

ГО «Природоохоронні геоінформаційні
системи України» – SCGIS Ukraine

ГІС і заповідні території

Матеріали
науково-методичного
семінару

04 – 08 червня 2020 року
м. Харків

Харків
Видавнича група «Основа»
2020



УДК 502.211(1-751.3:[55:004.9])(06)

Г51

ГО «Природоохоронні геоінформаційні системи України» – SCGIS Ukraine

Електронне видання

ГІС і заповідні території. Матеріали науково-методичного семінару Г51 (04–08 червня 2020 р.) / упоряд. С. В. Винокурова, Д. В. Дядін — Х. : Вид. група «Основа», 2020. — 49 с.

ISBN 978-617-00-3940-8.

У збірці представлені матеріали доповідей та майстер-класів VIII науково-методичного семінару «ГІС і заповідні території», проведеного ГО «Природоохоронні ГІС України – SCGIS Ukraine» 04–08 червня 2020 року у форматі вебінарів. До збірки також включені програма семінару, перелік проведених майстер-класів та перелік учасників.

У матеріалах представлений досвід учасників у використанні сучасних геоінформаційних технологій, дистанційного зондування Землі, відкритих баз просторових даних, мобільних ГІС-застосунків для польових досліджень, засобів веб-картографування, безпілотних літальних апаратів у дослідженнях біорізноманіття та природних екосистем.

Рекомендується для біологів, екологів, географів, наукових співробітників природно-заповідного фонду, ГІС-фахівців, студентів природничих напрямів, а також широкого кола читачів.

УДК 502.211(1-751.3:[55:004.9])(06)

ISBN 978-617-00-3940-8

© С. В. Винокурова, Д. В. Дядін, упорядкування, 2020
© ТОВ «Видавнича група “Основа”», 2020

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Програма семінару	5
Майстер-класи.....	8
Тези доповідей.....	10
Досвід створення бази даних та карт поширення рідкісних видів рослин у QGIS (Бурлака М. Д.).....	10
Про надання офіційного статусу полігональним геоданим щодо меж природно-заповідного фонду (Василюк О. В.)	13
Визначення ґрунтової лінії для заплави річки Великий Утлюг (Північно-Західне Приазов'я) та використання її параметрів для розрахунку вегетаційних індексів (Винокурова С. В.)	17
Можливості розрахунку NDVI за допомогою Model Builder ArcGIS (Гордієнко О. В.).....	20
Використання мобільного додатку QFIELD для збору даних у польових умовах (Гузь Г. В.)	23
Дослідження просторових зв'язків між неоднорідністю ґрунту та його біологічною активністю (Задорожна Г. О., Колесникова К. В.).....	28
Моделювання розподілу рослинних і тваринних видів методами машинного навчання, реалізованими мовою програмування R (Мкртчян О. С.).....	33
Mapping endemic plants of ukrainian carpathians: challenges and progress (Novikov A.).....	37
Використання ГІС та ДЗЗ у природоохоронних дослідженнях прибережних екосистем північно-західного Причорномор'я (Соколов Є. В.).....	40
Учасники семінару	45

ПЕРЕДМОВА

У 2020 році науково-практичний семінар «ГІС і заповідні території» відбувся вже у восьмий раз, що підтверджує невинну зацікавленість працівників природно-заповідного фонду, вчених, дослідників і представників громадських організацій у використанні геоінформаційних технологій у сфері охорони та вивчення довкілля.

Семінар традиційно став майданчиком для обміну досвідом використання геоінформаційних систем у різних сферах функціонування заповідних територій, вивчення сучасних підходів у дослідженнях і охорони природних комплексів і біорізноманіття, підвищення професійного рівня фахівців-природознавців, які застосовують ГІС у своїй роботі.

У зв'язку з карантинними заходами, прийнятими для запобігання поширенню гострого респіраторного захворювання COVID-19, семінар перший раз проходив в онлайн-режимі у форматі веб-конференції. З одного боку, це обмежило можливість проведення деяких практичних заходів, наприклад демонстрацію роботи безпілотних літальних апаратів (БПЛА), апробацію роботи з мобільними колекторами польових даних. Однак, новий формат дозволив значно збільшити кількість учасників семінару та розширити їх географію. У 8-му науково-практичному семінарі взяли участь 52 учасники з України та інших країн, у тому числі 40 слухачів і 12 експертів, які представили свої майстер-класи.

Оргкомітет семінару висловлює величезну подяку всім учасникам і, особливо, ведучим майстер-класів. Саме завдяки вашій згоді поділитися накопиченим досвідом семінар став продуктивним. На семінарі 2020 р. на майстер-класах були вивчені: методи роботи з відкритими базами даних із біорізноманіття, веб-інформаційними системами, методиками і планувальниками при роботі з дронами, алгоритмами просторового аналізу та багато іншого.

Ми сподіваємося, що отримані нові знання і можливості використання ГІС-технологій будуть активно впроваджуватися учасниками семінару в їхній практичній діяльності. З найцікавішими матеріалами семінару ви можете ознайомитися в цій збірці.

