каналів у видимій, ближній інфрачервоній та короткохвильовій зонах спектру. Кожний канал має різну роздільну здатність (10 м, 20 м, 30 м, 60 м), тому саме спільне використання їх вже є дослідницьким завданням. Супутник проводить зйомки з проміжком часу 2-3 дні (у наших середніх широтах), що у певних випадках (суттєва зміна погоди, короткотривалі фенофази тощо) вимагає відповідної корекції індикативних спек-

тральних якостей. PlanetScore – це космічні знімки високої роздільної здатності (3 м), які дозволяють класифікувати географічні об'єкти з високою точністю, але в межах локальної території дослідження. Встановлено, що окремі компоненти ландшафтів, у тому числі й реліктові озера і болота, які є візитною карткою НПП «Слобожанський», збереглися з часів останнього льодовикового періоду, тому їх рослинні угруповання є унікальними для Харківської області.

В останні роки відбувається скорочення площі відкритого водного дзеркала озер через їх заростання, а також зменшення площі боліт, внаслідок діяльності наявних гідротехнічних споруд на річці Мерло. Зміна водного балансу помітна візуально при проведенні польових досліджень та при дистанційних методах отримання інформації.

Важливим аспектом при виборі даних ДЗЗ є інтерпретаційні характеристики. Відомо, що індикатором у ландшафтознавстві може слугувати будь-який об'єкт, який доступний органам сприйняття або безпосередньо на місцевості, або на даних ДЗЗ. Для ідентифікації ландшафтів рівня фацій ми враховуємо перш за все рослинні угруповання. Проте за низкою ознак на космічному знімку можна розпізнати опосередковано елементи рельєфу, ґрунти, четвертинні відклади. Для виділення контурів рослинності ми застосовуємо «еталони», що в польових умовах від-

повідає методу ключових ділянок; урахувавши комбінацію каналів космічних знімків, візуально визначаємо жорсткість чи навпаки – плоскість поверхні. Знаючи, після проведення рекогносцировки території, загальний видовий склад рослинності, можна визначити мезоформи рельєфу. На території НПП поширені породи – береза і сосна. Відомо, що береза є більш вологолюбною рослиною, отже, в місцях, де є березняк, – пониження рельєфу, а сосна росте на підвищеннях першої надзаплавної тераси.

Представлена удосконалена методика ландшафтних досліджень полягає у створенні образу ландшафту на основі всіх даних. Якщо традиційно ландшафтна ідентифікація визначається безпосередньо через натурний об'єкт – через пряме вивчення ознак і властивостей компонентів, то дана методика поєднує формування образів в уяві дослідника після польових досліджень на ключових ділянках, перенесенню цієї інформації на інтерпретацію об'єктів зображення через дешифрування космічних знімків з урахуванням картографічних матеріалів дрібнішого масштабу (карт топо-

