

УДК 911.52:528.92

**Оксана Бодня**, к. геогр. н., доцент

e-mail: o.bodnia@physgeo.com

**Олена Сінна**, к. геогр. н., доцент

e-mail: o.sinna@physgeo.com

**Іван Олійников**, студент 1 року магістратури

e-mail: i.olijnykov@physgeo.com

**Аліна Овчаренко**, студент 1 року магістратури

e-mail: alina\_06ov@ukr.net

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

## ЛАНДШАФТНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ» ЗАСОБАМИ МОБІЛЬНИХ, НАСТІЛЬНИХ ТА ВЕБ-ДОДАТКІВ ARCGIS

В статті викладено методика та досвід картографування ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» та висвітлено особливості використання програмних продуктів сімейства ArcGIS на всіх етапах дослідження. Зокрема, розкрито можливості використання ArcGIS for Windows Mobile у польових дослідженнях; ArcGIS Online, як середовища для зберігання та обміну даними між фахівцями різних галузей, а також представлення результатів картографування у вигляді мультимасштабної ландшафтної карти. Розкрито особливості застосування інструментів ArcMap в ході укладання ландшафтної карти в камеральних умовах.

**Ключові слова:** ландшафтне картографування, національний природний парк, ГІС-технології, мультимасштабне картографування, оверлейний аналіз.

**Оксана Бодня, Елена Сенная, Олейников Иван, Овчаренко Алина**

### ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НПП «СЛОБОЖАНСКИЙ» С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ, НАСТОЛЬНЫХ И ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ARCGIS

В статье изложена методика и опыт картографирования ландшафтов национального природного парка «Слобожанский» и освещены особенности использования программных продуктов семейства ArcGIS на всех этапах исследования. В частности, раскрыты возможности использования ArcGIS for Windows Mobile в полевых исследованиях; ArcGIS Online, как среды для хранения и обмена данными между специалистами различных отраслей, а также представление результатов картографирования в виде мультимасштабной ландшафтної карты. Раскрыты особенности применения инструментов ArcMap в процессе создания ландшафтної карты в камеральных условиях.

**Ключевые слова:** ландшафтное картографирование, национальный природный парк, ГИС-технологии, мультимасштабное картографирование, оверлейный анализ.

**Oksana Bodnia, Olena Sinna, Ivan Oliinykov, Alina Ovcharenko**

### LANDSCAPE MAPPING OF NATIONAL PARK «SLOBOZHANSKY» USING MOBILE, DESKTOP AND WEB APPLICATIONS ARCGIS

In the article we describe a theoretical and practical method of mapping the landscape of the national park «Slobozhansky» and reveal different features using ArcGIS software products at all stages of the study. Specifically, the resources of ArcGIS for Windows Mobile in the field of research have been disclosed. In the course of fieldwork and practical work the students found out that, in addition to the territorial reference points, the software can completely replace paper blank sheets describing landscapes, substantially save the time of field work. The ArcMap tools are used in the conclusion of the landscape maps in laboratory conditions. Method of stacking map is based on the consistent use of Overlay analysis tools: Intersect (for edge detection facies) and Dissolve (for the combination of the same type facies) and Field Calculator tool, which allows to combine the attribution information lithogenic base, forms of relief, vegetation and soil in one column (which contains the names of these facies). It is possible to use ArcGIS Online as a platform to store and share data among the experts in various branches of knowledge, and present the results in a landscape multi-scale map. The landscape structure of the area was shown in a major series of scale: the first map shows the project on the scale of 1: 300 000 and 1: 150 000, map of the second level - 1: 150 000 to 1:50 000, and the third level of map - more 1: 50 000.

Thus, in the process of research, which included a very significant list of tasks (from multipurpose field research - to dissemination and implementation of the results), new methodological approaches to integrated implementation of GIS tools of various types: mobile, desktop and web application of ArcGIS software were implemented in the landscapes of the National park «Slobozhansky».