ПРОГРАМА СЕМІНАРУ

04 червня 2020

13:00 – 13:10	<i>Привітання організаторів</i>	
13:10 – 14:30	<i>Знайомство з учасниками семінару</i>	
14:30 – 14:50 презентація	Презентація проекту «Відкриті межі ПЗФ»	Андрій Тупіков, Дмитро Дядін
14:50 – 15:10 презентація	Про надання офіційного статусу полігональним геоданим щодо меж ПЗФ	Олексій Василюк
	<i>Перерва</i>	
15:20 – 16:20 майстер-клас	Основні формати просторових даних (для початківців)	Олег Прилуцький, Роман Сизо
	<i>Перерва</i>	
17:00 – 18:00 майстер-клас	Елементарні навички роботи в QGIS (створення карти поширення досліджуваного об'єкта)	Олеся Безсмертна
	<i>Перерва</i>	
18:10 – 20:00 майстер-клас	Основи Google Earth Engine	Антон Біатов
20:00 – 20:30	<i>Дискусії та спілкування</i>	

05 червня 2020

13:00 – 13:15 презентація	Досвід створення бази даних і карт поширення рідкісних видів рослин у QGIS	Марина Бурлака
13:15 – 13:30 презентація	Використання ГІС-технологій для картування біотопів Європейського значення в Україні	Анна Куземко
13:30 – 13:40 презентація	Визначення ґрунтової лінії для заплави річки Великий Утлюг (Північно-Західне Приазов'я) та використання її параметрів для розрахунку вегетаційних індексів	Світлана Винокурова
13:40 – 15:00 майстер-клас	Збір та використання геотегованих фотографій у геоінформаційних системах	Антон Біатов
	<i>Перерва</i>	
16:00 – 17:00 майстер-клас	Напівавтоматична векторизація сканованих картоматеріалів за допомогою EasyTracePro	Олег Прилуцький
17:00 – 18:20 майстер-клас	Побудова меж річкових басейнів малих річок за допомогою SAGA GIS та QGIS	Федір Гонца

Перерва

18:30 – 20:00 майстер-клас	Основи редагування відкритих просторових даних OpenStreetMap	Андрій Головін
20:00 – 20:30	<i>Дискусії та спілкування</i>	

06 червня 2020

13:00 – 13:20 презентація	GBIF: Глобальна інформаційна система з біорізноманіття – вільний та відкритий доступ до даних з біорізноманіття	Олег Прилуцький
13:20 – 13:40 презентація	Можливості застосування ГІС для роботи з колекційними даними (на прикладі зразків борсука європейського у музеях України)	Наталія Брусенцова
13:40 – 14:40 майстер-клас	Використання мобільного додатку QField для збору даних у польових умовах	Галина Гузь
	<i>Перерва</i>	
14:50 – 16:00 майстер-клас	Створення веб-карти та спільне редагування в ArcGIS Online	Дмитро Дядін
	<i>Перерва</i>	
17:00 – 18:20 майстер-клас	Веб-картографія у NextGIS	Антон Біатов
	<i>Перерва</i>	
18:30 – 19:30 майстер-клас	Віртуальні екскурсії за допомогою ГІС під час карантину	Дмитро Ляшенко
19:30 – 20:00 презентація	Mapillary для картування природи	Олексій Люлюк
20:00 – 20:30	<i>Дискусії та спілкування</i>	

07 червня 2020

13:00 – 13:20 презентація	Програма Стипендій SCGIS	Роман Сизо
13:20 – 14:20 майстер-клас	Картографічний дизайн засобами вільного програмного забезпечення	Федір Гонца
14:20 – 15:20 презентація	Використання ДЗЗ у природоохоронних дослідженнях прибережних екосистем північно-західного Причорномор'я	Євген Соколов
	<i>Перерва</i>	
16:00 – 17:20 майстер-клас	Основи роботи із Semi-Automatic Classification Plugin в QGIS	Тімур Гімранов

	<i>Перерва</i>	
17:30 – 18:50 майстер-клас	Основи роботи з растровим калькулятором у QGIS	Антон Біатов
	<i>Перерва</i>	
19:00 – 19:20 презентація	Визначення параметрів ґрунтової лінії та їх використання для розрахунку вегетаційних індексів	Світлана Винокурова
19:20 – 20:00 презентація	Створення моделі автоматизації в програмному забезпеченні ArcGIS for Desktop	Олександр Гордієнко
20:00 – 20:30	<i>Дискусії та спілкування</i>	

08 червня 2020

12:30 – 13:00 презентація	Мониторинг состояния растительности с помощью летающего крыла Raven, оборудованного сенсором Sony IMX219	Сергій Дяченко
13:00 – 13:30 презентація	Дрони для управління природними ресурсами	Антон Біатов
13:30 – 15:00 майстер-клас	Визначення та картографування структурних параметрів лісів на основі обробки фотограмметричних хмар точок	Наталія Тельнова
	<i>Перерва</i>	
16:00 – 17:30 майстер-клас	Просторове моделювання екологічних ніш за допомогою Wallace	Олег Прилуцький
17:30 – 19:00 майстер-клас	Огляд методів моделювання розподілу видів з використанням модулю distmo R	Олександр Мкртчян
	<i>Перерва</i>	
19:00 – 20:00 презентація	Отримання архівів метеорологічних спостережень з використанням R	Євген Василенко
20:00 – 20:30	<i>Дискусії та заключне слово організаторів</i>	