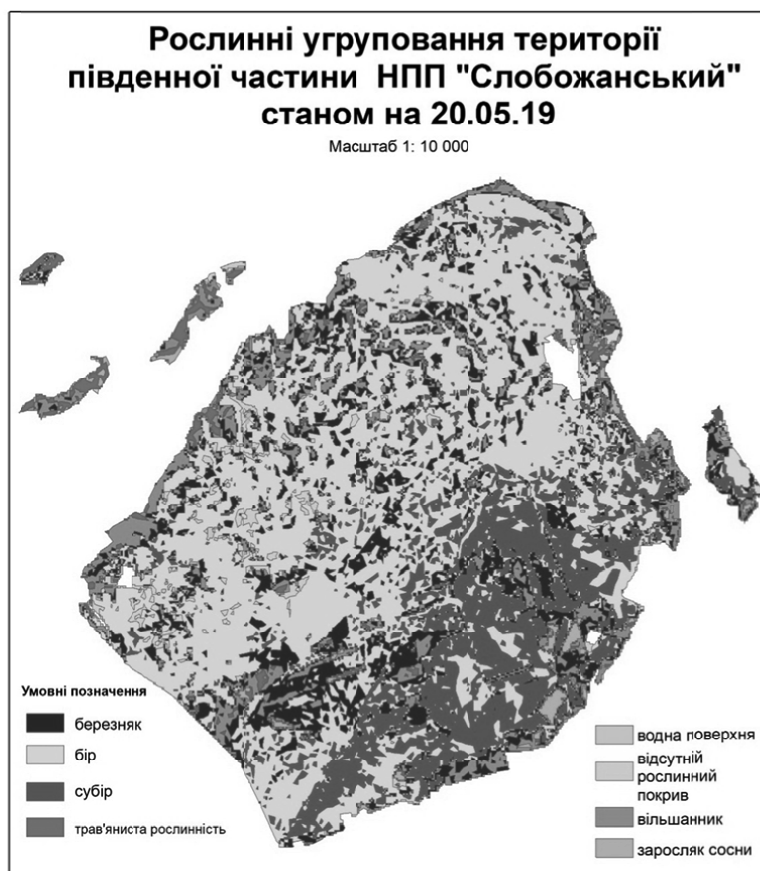


Рис.2. Карта рослинних угруповань південної частини НПП «Слобожанський»

графічної, геоморфологічної, ґрунтів) та укладання карти-гіпотези на основі формування загальної ландшафтної картини в уяві дослідника.

Космічні знімки Sentinel-2, як уже зазначалося, представлені 13 спектральними каналами у видимій, ближній інфрачервоній (VNIR) та короткохвильовій зонах спектру (SWIR).

Кожний канал має різне розширення. Представлення результатів фаціальної структури території з використанням даних космічних знімків Sentinel-2 потребує дешифрування за космічними знімками рослинних угруповань. Роздільна здатність окремих каналів (band 2, band 3, band 4, band 8) – 10 м, що дозволяє більш детально дешифрувати рослинний компонент. Створення багатоканального спектрального зображення потребує об'єднання спектральних каналів band 2 - band 12 за допомогою програмного забезпечення QGIS і надає можливість комплексної характеристики контурів.

Проведення експериментального дешифрування космічних знімків показало, що для отримання більш достовірного результату щодо рослинності необхідно виділяти контури окремо для північної та окремо для південної частини парку, оскільки технічно важко розрізнити, наприклад, листяні породи в період активної вегетації. Вибір сезонності космічного знімку відіграє ключову роль у виборі еталонних ділянок.

Класифікація з використанням еталонних ділянок проводиться за допомогою можливостей інструментів QGIS (Semi Automatic Classification Plugin) або ArcGIS (ENVI tools – Classification with training).

Для прикладу подана карта рослинних угруповань, укладена автором та студентами за даними Sentinel-2 (рис.2).

У ході практичного виділення класів було встановлено, що оптимальні результати для території дослідження можна отримати виділенням 7 класів

рослинності та 1 класу водних об'єктів. Завдяки застосуванню відомого методу мінімальних відстаней, отримано нове тематичне зображення. Застосування методів подальшої обробки (фільтрів) дозволило позбутися «шумів» (паразитарних сплесків чи провалів на зображенні) та генералізувати виділи при дослідженні значної території (фільтр Nearest Neighbor у програмі ArcMap).

Експериментально визначалися можливості виділення контурів за допомогою космічних знімків високої роздільної здатності (3 м) PlanetScore, що надало можливості незалежно перевірити й експериментально підтвердити висновки автора щодо вибору даних. Проте, останнє залежить від конкретно поставленої задачі й обраної території. Методика, яка детально розкрита для PlanetScore, нами була застосована і для Sentinel-2.

Для обраного для експерименту космічного знімку Planet Score було застосовано метод напівавтоматичної класифікації. Його сутність полягає у тому, щоб використати добре досліджені еталонні ділянки за взірцем для розпізнавання всієї іншої території (класифікація з навчанням). Отримано складну мозаїчну структуру рослинних угруповань та гідрографічних об'єктів (боліт), яка не піддається просторовій структуризації (рис.3 - 5).