**Keywords:** landscape mapping, national park, GIS technology, multi-scale mapping, overlay analysis.

**Вступ.** Ландшафтна зйомка території України на детальному рівні в останні десятиліття здійснюється лише на окремих ділянках. Для національних природних парків (НПП) ландшафтні дослідження є невід'ємною складовою для забезпечення ефективної діяльності, при цьому виконання таких робіт фахівцями за замовленням є практично неможливим за рахунок вкрай недостатнього фінансування заповідної справи. У ситуації, що склалася, одним із варіантів вирішення проблеми стає налагодження взаємовигідної співпраці між національним природним парком та вищим навчальним закладом, який готує фахівців-географів та має у складі науково-педагогічних працівників — спеціалістів, компетентних для проведення ландшафтних досліджень. Саме такий варіант реалізовано в рамках співпраці між НПП «Слобожанський» та Харківським національним університетом імені В.Н. Каразіна. Ландшафтні дослідження території парку здійснюються шляхом проведення навчальних та виробничих практик студентів-географів, а згодом — стають частиною дипломних досліджень та включені у наукову роботу викладачів. У процесі ландшафтної картографування на всіх його етапах комплексно впроваджуються сучасні засоби геоінформаційних систем, зокрема мобільні, настільні та веб-додатки сімейства програмних продуктів ArcGIS.

**Вихідні передумови.** Картографування ландшафтів, як один із пріоритетних напрямів наукових досліджень в Україні, набуло ваги із початком національного проекту, метою якого є укладання сучасної ландшафтної карти України в масштабі 1: 200 000 [1]. У рамках проекту ведеться робота по укладанню карт на різні регіони України.

Національний природний парк (НПП) «Слобожанський» — нещодавно створений об'єкт природного заповідного фонду України, на території Краснокутського району Харківської області як ключова ділянка екологічної мережі Харківщини та Галицько-Слобожанського екокоридору національної екомережі [2]. Основною метою створення є проведення наукових досліджень з метою збереження цінних природних територій, а саме унікальних озер та перехідних невеликих боліт, створення умов для відпочинку.

Територія парку є унікальним осередком, що поєднує в собі природу Полісся та Лісостепу, різноманіття ландшафтів та багатство

рослинного і тваринного світу. На правому, корінному березі р. Мерла, домінують кленово-липові діброви природного походження, на лівому — соснові бори. До рідкісних ландшафтних утворень території дослідження можна віднести мезотрофні болота, окремі заболочені ділянки, а також заболочені вільшаники та озера у зниженій частині борової тераси, що потребують детального вивчення, адже вони характеризуються відносною нестійкістю, чутливо реагують на зміни природних умов та антропогенне навантаження.

Програмне забезпечення ArcGIS надане для задач впровадження ГІС-технологій на природоохоронних територіях Харківської області за підтримки програми ESRI Conservation.

**Мета статті** — висвітлити досвід комплексного впровадження засобів геоінформаційних систем (мобільних, настільних та веб-додатків ArcGIS) для задач ландшафтної картографування території національного природного парку, а також можливості залучення студентів до процесу ландшафтних досліджень у рамках навчальної практики.

#### **Виклад основного матеріалу.**

*Укладання ландшафтної карти-гіпотези території дослідження.* В умовах, коли здійснення польових досліджень відбувається в межах однієї із частин навчальної практики студентів, необхідно враховувати, що дослідження — суттєво лімітовані за часом та фінансово, а тому мають бути максимально організовані ще на камеральному етапі. Враховуючи розвиток сучасних ГІС-технологій, можливості залучення даних ДЗЗ, а в нашому випадку — і достатньо високий рівень попереднього вивчення території дослідниками різних профілів, було визначено доцільною необхідність укладання ландшафтної карти-гіпотези НПП «Слобожанський» у камеральних умовах, до безпосереднього виїзду студентів на місцевість.

Для укладання карти-гіпотези ландшафтів НПП було використано топографічні карти (переважно для отримання даних щодо рельєфу місцевості), карту геологічну і четвертинних відкладів, карту ґрунтів. В ArcGIS for Desktop здійснена географічна прив'язка матеріалів та векторизація необхідних елементів змісту карт. Для дослідження стану сучасної рослинності території парку було використано космічні знімки, за результатами обробки яких отримано детальний векторний шар рослинного покриву досліджуваної території (алгоритми та результати реалізації цього підходу

для НПП «Слобожанський» були розкриті детально у публікації раніше [3]).