МАЙСТЕР-КЛАСИ

Основні формати просторових даних (для початківців) QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Плагін для QGIS Quickmapservices	Олег Прилуцький, Роман Сізо
Елементарні навички роботи в QGIS (створення карти поширення досліджуваного об'єкта) QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)	Олеся Безсмертна
Основи Google Earth Engine Обліковий запис Google Earth Engine https://code.earthengine.google.com/	Антон Біатов
Збір та використання геотегованих фотографій у геоінформаційних системах QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Плагін для QGIS go2mapillary 4 Редактор JOSM (https://josm.openstreetmap.de/wiki/Uk:WikiStart)	Антон Біатов
Напівавтоматична векторизація сканованих картоматеріалів за допомогою EasyTracePro Free EasyTrace Pro 8.65 http://www.easytrace.com/en/program/et865 QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)	Олег Прилуцький
Побудова меж річкових басейнів малих річок за допомогою SAGA GIS та QGIS SAGA GIS версії 6 або 7 https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/ QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)	Федір Гонца
Основи редагування відкритих просторових даних OpenStreetMap Обліковий запис на сайті OpenStreetMap (https://www.openstreetmap.org/user/new) Редактор JOSM (https://josm.openstreetmap.de/wiki/Uk:WikiStart)	Андрій Головін
Використання мобільного додатку QField для збору даних у польових умовах QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Плагін для QGIS QFieldSync 4, QField на мобільному пристрої https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.opengis.qfield&hl=en	Галина Гузь
Створення веб-карти та спільне редагування в ArcGIS Online Обліковий запис на сайті ArcGIS https://www.arcgis.com/index.html	Дмитро Дядін

<p>Веб-картографія у NextGIS <i>Обліковий запис на сайті https://nextgis.com/ QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)</i></p>	<p>Антон Біатов</p>
<p>Віртуальні екскурсії за допомогою ГІС під час карантину <i>Обліковий запис на Google, Google Earth, Google Earth Education team (https://www.google.com/earth/education/#edu-newsletter) QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Плагін для QGIS Quickmapservices</i></p>	<p>Дмитро Ляшенко</p>
<p>Картографічний дизайн засобами вільного програмного забезпечення QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)</p>	<p>Федір Гонца</p>
<p>Основи роботи із Semi-Automatic Classification Plugin у QGIS QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Плагін для QGIS Semi-Automatic Classification Plugin</p>	<p>Тімур Гірманов</p>
<p>Основи роботи з растровим калькулятором у QGIS QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html)</p>	<p>Антон Біатов</p>
<p>Визначення та картографування структурних параметрів лісів на основі обробки фотограмметричних хмар точок <i>Global Mapper, модуль Lidar Module https://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper-download.php SAGA GIS - 7 або 6 (https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/)</i></p>	<p>Наталія Тельнова</p>
<p>Просторове моделювання екологічних ніш за допомогою Wallace QGIS 3.XX (https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html) Мова програмування R (https://cran.r-project.org/) Інтегроване середовище розробки RStudio (https://www.rstudio.com/) Пакети мови програмування R (https://gist.github.com/hannahlowens/c389ca93451cba0a826cabd1d3b7aff8) Maxent (http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)</p>	<p>Олег Прилуцький</p>
<p>Огляд методів моделювання розподілу видів з використанням модулю dismo R Мова програмування R (https://cran.r-project.org/) Інтегроване середовище розробки RStudio (https://www.rstudio.com/) Пакети R: dismo, sp, raster, rgeos, rgdal, maptools, rJava</p>	<p>Олександр Мкртчян</p>
<p>Отримання архівів метеорологічних спостережень з використанням R Мова програмування R (https://cran.r-project.org/) Інтегроване середовище розробки RStudio (https://www.rstudio.com/) Пакети мови програмування R: stationaRy, tidyverse</p>	<p>Євген Василенко</p>

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ДОСВІД СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ТА КАРТ ПОШИРЕННЯ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН У QGIS

Бурлака М. Д.

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України

У підготовці наступного видання Червоної книги України одним із першочергових завдань є створення сучасних електронних карт поширення видів з використанням максимальної кількості доступних даних. Основними джерелами інформації щодо поширення видів рослин, у тому числі й рідкісних, наразі є гербарні матеріали, а також дані з літератури та відкритих джерел [1], наприклад баз даних інформації про біорізноманіття, зокрема GBIF, iNaturalist, UkrBIN тощо [4, 5]. Зазвичай такі дані збирають у електронні таблиці з певним набором полів, який для різних типів даних, а також у різних дослідників може суттєво відрізнятись. Для зручності їх порівняння та аналізу, подальшого моніторингу біорізноманіття необхідним є формування універсальної структури баз даних, зручної для внесення інформації з різних джерел [2].

У 2019 році, у рамках виконання теми з ведення кадастру рослинного світу, нами було запропоновано використання відкритого програмного забезпечення QGIS для формування електронних карт поширення модельних видів рослин. Вхідні дані отримано у вигляді електронних таблиць MS Excel, по два аркуші на кожен вид – гербарні та літературні дані. Відповідно, аркуші мали два типи наборів полів, необхідних для накопичення відповідної інформації. Для кожного виду таблиці перетворено на векторні точкові шейп-файли шляхом конвертування у csv-файл та імпорт до QGIS. З них сформовано шейп-файли з цілісним масивом даних по кожному з видів. Такий файл, окрім геопросторових даних, містить усю атрибутивну інформацію щодо знахідок виду та зручний для аналізу. Наприклад, для відображення динаміки знахідок видів на території дослідження виконано поділ точок за роком їх виявлення (до та після 1950 року). У результаті отримано точкові карти поширення видів з трьома типами точок: літературні дані, гербарні дані до 1950 року та гербарні дані після 1950 року.