Візуальне порівняння цих зображень (насправді воно здійснюється апаратно за програмою) показує суттєву розбіжність як щодо виділених контурів, так і щодо їх віднесення до певних класів, бо залежить у часі від сезонних чи погодних змін оптичних властивостей. Отже, надалі постає питання про створення більш об'єктивної картини із застосуванням засобів тематичного картографування. Проте, для ландшафтознавчих досліджень території в обраному більш дрібному масштабі така інформативність є надлишковою, тому потрібна попередня генералізація контурів.



Рис.3. Рослинні угруповання (знімок 22 травня 2017 р.)

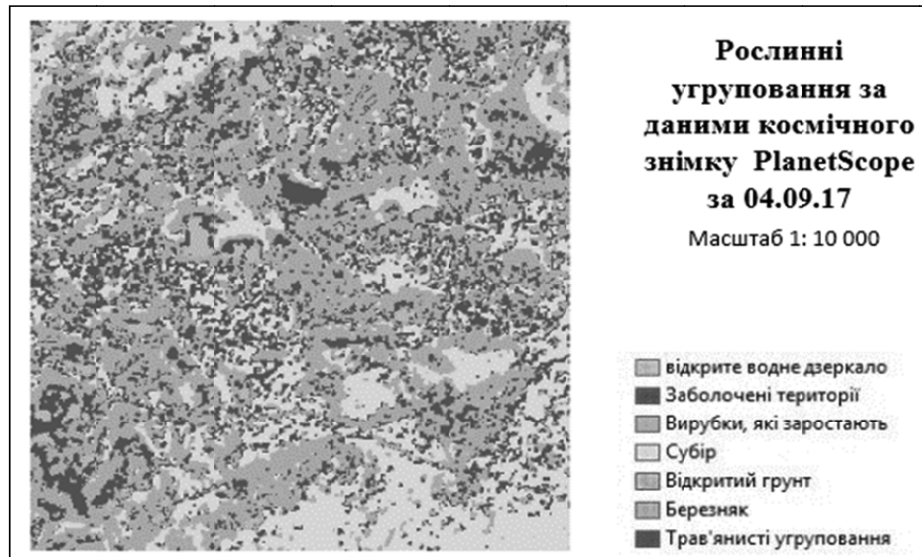


Рис.4. Рослинні угруповання (знімок 4 вересня 2017 р.)

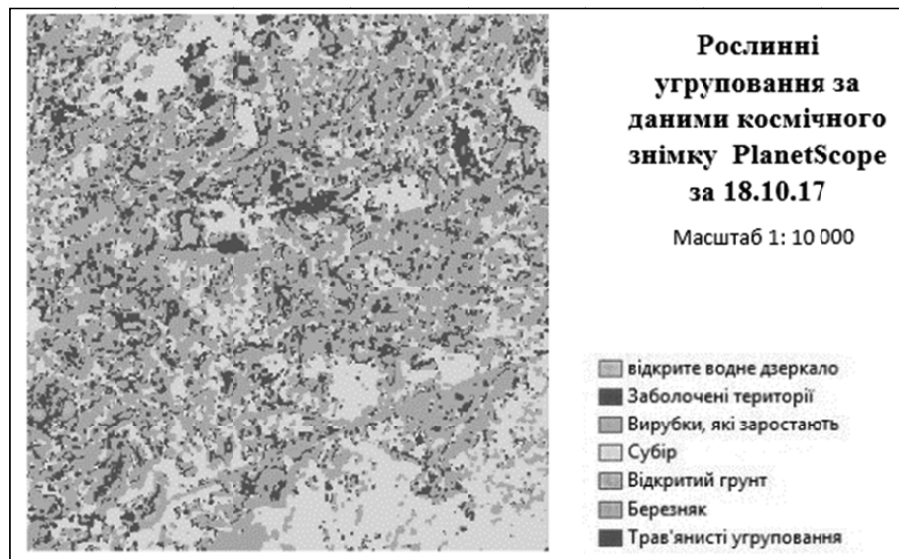


Рис.5. Рослинні угруповання (знімок 18 жовтня 2017 р.)