Засобами ArcGIS for Desktop за горизонталями та точками висот із топографічної карти побудовано цифрову модель рельєфу, після чого більш детально вивчено геоморфологічні характеристики окремих ділянок досліджуваної території. Для укладання ландшафтної карти проведено оверлений аналіз векторних шарів рельєфу, четвертинних відкладів, ґрунтів та рослинності. За допомогою інструменту Intersect здійснено геометричний перетин вхідних об'єктів із 4 полігональних шарів, із урахуванням порядку шарів, що накладаються. Інструмент дозволяє визначити об'єкти або частини об'єктів, які перекриваються у всіх шарах, у результаті чого було сформовано вихідний шар із «сумарними» класами об'єктів, в атрибутивному описі яких представлені всі 4 вхідні характеристики.

Результатом здійснення операції Intersect став єдиний шейп-файл, що містить контури (які співпадають з контурами рослинних угруповань), а також в окремих стовпчиках атрибутивної таблиці — інформацію про мезо- та мікроформи рельєфу, типи ґрунтів, четвертинні відклади. Для формування узагальненої назви кожної ландшафтної одиниці в окремому стовпчику атрибутивної таблиці було застосовано Field Calculator. Відповідний результуючий шейп-файл містив 7991 контур та атрибутивну інформацію до кожного контуру з «робочою» назвою ландшафту. Наприклад: «зниження на поверхні першої надзаплавної тераси, давньоалювіальні відклади, дернові оглеєні зв'язно-піщані ґрунти, сосна з ліщиною у підліску». Звичайно, серед отриманих 7991 контуру є такі, що мають однаковий атрибутивний опис. Для об'єднання об'єктів, які мають спільний атрибут, але є топологічно розрізненими, було використано інструмент Dissolve (злиття за атрибутом), у результаті чого було отримано ландшафту карту рівня фацій, що містить 193 різновиди описів. Тобто, на основі вихідних матеріалів, засобами ГІС було створено досить детальну ландшафтну карту-гіпотезу НПП «Слобожанський».

*Польові дослідження ландшафтів засобами ГІС.* Для перевірки достовірності ландшафтної карти-гіпотези було здійснено польові дослідження території НПП «Слобожанський», у процесі яких застосовано наступні методи:

— метод опису фацій у ключових точках;

— маршрутне знімання з метою уточнення меж фацій;

— ландшафтне профілювання.

До початку практики, здійснюється ознайомчий виїзд на місцевість, обираються маршрути майбутньої польової зйомки, в межах яких попередньо визначаються ділянки, що відповідають за картою-гіпотезою різним типам фацій. Традиційна процедура опису фацій передбачає заповнення досить детального та громіздкого бланку. Сучасні мобільні ГІС-засоби дозволяють суттєво оптимізувати цей процес, зокрема у наших дослідженнях було застосовано ArcGIS for Windows Mobile. На основі розробленої карти-гіпотези та існуючої послідовності опису ландшафтної фації, розроблено структуру бази даних для ArcGIS for Windows Mobile. Функція «Збір даних» (Create Inspection Report) дозволяє фіксувати координати точок польових досліджень, а також заносити інформацію до атрибутивної таблиці. До структури бази даних польового опису фацій включено такі складові: місцеположення точки опису фацій; дані про автора; час та дату спостережень; інформація про рослинний покрив (деревний склад, підлісок, чагарники, трав'янистий та мохово-лишайниковий покрив); дані про четвертинні відклади; рельєф території; ґрунтовий покрив; тип зволоження; назва досліджуваної фацій. При цьому, за кожним пунктом передбачено можливість вибору атрибуту із випадючого списку варіантів, які заздалегідь задані у відповідності до легенди карти-гіпотези. Незважаючи на те, що використання ArcGIS for Windows Mobile значно полегшує процес польового збору даних (можливість використання GPS для визначення точного місцеположення, економія часу, автоматизація подальшого процесу вивантаження результатів польового опису у ГІС тощо), можна виділити і деякі недоліки, зокрема: тривалий процес попереднього створення бази даних; унікальність бази даних, яка відповідає певній території дослідження. Аналогом програмного продукту ArcGIS for Windows Mobile є ArcGIS Collector, що працює на операційній системі Android.