Проаналізувавши отриманий досвід, ми виділили ключові моменти, необхідні для переходу на пряме внесення даних у одній ГІС-програмі. Перш за все, ми вважаємо, що структура національної бази даних має бути

максимально наближена до стандарту «darwin core» [3], розробленого для зберігання саме даних про біорізноманіття. Окрім того, це мінімізує необхідність додаткової підготовки матеріалів для влиття до глобальної бази даних GBIF, а також спрощує обмін, зіставлення та аналіз даних. Проте варто максимально охопити інформацію, доступну в різних джерелах, відповідно, поля мають охоплювати всі типи можливих даних як у гербарних зразках, так і у відкритих джерелах. З іншого боку, доцільно мінімізувати кількість полів, необхідних для заповнення, перш за все, з точки зору зменшення витрат часу.

Беручи до уваги наведені вище міркування, ми пропонуємо уніфіковану структуру бази даних (таблиця 1).

Таблиця 1. Пропонований перелік полів бази даних щодо рослин

Назва поля	Пояснення
SciName	Повна прийнята біномінальна назва виду
Acronym	Акронім гербарію або назва установи
ID	Гербарний номер зразка або унікальний номер зображення в електронних базах даних
Reference	Повне бібліографічне посилання або вказівка на базу даних
Page	Сторінка, де наведено дані у публікації
Leg	Автор спостереження/збору
Date	Дата спостереження/збору, DD.MM.YYYY
Det	Автор визначення
Location	Географічні дані (словесні)
Ecology	Екологічні, популяційні та інші дані
Lat	Широта, dd,dddddd
Lon	Довгота, dd,dddddd
Precision	Точність геоприв'язки, у метрах
Lat field	Широта, якщо вказана на етикетці чи в літературі
Lon field	Довгота, якщо вказана на етикетці чи в літературі
Image	Посилання на зображення (для інтернет-джерел) або назва файлу-зображення (для гербарних та власних даних)
Expert	Прізвище та ініціали особи, яка вносила дані
*	Примітки та інформація, що не увійшла до інших полів

База даних розроблена для збору інформації, перш за все, щодо рослинних об'єктів і є універсальною для різних джерел даних. Ми вважаємо за доцільне використовувати формат GeoPackage для векторних шарів. Він не має обмежень ні щодо довжини назви полів, ні щодо довжини вмісту самих полів. Окрім того, цей формат зберігає дані у вигляді одного файлу, а не шести, як shapefile, що значно полегшує зберігання та

обмін даними. Також рекомендуємо використовувати координати у десятковому форматі або, щонайменше, обрати один формат даних для всіх користувачів. Із цього набору даних за допомогою програмної обробки можливо сформулювати додаткові поля, що необхідні для подальшого аналізу, наприклад, належність виду до таксономічних одиниць різного рангу, рік спостереження, приналежність місця спостереження/збору до адміністративних одиниць різного рівня та ін. А плагін «GBIF occurrences» дозволяє використовувати дані з цієї бази напряму в середовищі QGIS.

Внесення даних безпосередньо у програмі QGIS дозволяє оминати трудомісткий етап заповнення вручну географічних координат, а також забезпечує використання географічних та електронних карт, супутникових знімків для пошуку місцезнаходжень в одному середовищі. Окрім того, налаштування програми роблять можливим автоматичне заповнення полів з однаковими даними та використання підказок для заповнення полів з уже внесених даних.

Таким чином, використання уніфікованої та універсальної структури дозволяє проводити наповнення баз даних щодо поширення видів рослин України у середовищі однієї відкритої програми з можливістю поєднання, порівняння та аналізу отриманих даних.

Список використаних джерел

1. Бурлака М. Д. Моніторинг фіторізноманіття в Україні – у пошуках baseline. Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». 2020. Вип. 16, Т. 3. С. 39–42.
2. Прилуцький О. В. Відкриті дані з біорізноманіття в ухваленні рішень: перспективи впровадження в Україні. Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». 2020. Вип. 16, Т. 3. С. 107–110.
3. Darwin Core Task Group. 2009. Simple Darwin Core. Biodiversity Information Standards (TDWG). URL: <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/simple/> (дата звернення: 13.05.2020).
4. GBIF: The Global Biodiversity Information Facility (2020) What is GBIF?. URL: <https://www.gbif.org/what-is-gbif> (дата звернення: 13.05.2020).
5. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org> (дата звернення: 13.05.2020).
6. UkrBIN. 2017. UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. UkrBIN, Database on Biodiversity Information. URL: <http://www.ukrbin.com> (дата звернення: 13.05.2020).

ПРО НАДАННЯ ОФІЦІЙНОГО СТАТУСУ ПОЛІГОНАЛЬНИМ ГЕОДАНИМ ЩОДО МЕЖ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ

Василюк О. В.

ГО «Українська природоохоронна група», Васильків

Інформація про межі територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) важлива для врахування охоронного режиму таких територій при плануванні господарської діяльності (наприклад, у процесі оцінювання впливу на довкілля), землевпорядних роботах, плануванні наукових досліджень і, нарешті, для вичерпного відображення полігональної інформації про межі ПЗФ на різноманітних картах та схемах.

Відсутність такої інформації (дійсно, повного шару полігонів ПЗФ не існує для жодної з областей, тим більше такого, що мав би офіційний статус) створює велику кількість проблем, які неминуче загрожують самим територіям ПЗФ. Передусім, відсутність геоданих з точними межами ПЗФ унеможливує їх вивчення, виявлення порушень заповідного режиму в них і, нарешті, ускладнює збір доказів для захисту таких ПЗФ у судах.