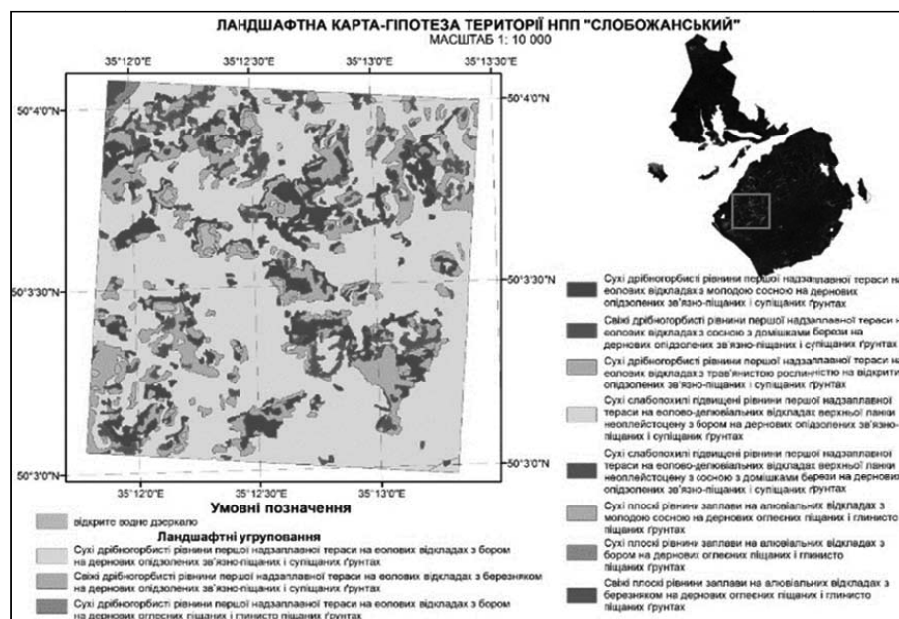


Рис.6. Ландшафтна карта-гіпотеза НПП «Слобожанський» (рівня фації)

Експериментально нами було визначено за доцільне використання для цього інструментів ArcGis – Field Calculator, Eliminate.

Програмне забезпечення дає можливість побудови на основі оптичних зображень тематичної карти, детальність якої задається порівнянням отриманих варіантів генералізації.

*Оверлейний аналіз.* Про його застосування ми вже писали [5, 10].

Якщо коротко, то він представляє собою просторове «накладення» один на одного двох або більше

тематичних шарів (зображень, тематичних карт або відповідно оброблених таблиць даних), внаслідок чого утворюється графічна композиція з урахуванням атрибутивної інформації кожного з цих шарів.

У результаті отримується шейп-файл, що містить відображення контурів кожного з визначених класів ландшафту (їх виявилось у нашому випадку 11 і окремого класу водних об'єктів) та атрибутивну інформацію до кожного контуру з робочою назвою ландшафту. Наприклад: «зниження на поверхні першої надзаплавної тераси, еолові відклади, бе-