Під час здійснення польових досліджень ландшафтів НПП «Слобожанський», спостереження були занесені до польового паперового бланку та до бази даних ArcGIS for Windows Mobile. Безпосередньо для збору даних у полі використано кишенькові

персональні комп'ютери (ПК), оснащені GPS-навігаторами, із операційною системою Windows Mobile. Слід відзначити, що особливістю даного методу є точна просторова і часова фіксація, що дає змогу перевірити матеріали спостережень, повторити їх в інші сезони та роки. У перспективі це дає змогу здійснення спостережень сезонної та багаторічної динаміки ландшафтів.

Для перевірки даних були обрані ділянки соснового лісу з домішками листяних порід у підліску, березняки, вільшаники та субори в південній частині парку та діброви, діброви з домішками липи та ясеню в північній частині парку. Дослідження проведено в весняний, літній та осінній періоди 2014–2015 рр. у рамках наукових польових виїздів та практик студентів-географів.

Під час маршрутної зйомки використовувались також пристрої Trimble, які теж оснащені GPS-навігаторами, із встановленою програмою ArcPad. На відміну від ArcGIS for Windows Mobile, який працює з існуючою

структурою бази даних та зручний для використання під час опису фацій у ключових точках, ArcPad дозволяє створювати шейп-файли безпосередньо в полі, редагувати існуючі. У межах укладеної карти-гіпотези було обрано маршрут, під час проходження якого відмічалися точки, в яких змінювалися умови й можна було фіксувати межі фацій.

Ландшафтне профілювання проведено в межах погорбованої першої надзаплавної тераси. Лінію профілю закладено по просіці між кварталами лісгоспу, що був власником земель до створення національного парку. У процесі укладання ландшафтного профілю було здійснено знімання у 12 точках, що відповідали межах різних фацій. Для кожної точки було зафіксовано та занесено до атрибутивної таблиці в ArcPad координати, абсолютну висоту; опис та характер переходу фацій. Отримані дані в подальшому були використані для укладання в камеральних умовах ландшафтного профілю за маршрутом досліджень.