Частково, незначною мірою, задум створення юридично врегульованого шару ПЗФ був реалізований на Публічній кадастровій карті, але хоча номінально такий шар і заведений, та однаково його повнота залишає бажати кращого. Натомість урахування ПЗФ у державній системі геоданих набуло обов'язкового характеру.

Нещодавно відповідне рішення ухвалив Кабінет Міністрів України (постанова № 134 від 20 лютого 2020 року). Відповідні зміни до законодавства внесли, доповнивши Порядок ведення Державного земельного кадастру.

1. У Додатку 2 до Порядку розширено трактування коду 0.16 з «Ключові території екомережі» на «Ключові території екомережі (території та об'єкти природно-заповідного фонду та ін.)».

Це означає, що на Земельному кадастрі мають бути відображені всі види природоохоронних територій, що розкрито в наступних змінах.

2. У Додатку 6 до Порядку додано повний перелік функційних зон природно-заповідного фонду всіх категорій:

- 10.8 Заповідні зони національних природних парків
- 10.9 Зони регульованої рекреації національних природних парків

- 10.10 Зони стаціонарної рекреації національних природних парків
- 10.11 Господарські зони національних природних парків
- 10.12 Заповідні зони біосферних заповідників
- 10.13 Буферні зони біосферних заповідників
- 10.14 Зони антропогенних ландшафтів біосферних заповідників
- 10.15 Зони регульованого заповідного режиму біосферних заповідників
- 10.16 Заповідні зони регіональних ландшафтних парків
- 10.17 Зони регульованої рекреації регіональних ландшафтних парків
- 10.18 Зони стаціонарної рекреації регіональних ландшафтних парків
- 10.19 Господарські зони регіональних ландшафтних парків
- 10.20 Заповідні зони парків-пам'яток садово-паркового мистецтва
- 10.21 Експозиційні зони парків-пам'яток садово-паркового мистецтва
- 10.22 Наукові зони парків-пам'яток садово-паркового мистецтва
- 10.23 Адміністративно-господарські зони парків-пам'яток садово-паркового мистецтва

Крім того, додані також охоронні зони природно-заповідного фонду а також території, зарезервовані для подальшого заповідання.

- 10.24 Охоронні зони територій та об'єктів природно-заповідного фонду
- 10.25 Території, зарезервовані з метою наступного заповідання

Це означає, що всі функційні зони всіх установ ПЗФ будуть нанесені на карту ДЗК і відображені на Публічній кадастровій карті. Туристи знатимуть, де не варто прокладати маршрути і, навпаки, де варто. Природоохоронці знатимуть, де саме розміщені об'єкти ПЗФ, і зможуть проектувати нові території. Крім того, будуть відображатись і території, що поки не мають заповідного статусу, але вже зарезервовані для подальшого заповідання, і тут не варто планувати рубки, забудову або оранку.

Цікаво, що не для всіх національних парків і регіональних ландшафтних парків (РЛП) на цей час затверджене зонування. Деякі області взагалі досі не створили адміністрації своїм РЛП. Тож зміни до нормативного документа потягнуть за собою завершення створення та налагодження роботи багатьох ПЗФ.

Відомо, що всі зони мають різний режим охорони й відповідають зовсім різним категоріям природоохоронних територій у міжнародній класифікації. Завершивши встановлення зон в усіх РЛП і національних парках, Україна нарешті зможе отримати бодай формальну цифру щодо того, скільки територій існує та який режим охорони вони мають у нашій державі.

Також на кадастровій карті муситимуть відобразитись охоронні зони заповідних об'єктів. Згідно із законодавством, вони не входять до складу самих заповідних територій і розташовані навколо них, захищаючи їх від сторонніх впливів. Наприклад, між заказником і зрошуваним полем або вирубкою може бути охоронна зона. Такі охоронні зони існують навколо майже 200 ПЗФ, та спробуйте знайти схему меж хоч однієї з них?! Поява охоронних зон на кадастровій карті фактично означатиме, що всі ці землі також почнуть працювати як ПЗФ: цілком можна буде зупиняти шкідливу діяльність в їхніх межах, яка досі відбувається без перешкод.

3. До Переліку відомостей, обмін якими здійснюється в процесі інформаційної взаємодії між кадастрами та інформаційними системами, додано пункт «26. Планово-картографічні та інші матеріали щодо розташування і режиму територій та об'єктів природно-заповідного фонду, їх охоронних зон, територій, зарезервованих з метою наступного заповідання, територій і об'єктів екомережі та Смарагдової мережі».

Відтепер уся інформація про всі типи природоохоронних територій, що потраплятиме до Державного земельного кадастру, потрапить автоматично й до всіх інших, зокрема до ресурсних кадастрів, що ведуться іншими урядовими органами (наприклад, у Держгеонадра, де планується видобуток корисних копалин). Після цього планування нових кар'єрів і торфорозробок, вірогідно, уникатиме заповідних земель.

Проте невирішеним лишається питання: звідки ж візьмуться геодані в умовах, коли більшість ПЗФ місцевого значення не винесені в натуру і затверджених меж фактично не мають?