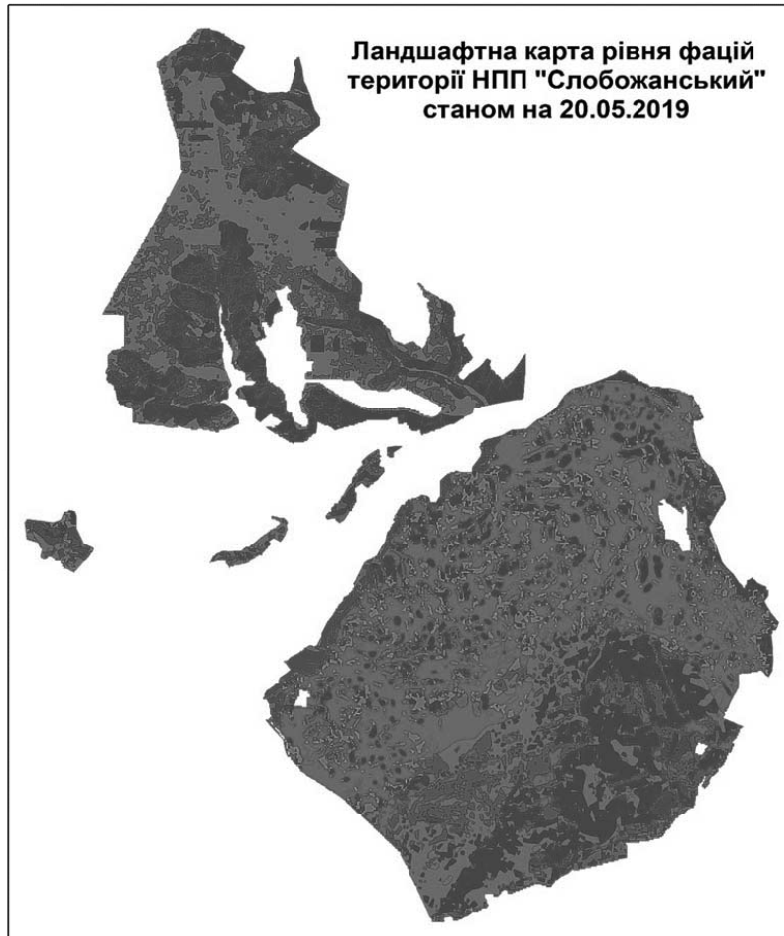


Рис.7. Ландшафтна карта рівня фацій території НПП «Слобожанський» станом на 20.05.2019 (укладена автором спільно із студентами під час практики)





	сосна молода на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
	вільшанники на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
	березово-осикові болота в плоских тальвегах балок із опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
	вирубки, порослі листяним лісом на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах

Рис.8. Фрагмент легенди до ландшафтної карти рівня фацій території НПП «Слобожанський» станом на 20 травня 2019 р.



резняк, дернові оглеєні піщані і супіщані ґрунти на давньоалювіальних відкладах». Узяті разом, ці зображення дають можливість укласти ландшафтну карту-гіпотезу, а також складати тематичні карти окремих класів ландшафту (на кшталт поданого вище у цьому абзаці).

Як результат у розділі представлено ландшафтну карту-гіпотезу рівня фацій обраної території дослідження в районі боліт і озер. Було виділено 11 видів ландшафтних фацій і окремо некласифіковані водні об'єкти (рис.6).

Дані Sentinel-2 є доступними і відкритими для досліджень, тому вони використовуються для укладання карт усєї території НПП «Слобожанський» щороку [5, 10].

Ландшафтна карта (рис.7) укладена для території всього національного парку, але її технічно важко подати в цілому через надмірну (для такого масштабу подання) детальність (63 типи, більше за 1500 контурів).

Картографічну інформацію зручно використовувати в програмному забезпеченні, за допомогою інструментарію, коли можна побачити атрибутивну інформацію.

Тому далі обмежимося лише фрагментом легенди (рис.8).

Завдяки використанню кількох мобільних GIS-додатків, перевіреним з нашою участю, реально можливим є збір фактичного матеріалу або уточнення контурів, виділених автоматично, безпосередньо в полі напівавтоматично [4, 6]. Отримана інформація заноситься до електронної версії мобільного додатку зазвичай у вигляді таблиці, поля якої готуються завчасно в камеральних умовах перед початком роботи. Одним із таких додатків є NextGIS. Ця GIS-програма працює з QGIS і дозволяє створювати, управляти, аналізувати набір даних з візуалізацією матеріалів у вигляді картографічних творів.

Використання інструментів NextGIS дозволяє створювати проекти із полями, які потім заповнюють безпосередньо в польових умовах.

Отримані результати доводять реальні можливості створення бази даних та швидкої їх візуалізації на певний часовий зріз, який цікавить дослідника. Використання космічних знімків високої роздільної здатності дозволяє отримувати й оновлювати інформацію про стан ландшафтних угруповань через аналіз індикативної інформації про рослинний покрив. проте вибір знімків з певним розширенням та характеристиками каналів залежить від площі території дослідження, оптичних властивостей ландшафту, його доступності для моніторингу й можливостей обробки.