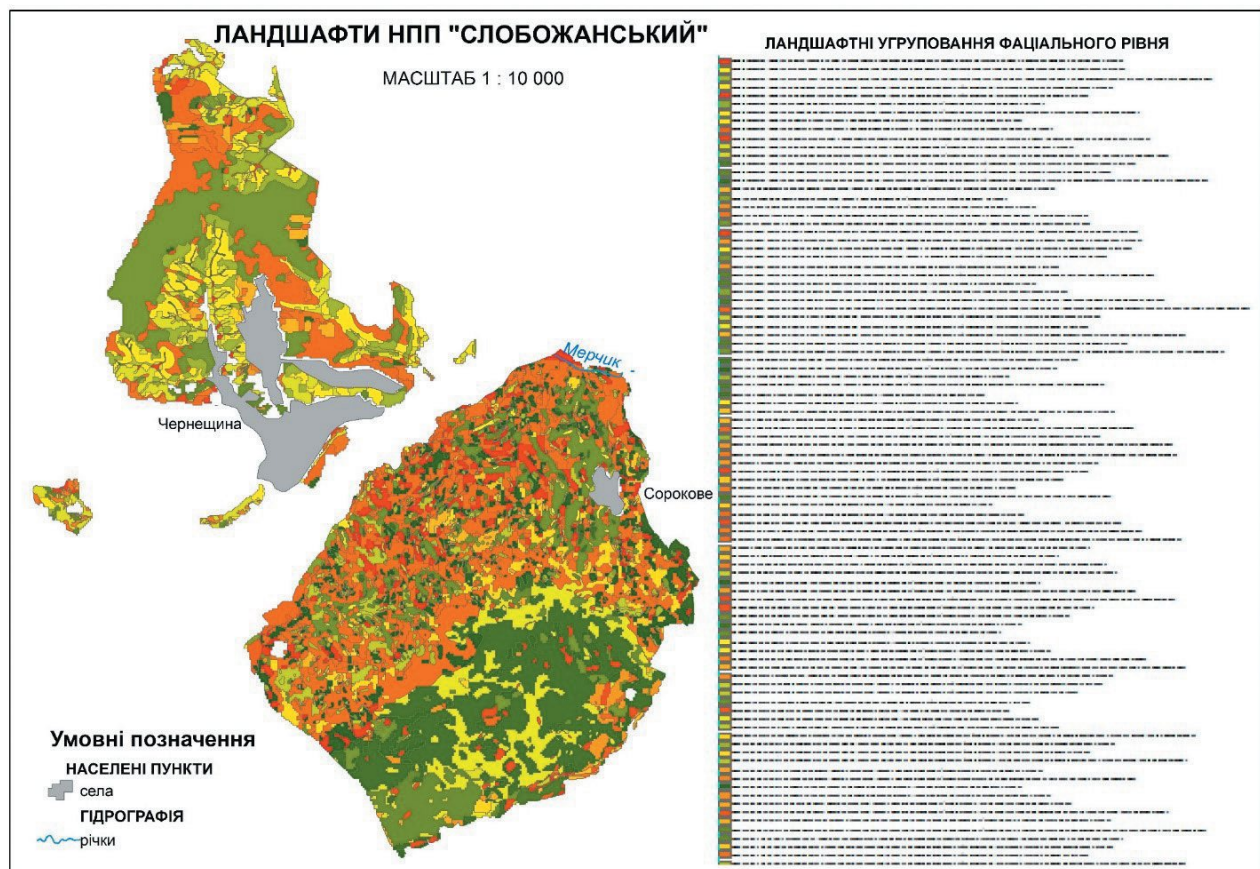


Рис. 1. Карта ландшафтів НПП «Слобожанський» на фаціальному рівні (масштаб зменшено)

- сосна зріла без підліску на зниженій поверхні першої надзаплавної тераси з чорноземами опідзоленими супіщаними на піщаних еолових відкладах
- 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
- дуб звичайний на крутих схилах балок і ярів з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на пролювіальних та алювіально-делювіальних відкладах
- акація в сучасних ярках і проміянах з опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
- клен польовий на пологих схилах балок з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на делювіальних відкладах
- осика на крутих схилах балок і ярів із темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на делювіальних відкладах

Рис. 2. Фрагмент легенди карти ландшафтів НПП «Слобожанський» на фаціальному рівні



Рис. 3. Ландшафтні місцевості НПП «Слобожанський»

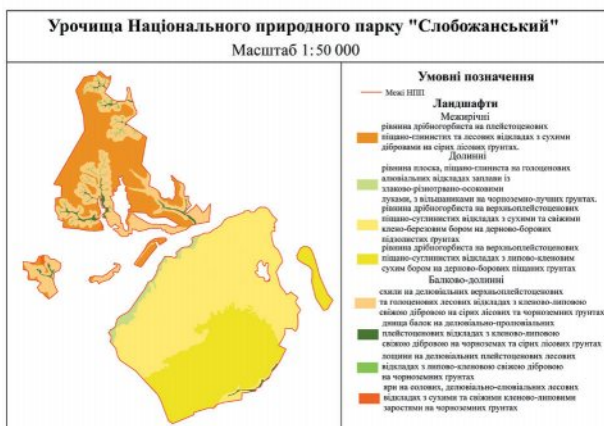


Рис. 4. Урочища НПП «Слобожанський»

Уточнення ландшафтної карти-гіпотези на основі польових даних, узагальнення отриманих результатів.