Відповідь на це питання лежить на поверхні. Під час створення ПЗФ за процедурою, передбаченою у ст. 51–53 Закону України «Про ПЗФ»:

«...Клопотання подаються до державних органів, уповноважених проводити їх попередній розгляд. Клопотання має містити обґрунтування необхідності створення чи оголошення території або об'єкта ПЗФ певної категорії, характеристику природоохоронної, наукової, естетичної та іншої цінності природних комплексів та об'єктів, що пропонуються для заповідання, відомості про місцезнаходження, розміри, характер використання, власників та користувачів природних ресурсів, а також відповідний картографічний матеріал» (ст. 51). «У разі схвалення клопотань центральним органом виконавчої влади в галузі охорони навколишнього природного середовища та його органами на місцях проводиться їх погодження з власниками та первинними користувачами природних ресурсів у межах територій, рекомендованих для заповідання» (ст. 52). Після надання погодження землекористувача приймається рішення про оголошення території природно-заповідного фонду (Київською міською радою) (ст. 53). «Межі територій та об'єктів природно-заповідного фонду встановлюються в натурі відповідно до законодавства. До встановлення меж територій та об'єктів природно-заповідного фонду в натурі їх межі визначаються відповідно до проектів створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду» (ст. 7). Згідно зі ст. 52–53, проект створення для заказників не розробляється як окремий документ, тобто ним є документи, зібрані відповідним державним органом у процесі погодження створення нового заказника, — обґрунтування, погодження користувача земельних ділянок та картосхема. Таким чином, для визначення належності або неналежності ділянки до територій ПЗФ у судах слід використовувати документи, згідно з якими було створено зазначений заповідний об'єкт.

Ця позиція означає, що цілком достатнім, з точки зору законодавства, буде використовувати матеріали векторизації первинних картографічних матеріалів, що містяться у публічному кадастрі ПЗФ (<https://scgis.org.ua/pzf-osm/>).

ВИЗНАЧЕННЯ ҐРУНТОВОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ЗАПЛАВИ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ УТЛЮГ (ПІВНІЧНО-ЗАХІДНЕ ПРИАЗОВ'Я) ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ІНДЕКСІВ

Винокурова С. В.

Кафедра екологічної безпеки та раціонального природокористування Мелітопольського державного педагогічного університету; Товариство природоохоронних ГІС України (SCGIS Ukraine)

Використання вегетаційних індексів є одним з поширених засобів аналізу даних дистанційного зондування Землі. Одна, відомо, що їх використання не ефективне в умовах розрідженої рослинності, оскільки на ці індекси істотно впливає стан ґрунту [1]. Наприклад, NDVI не чутливий до змін ґрунтового фону, крім випадків, коли густина рослинного покриву нижче 30 %. У цих випадках доцільно застосовувати індекси, що враховують вплив ґрунту (такі як SAVI, TSAVI, PVI, EVI, ін.). Формули розрахунку таких спектральних індексів, як правило, включають додаткові коефіцієнти, які входять до складу рівняння ґрунтової лінії.

Ґрунтова лінія – це гіпотетична лінія в спектральному просторі, яка описує варіації спектра відкритого ґрунту на даних дистанційного зондування [5, 8]. Значення коефіцієнтів рівняння ґрунтової лінії різняться для географічних регіонів та типів ґрунту [2, 3, 6].

Метою нашої роботи було визначити параметри рівняння ґрунтової лінії для території заплави річки Великий Утлюг (Запорізька обл., Північно-Західне Приазов'я) та оцінити ефективність використання в даних умовах спектральних індексів, що враховують вплив ґрунту.

Заплава річки Великий Утлюг представлена галофітними луками, солонцями і солончаками, уздовж русла річки добре виражені стрічкові зарості очерету південного (*Phragmites australis*), бульбоочерету морського (*Bolboschoenus maritimus*). Правий берег річки частково стрімкий зі збереженими подекуди залишками степової рослинності на крутосхилах. У гирлової частини розташовані як існуючі, так і занедбані рибоводні ставки.

Для аналізу використовувався знімок Sentinel-2 на територію, що розглядається, за дату 6.04.2020, до початку періоду активної вегетації рослин. Просторова роздільна здатність знімка для блакитного (Blue), зеленого (Green), червоного (Red) та інфрачервоного (NIR) каналів становить 10 м.

Спочатку для виділення ділянок з відкритим ґрунтом використовували індекс NDVI, який розраховували за формулою:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Ділянки з показниками індексу від 0,09 до 0,2 вважали потенційними територіями з відкритою ґрунтом. Правильність такого визначення перевірили під час подальшого польового виїзду на територію досліджень, де за допомогою GPS зафіксували координати 80 точок із зазначенням наявності / відсутності рослинності в цій точці. Розбіжностей даних класифікації виявлено не було.

Використовуючи значення NDVI вказаного діапазону, було створено маску відкритої поверхні ґрунту. Були вилучені дані спектральної відбивної здатності в червоному й інфрачервоному каналах, на підставі яких був побудований графік ґрунтової лінії для досліджуваної території (рис. 1).