**Висновки і перспективи подальших пошуків.** Здійснене дослідження переконує у доцільності використання високоточних сканувань із супутників

Sentinel-2, PlanetScore для ідентифікації ландшафтних виділів, отриманих автоматично на основі обробки геоданих за відомими алгоритмами.

Методи обробки космічних сканувань з використанням знімків Sentinel-2, PlanetScore, Landsat-8 та програмного забезпечення ArcGis, QGIS дають змогу класифікації типів зображень за методом розпізнавання з навчанням.

Використання польової ландшафтної зйомки тестових об'єктів укупі з оверлейним аналізом атрибутивних даних показало себе як досить переконливий спосіб отримання базової інформації про стан різнотипних ландшафтних виділів, потрібної для ландшафтної типології й укладання якісної легенди ландшафтної карти.

Встановлено, що вибір кількості класів та способу класифікації залежить від особливостей території дослідження, її територіального охоплення та використаної вихідної інформації перш за все щодо просторової організації рослинного покриву - найкращого ландшафтного індикатора на незайманих і мало перетворених ділянках території. Найкращі результати були отримані завдяки виділенню контурів рослинних угруповань методом напівавтоматичної класифікації з попереднім виділенням і польовим дослідженням еталонних ділянок.

Експериментально встановлено, що дешифрування космічних знімків PlanetScore забезпечує найкращі результати на невеликих еталонних ділянках. Для дешифрування значної території (у нашому прикладі це весь НПП «Слобожанський») інформативність таких знімків є надмірною, через що отримана з них інформація потребує фільтрування і генералізації. Тому простіше застосовувати знімки із Sentinel-2, які такої постобробки не потребують.

Підтвержено раніше отримані висновки щодо результативності оверлейного аналізу. На основі попередньо отриманих атрибутивних даних про рельєф, ґрунтовий покрив та гідрологічні об'єкти шляхом оверлейного аналізу утворюється композиція, яка підлягає подальшому картографічному відображенню і водночас слугує за базу даних для ландшафтного моніторингу території НПП «Слобожанський», який планується [10].