Усі дані польових досліджень, зібрані мобільними ГІС-засобами, у подальшому опрацьовуються у проєкті ArcMap, уточнюється попередня карта-гіпотеза. Укладена ландшафтна карта являється результатом комплексних географічних досліджень (рис. 1, 2). Завдяки застосуванню ГІС, вона представляє геоінформаційну базу, яка може бути вдосконалена у подальшому та використана для вирішення прикладних задач.

Розробка мультимасштабної ландшафтної карти. Завданням мультимасштабного картографування є створення та використання електронних карт, що забезпечують представлення об'єктів у безлічі масштабів. Зміст подібних карт змінюється в залежності від масштабу, встановленого користувачем в інтерактивному середовищі перегляду. Перехід між масштабними рівнями заснований на принципах картографічної генералізації і проявляється у зміні складу шарів, ступеня їх детальності та типу локалізації, способів зображення та оформлення, топологічних, мережових відносин між об'єктами тощо. Мультимасштабність з пізнавальної точки зору дозволяє варіювати та обирати оптимальну деталізацію карти, швидко та зручно переходити з одного рівня дослідження на інший, аналізувати картографічну інформацію [4].

Традиційно, класичне ландшафтне картографування включає укладання карт різних рівнів та детальності, а саме — карти ландшафтів, місцевостей (якщо такі виділяються), урочищ та фацій.

Карту рівня місцевостей було укладено на основі матеріалів проєкту створення НПП «Слобожанський». Польові дослідження та більш ретельне вивчення території вказало на неточність карти, тому в середовищі ГІС було відкореговано раніше створену карту. Дана карта була побудована у масштабі 1:250 000 (рис. 3).

Створення карти рівня урочищ проведено з використанням можливостей цифрового моделювання рельєфу. Виділення меж урочищ проведено на основі аналізу побудованої TIN-моделі досліджуваної території. Карту урочищ створено у масштабі 1:75000 (рис. 4).

Методика створення карти рівня фацій описана вище.

Укладання мультимасштабної карти відбувається у 3 етапи:

1. Створення бази даних, у якій буде відображено семантичні характеристики об'єктів та масштабні ряди відображення.

2. Створення проекту у середовищі ArcMap, у якому буде налаштовано параметри відображення для кожного з масштабів та семантичні характеристики для кожного з об'єктів.

3. Створення інтегрованої легенди (така легенда дозволяє дуже швидко отримувати інформацію про ландшафти саме тієї ділянки, яка є необхідною досліднику).

Для досліджуваної території було обрано наступний масштабний ряд: карта рівня фацій відображається у проекті в масштабі від 1:300 000 до 1:150 000, карта рівня урочищ — від 1:150 000 до 1:50 000, а карта рівня фацій — детальніше 1: 50 000 (рис. 5).

*Веб-публікація результатів ландшафтного картографування.* Результати мультимасштабного картографування (ландшафтні карти з рівнів у відповідних масштабах візуалізації), дані польових досліджень та всі супровідні матеріали у процесі роботи було опубліковано в середовищі ArcGIS Online. Використання ГІС-засобів веб-додатків відкриває нові можливості для розвитку ландшафтних досліджень, перш за все, тому що

дані можуть бути використані та доповнені фахівцями різного профілю, які працюють на території НПП «Слобожанський», для різних завдань та напрямів діяльності національного парку: науково-дослідної, рекреаційної, еколого-освітньої. Достовірна ландшафтна карта може бути ефективно використана для здійснення ландшафтного планування розвитку парку.

**Висновки та перспективи.** Таким чином, у процесі здійснення ландшафтних досліджень НПП «Слобожанський», які включали досить значний перелік завдань (від комплексних польових досліджень — до розповсюдження та впровадження результатів), було реалізовано нові методичні підходи щодо комплексного впровадження ГІС-засобів різного типу: мобільних, настільних та веб-додатків сімейства програмних продуктів ArcGIS (рис. 6).