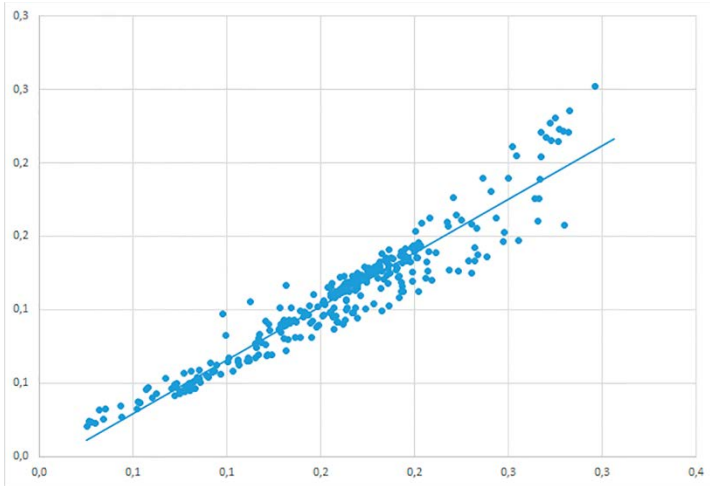


Рисунок 1. Графік ґрунтової лінії для досліджуваної території

У результаті було отримано таке рівняння ґрунтової лінії:

$$y = 0,7284x - 0,007$$

Коефіцієнт детермінації склав $R^2 = 0,92$, що свідчить про високу достовірність отриманих даних.

Використовуючи отримані коефіцієнти ґрунтової лінії, для досліджуваної території були розраховані такі спектральні індекси [1, 4, 7]:

$$WDVI = NIR - a \times RED$$

$$TSAVI = (a \times (NIR - a \times RED - b)) / (b \times NIR + RED - a \times b + X \times (1 + a^2))$$

$$MSAVI = ((NIR - RED) / (NIR + RED - L)) \times (1 + L)$$

$$GESAVI = (Nir - a * Red - b) / (Red + 0.35)$$

$$RVI = (NIR - b) / RED,$$

де NIR – відображення в ближній інфрачервоній частині спектра; RED – відображення в червоній частині спектра; a – нахил ґрунтової лінії; b – точка перетину ґрунтовою лінією осі ординат; X – коефіцієнт корекції, для зменшення ґрунтового шуму рівний 0,08; L – коригувальний коефіцієнт, який дорівнює $L = 1 - 2 \times a \times NDVI \times WDV$.

Для заплави р. Великий Утлюг визначено, що індекс TSAVI більш достеменно відображає стан рослинності на території.

Таким чином, визначення параметрів ґрунтової лінії розширює можливості використання вегетаційних індексів.

Список використаних джерел

1. Дубинин М. Вегетационные индексы. GIS-Lab. 2006. URL: <http://gis-lab.info/qa/vi.html>
2. Кирьянова Е. Ю., Савин Е. Ю. Линия почв как индикатор почвенного покрова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8, № 4. С. 310-318.
3. Украинский П. А., Землякова А. В. Определение параметров почвенной линии для автоматизированного распознавания открытой поверхности почвы на космических снимках // Междунар. журнал прикл. и фунд. исследований. 2014. № 9. С. 140–144.
4. Черепанов А. С. Вегетационные индексы // Геоматика. 2011. № 2. С. 98-102.
5. Baret, F., S. Jacquemond, J.F.Hanocq. The soil line concept in remote sensing. Remote Sensing Reviews. 1993. №7. P. 65–82.
6. Demattê J. A. M., Huete A. R., Nanni L. M. R., Alves M. C., Fiorio P. R. Methodology for bare soil detection and discrimination by Landsat TM image. The open remote sensing journal. 2009. N. 2. P. 24–35.
7. Gilabert M.A., González-Piqueras J., García-Haro J, Meliá J. Designing a Generalized Soil-Adjusted Vegetation Index (GESAVI). Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology. 1998. Vol. 3499. P. 396-404.
8. Richardson A.J., Wiegand C.L. Distinguishing vegetation from soil background information. Photogramm. Eng. Remote Sens. 1977. V. 43. P. 1541-1552.

МОЖЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ NDVI ЗА ДОПОМОГОЮ MODEL BUILDER ARCGIS

Гордієнко О. В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору, Київ

Програмне забезпечення ArcGIS дозволяє автоматизувати процеси користувачам за допомогою модуля ModelBuilder. Це додаток, який дозволяє створювати, керувати та редагувати моделі. Моделі – це робочі процеси, які з'єднані в послідовності інструментів геообробки. ModelBuilder можна розглядати як візуальну мову програмування в середовищі ArcMap.

Переваги ModelBuilder можна представити в узагальненому вигляді таким чином:

- ModelBuilder — це зручний у роботі додаток для створення і запуску робочих потоків, що містять послідовність інструментів.
- За допомогою ModelBuilder можна створювати власні інструменти. Інструменти, створені за допомогою ModelBuilder, можуть використовуватися в засобах підтримки скриптів Python і в інших моделях.
- ModelBuilder, разом із засобами підтримки скриптів, надає можливість інтеграції ArcGIS з іншими додатками [1].

Під час майстер-класу буде розглянуто переваги створення моделі для розрахунку вегетаційного індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

У наш час користувачам ГІС дедалі частіше необхідно розраховувати різноманітні індекси. Одним із таких є NDVI.