Корисним є досвід укладання за результатами класифікації з навчанням за еталонами ландшафтної карти-гіпотези. Експериментально встановлено, що космічні зйомки різної роздільної здатності (високої PlanetScore та помірної Sentinel-2) мають застосовуватися для просторово різних об'єктів, отже, виконують у ландшафтному картографуванні різні функції. Їх різне дослідницьке значення також проявляється у відношенні до укладання програми моніторингових досліджень та створенні інших допоміжних документів, про що у статті спеціально не йшлося.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Байрак Г.Р. Дистанційні дослідження Землі: навчальний посібник / Г.Р. Байрак, Б.П. Муха. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 712 с.
2. Бобра Т.В. Ландшафтные основы территориального планирования: учебное пособие / Т.В. Бобра, А.И. Лычак. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. – 172 с.
3. Богданов А.П. Разработка методики мониторинга состояния лесов на основе использования данных мультиспектральной космосъемки / А.П. Богданов, Р.А. Алешко. – Архангельск: ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2016. – С. 98-110.
4. Бодня О.В. Використання мобільних ГІС для ландшафтних досліджень під час практик студентів-географів / О.В. Бодня, І.А. Олійников, О.О. Баришніков та ін. // Збірник матеріалів конференції «ГІС-форум-2017». – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – Вип. 1. – С. 49-52.
5. Бодня О.В. Індикативний ландшафтний моніторинг національних природних парків (на прикладі території НПП «Слобожанський») / О.В. Бодня, А.Ю. Овчаренко // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. - 2018. – Вип. 49.– С.192-207.
6. Бодня О.В. Ландшафтне картографування НПП «Слобожанський» засобами мобільних, настільних та веб-додатків ArcGis / О.В. Бодня, А.Ю. Овчаренко, О.І. Сінна та ін. // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії. – 2016. - Вип.23 – С. 15-21.
7. Гродзинський М.Д. Географія: стара назва нової науки чи відродження майже забутого / М.Д. Гродзинський // Український географічний журнал. - 2017. – № 2. – С. 65-68.
8. Перепечена Ю.И. Определение лесистости и количественных характеристик лесов по космическим снимкам Sentinel-2 (на примере Шебекинского муниципального района Белгородской обл.) / Ю.И. Перепечена, О.И. Глушенков, Р.С. Корсиков // Дистанционные методы в лесном хозяйстве. – 2017. – № 4. – С. 85-93.
9. Романчук І.Ф. Оцінка вологості ґрунту за допомогою супутникових знімків Sentinel-2 (на прикладі Баришівського полігону Київської області): доповідь НАН України / І.Ф. Романчук, О.І. Сахацький, О.А. Апостолов. – К.: ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України», 2018. – № 1. – С. 60-66.
10. Черваньов І.Г. Обґрунтування вибору індикативних об'єктів для ландшафтного моніторингу природоохоронної території та дослідження їх за даними дистанційного зондування й польового знімання / І.Г. Черваньов, О.В. Залюбовська, А.Ю. Овчаренко // Український географічний журнал. – 2019. – № 1. - С.15-23.
11. Hakan A. Analysis of landscape changes as an indicator for environmental monitoring / A. Hakan // Environmental Monitoring & Assessment. – 2017. – Vol. 189. – P. 1-10.
12. Houet T. Monitoring and modelling landscape dynamics / T. Houet, P. Verburg, T. Loveland, etc. // Landscape Ecology. – 2010. – Vol. 25. – P. 163-167.
13. Tretyakov O.S. Features of interpretation of plant association of national natural park «Slobozhanskiy» using Landsat-8 satellite data / O.S. Tretyakov, O.V. Bodnia, M.O. Balynska, etc. // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. - 2015. – Вип. 21. – С. 73-79.
14. Walz U. Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany) – Methods and indicators / U. Walz // Ecological Indicators. – 2008. – Vol. 8. – P. 807-817.
15. Watson D. Monitoring ecological consequences of efforts to restore landscape-scale connectivity / D. Watson, V. Doeer, S. Banks, etc. // Biological Conservation. – 2017. – Vol. 206. – P. 201-209.