Перспективними напрямками досліджень є вдосконалення методики впровадження ГІС-засобів у ландшафтні дослідження на основі більш чіткої інтеграції результатів досліджень на різних етапах, апробація запропонованих підходів на інших територіях, аналіз можливостей відкритих ГІС для завдань

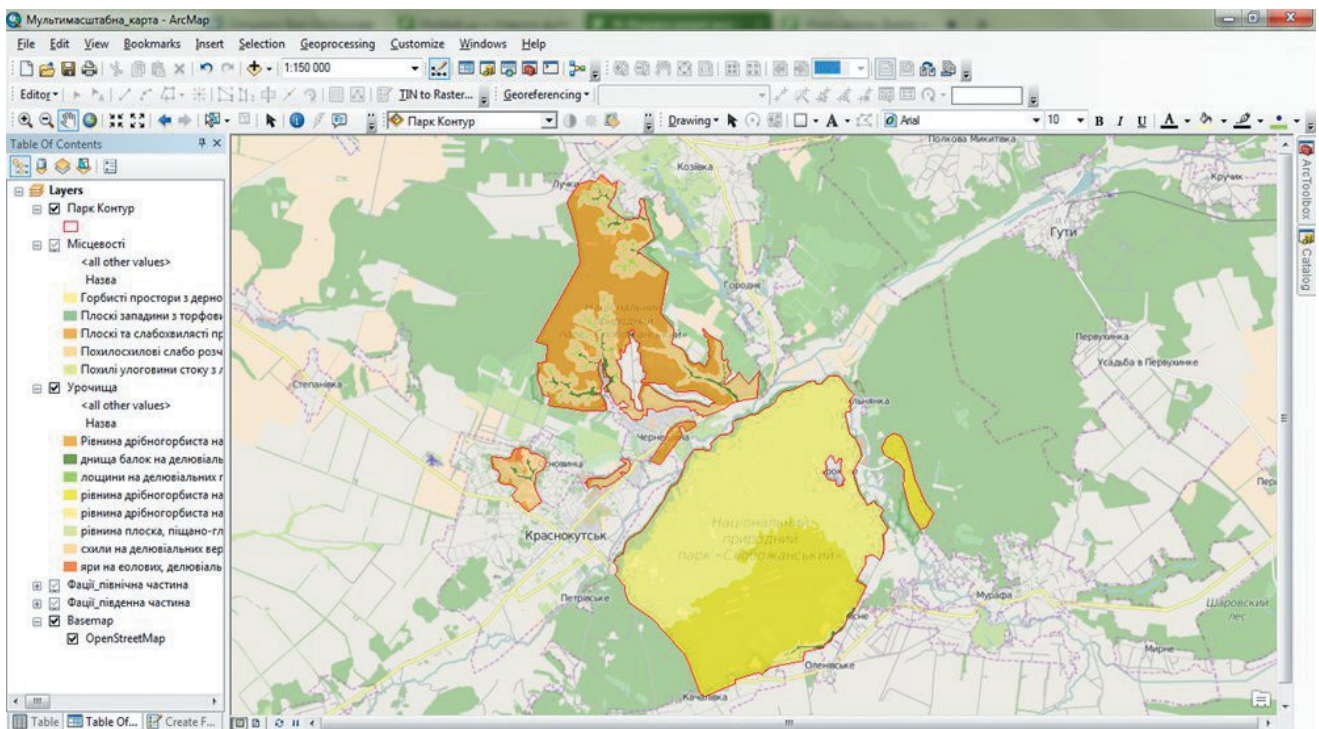


Рис. 5. Фрагмент мультимасштабної карти НПП «Слобожанський» (урочища у масштабі 1:150 000)

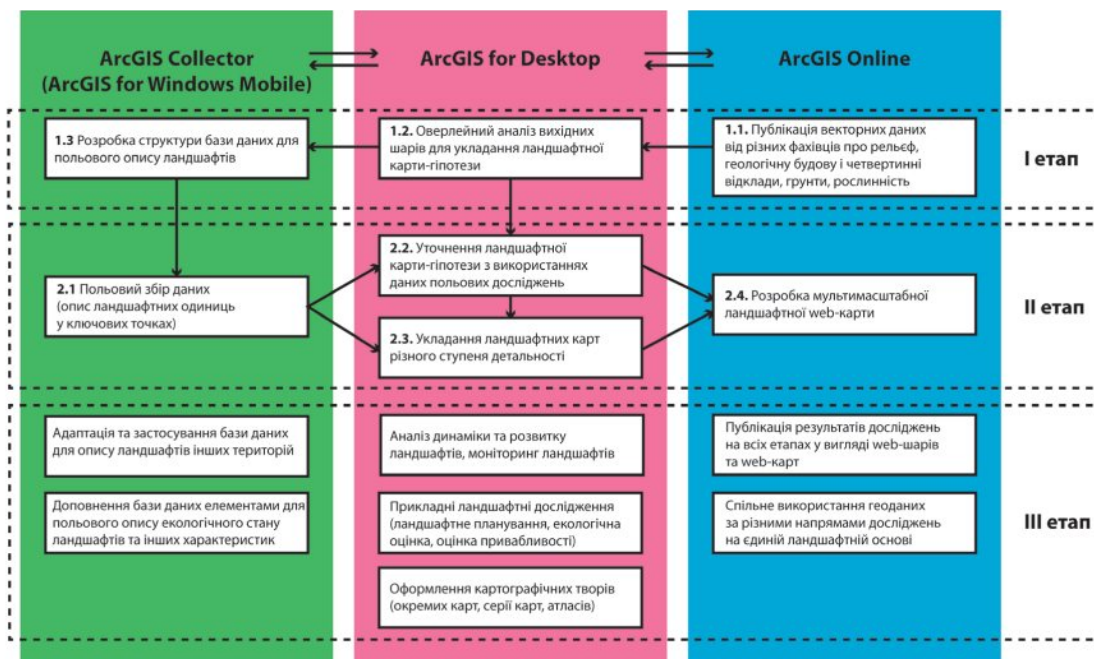


Рис. 6. Використання програмних продуктів ArcGIS на різних етапах ландшафтного дослідження

ландшафтних досліджень. Безумовно, планується продовжити ландшафтні дослідження НПП «Слобожанський», зокрема за напрямками моніторингу динаміки та розвитку ландшафтів, аналізу екологічного стану ландшафтів, оптимізації рекреаційної діяльності тощо. Потребує подальшого вдосконалення та

налагодження постійної роботи і система обміну геоданими між фахівцями, які працюють на території НПП, зокрема засобами ArcGIS Online.

*Рецензент: доктор технічних наук, професор І.Г. Черваньов.*

#### Список використаних джерел:

1. Природно-заповідна спадщина Харківської області / [Під заг. ред. В.А. Токарського]. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. – 216 с.
2. Сорокіна Л. Ю. Принципи побудови єдиної класифікації природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів України / Л. Ю. Сорокіна // Вісник Львівського університету. Серія Географічна. – 2013. – Вип. 46. – С. 339–347.
3. 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 [and other] // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 73-79.
4. Самсонов Т. Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты / Т. Е. Самсонов. – Lambert Academic Publishing Saarbrucken, 2011. – 208 с.

#### References:

1. Tokars'kyu, V. A. ed. (2011). Pryrodno-zapovidna spadshchyna Kharkivs'koyi oblasti [Natural protected heritage of Kharkiv region]. V. N. Karazin Kharkiv National University. Kharkiv, Ukraine, 216.
2. Sorokina, L. Yu. (2013). Pryntsypy pobudovy yedynoyi klasyfikatsiyi pryrodnykh i antropohenno zminenykh landshaftnykh kompleksiv Ukrayiny [Principles of unified classification of natural and anthropogenically modified landscapes in Ukraine]. Visnyk of the Lviv University. Series Geography. Lviv, 46, 339–347.
3. 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. Problems of continuous geographic education and Cartography: Collection of scientific works. V. N. Karazin Kharkiv National University. Kharkiv, 21, 73-79.
4. Samsonov, T. E. (2011). Mul'timasshtabnoe kartografirovanie rel'efa: obshhegeograficheskie i gipsometricheskie karty [A multiscale mapping of relief: general geographic and hypsometric maps]. Lambert Academic Publishing Saarbrucken, 208.