## REFERENCES:

1. Bajrak, G.R., Muxa, B.P. (2010). Dy`stancijni doslidzhennya Zemli: navchal`ny`j posibny`k [Remote study of the Earth: study guide]. L`viv: VCz LNU im. I. Franka, 712.
2. Bobra, T.V., Lychak, A.I. (2003). Landshaftnye osnovy territorial`nogo planirovanija: uchebnoe posobie [Landscape basics of territorial planning: a tutorial]. - Simferopol': Tavrija-Plius, 172.
3. Bogdanov, A.P., Aleshko, R.A. (2016). Razrabotka metodiki monitoringa sostojanija lesov na osnove ispol`zovanija dannyh mul`tispektral`noj kosmos`emki [Development of methods for monitoring the state of forests based on the use of multispectral space survey data]. - Arhangel`sk: FBU «Severnij nauchno-issledovatel`skij institut lesnogo hozjajstva», 98-110.
4. Bodnya, O.V., Olijny`kov, I.A., Bary`shnikov, O.O., etc. (2015). Vy`kory`stannya mobil`ny`x GIS dlya landshaftny`x doslidzhen` pid chas prakty`k studentiv-geografiv. Zbirny`k materialiv konferenciyi «GIS-forum-2017» [The use of mobile GIS for landscape studies during the practices of geography students. Collection of conference materials «GIS-forum-2017»]. – Xarkiv: XNU im. V.N. Karazina, 1, 49-52.
5. Bodnya, O.V., Ovcharenko, A. Yu. (2018). Indy`katy`vny`j landshaftny`j monitory`ng nacional`ny`x pry`rodny`x parkiv (na pry`kladi tery`toriyi NPP «Clobozhans`ky`j») [Indicative landscape monitoring of national natural parks (on the example of the territory of NNP «Slobozhansky»)]. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, 49, 192-207.
6. Bodnya, O.V., Ovcharenko, A. Yu., Sinna, O.I., etc. (2016). Landshaftne kartografuvannya NPP «Slobozhans`ky`j» zasobamy` mobil`ny`x, nastil`ny`x ta veb-dodatktiv ArcGis [Landscape mapping of NPP «Slobozhansky» by means of mobile, desktop and web applications ArcGis]. The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography, 23, 15-21.
7. Grodzy`ns`ky`j, M.D. (2017). Geografiya: stara nazva novoyi nauky` chy` vidrodzhennya majzhe zabutogo [Geography: the old name of a new science or the revival of an almost forgotten one]. Ukrainian Geographical Journal, 2, 65-68.
8. Perepechena, Ju.I., Glushenkov, O.I., Korsikov, R.S. (2017). Opredelenie lesistosti i kolichestvennyh harakteristik lesov po kosmicheskim snimkam Sentinel-2 (na primere Shebekinskogo municipal`nogo rajona Belgorodskoj obl.) [Determination of forest cover and quantitative characteristics of forests by Sentinel-2 satellite images (on the example of Shebekinsky municipal district of Belgorod region)]. Remote methods in forestry, 4, 85-93.
9. Romanchuk, I.F., Saxacz`ky`j, O.I., Apostolov, O.A. (2018). Ocinka vologosti g`runtu za dopomogoyu suputny`kovy`x znimkiv Sentinel-2 (na pry`kladi Bary`shivskogo poligonu Ky`yivs`koyi oblasti: dopovid` NAN Ukrayiny` [Assessment of soil moisture using satellite images Sentinel-2 (on the example of Baryshevsky landfill in Kiev region): The report ' of the NAS of Ukraine]. - Ky`yiv: DU «Naukovy`j centr aerokosmichny`x doslidzhen` Zemli Insty`tutu geologichny`x nauk NAN Ukrayiny`», 1, 60-66.

10. Chervan`ov, I.G., Zalyubovs`ka, O.V., Ovcharenko, A.Yu. (2019). Obg`runtuvannya vy`boru indy`katy`vny`x ob'yektiv dlya landshaftnogo monitory`ngu pry`rodooxonnoyi tery`toriyi ta doslidzhennya yix za dany`my` dy`stancijnogo zonduvannya j pol`ovogo znimannya [Justification of the choice of indicative objects for landscape monitoring of the nature protection territory and their research according to remote sensing and field survey]. *Ukrainian Geographical Journal*, 1, 15-23.
11. Hakan, A. (2017). Analysis of landscape changes as an indicator for environmental monitoring. *Environmental Monitoring & Assessment*, 189, 1-10.
12. Houet, T., Verburg, P., Loveland, T., etc. (2010). Monitoring and modelling landscape dynamics. *Landscape Ecology*, 25, 163-167.
13. Tretyakov, O.S., Bodnia, O.V., Balynska, M.O., etc. (2015). Features of interpretation of plant association of national natural park «Slobozhanskiy» using Landsat-8 satellite data // *The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography*, 21, 73-79.
14. Walz, U. (2008). Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany) – Methods and indicators. *Ecological Indicators*, 8, 807-817.
15. Watson, D., Doeer, V., Banks, S., etc. (2017). Monitoring ecological consequences of efforts to restore landscape-scale connectivity. *Biological Conservation*, 206, 201-209.

---

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR / СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Ovcharenko Alina Yuriyivna** – Postgraduate Student of the Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism. V.N. Karazin Kharkiv National University. e-mail: [alina\\_06ov@ukr.net](mailto:alina_06ov@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8500-4152>

**Овчаренко Алина Юрьевна** – аспирант кафедры физической географии и картографии факультета геологии, географии, рекреации и туризма Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. e-mail: [alina\\_06ov@ukr.net](mailto:alina_06ov@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8500-4152>.