NDVI – нормалізований відносний індекс рослинності – простий кількісний показник кількості фотосинтетичної активної біомаси (зазвичай називається вегетаційним індексом). Один з найпоширеніших і використовуваних індексів для вирішення завдань, що використовують кількісні оцінки рослинного покриття. Він обчислюється за такою формулою:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Розрахунок NDVI базується на двох найбільш стабільних (що не залежать від інших чинників) ділянках спектральної кривої відбиття рослин. У червоній області спектра (0,6–0,7 мкм) лежить максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом вищих рослин, а в інфрачервоній області (0,7–1,0 мкм) знаходиться область максимального відображення клітинних структур листа. Тобто висока фотосинтетична активність (пов'язана, як правило, з густою рослинністю) веде до меншого відбиття в червоній області спектра і більшого – в інфрачервоній. Відношення цих показників один до одного дозволяє чітко відокремлювати рослинні об'єкти від інших природних об'єктів та аналізувати їх. Використання не просто відношення, а нормалізованої різниці між мінімумом і максимумом відображень збільшує точність вимірювання, дозволяє зменшити вплив таких явищ, як майже однакові умови освітлення знімка, хмарність, димка, поглинання радіації атмосферою та ін.

NDVI може бути розрахований на основі будь-яких знімків високого, середнього або низького розрізнення, які мають спектральні канали в червоному (0,55–0,75 мкм) та інфрачервоному діапазонах (0,75–1,0 мкм). Алгоритм розрахунку NDVI вбудований практично в усі поширені пакети програмного забезпечення, пов'язані з обробкою даних дистанційного зондування.

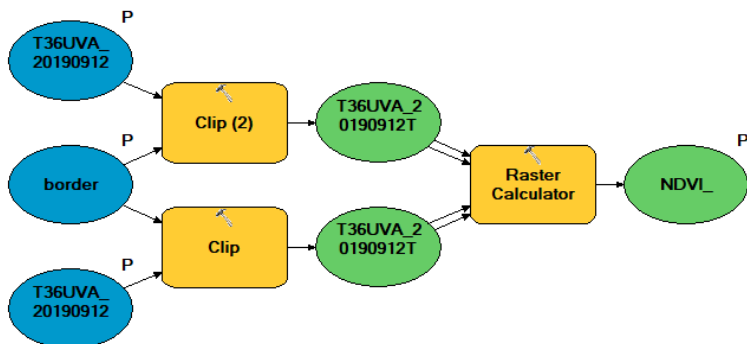
Загалом головною перевагою NDVI є легкість його отримання: для обчислення індексу не потрібно ніяких додаткових даних і методик, крім безпосередньо самої космічної зйомки і знання її параметрів [2].

Також слід пам'ятати, що цей індекс чутливий до змін в атмосфері, а тому потрібно робити атмосферну корекцію знімка. На думку автора, найпростішим способом це зробити – використовувати програмне забезпечення SNAP ESA. Ця програма має рішення, яке називається Sen2Cor [3].

Програмне забезпечення ArcGIS дає можливість створювати моделі автоматизації геообробки за допомогою вбудованого модуля ModelBuilder, в якому користувач може обирати послідовність команд для своїх цілей. Розглянемо цей модуль на прикладі розрахунку вегетаційного індексу. Геообробка складається з двох кроків розрахунку (використовуються два інструменти):

- Вірізання (Clip) зони інтересу;
- Калькулятор растру (Raster Calculator).

Вихідними даними є вірізаний та розрахований індекси NDVI.



Модель має чотири параметри: три вхідні, два зображення з каналами растру та зоною інтересу, і один вихідний – розрахований вегетаційний індекс. Також використовуються два інструменти, які представлені вище.

Цей метод має сенс, коли потрібно декілька разів використовувати одні й ті самі інструменти, наприклад, для моніторингу, тощо. Також перевагою цього методу є його легкість у розумінні, користувач може сам створювати потрібні йому інструменти.

Список використаних джерел

1. What is ModelBuilder? [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/modelbuilder/what-is-modelbuilder.htm>.
2. Максим Д. NDVI – теория и практика [Електронний ресурс] / Дубінін Максим. 2002. Режим доступу до ресурсу: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
3. Sen2Cor [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/sen2cor/>.

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ QFIELD ДЛЯ ЗБОРУ ДАНИХ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Гузь Г. В.

Луганський природний заповідник НАНУ, Станція Луганська

QField – це оптимізований інтерфейс користувача для пристроїв на базі Android, розроблений для збору даних у форматі QGIS. Інформацію про нього можна отримати на сайті <https://qfield.org>, документація частково перекладена українською. Встановити можна як з Google Play, так і безпосередньо із сайту розробника. Для синхронізації даних між десктопом і мобільним пристроєм у QGIS встановлюється плагін QFieldSync.

Розробники зазначають, що QField базується на QGIS. Система візуалізації така ж, як і в настільній версії QGIS, тому ваш проект на мобільному пристрої буде виглядати так само, як він виглядає на комп'ютері. QField підтримує велику кількість форматів даних, як векторних, так і растрових. Для роботи з растровими даними розробники рекомендують використовувати формат GeoPackage.

QField має досить зручний інтерфейс, дозволяє редагувати шари точок, ліній і полігонів, але у ньому ви не зможете додати новий шар, змінити структуру атрибутивної таблиці, форму або стиль.

З власного досвіду використання можу запропонувати такий алгоритм роботи:

1. Створити проект у QGIS. Структура шарів і атрибутивних таблиць повинна бути добре продумана, у QField ви не зможете її змінити.

2. Налаштувати конфігурацію проекту QFieldSync (Модулі – QFieldSync – Project Configuration). Це не очевидний, але дуже важливий момент, особливо в ситуації, коли дані збираються декількома колекторами. За замовчуванням Action = «сору», при цьому кожний наступний пакет даних не додається, а замінює попередній. Потрібно вибрати «offline editing», тоді нові дані будуть додаватись, а попередні залишаться (рис. 1).

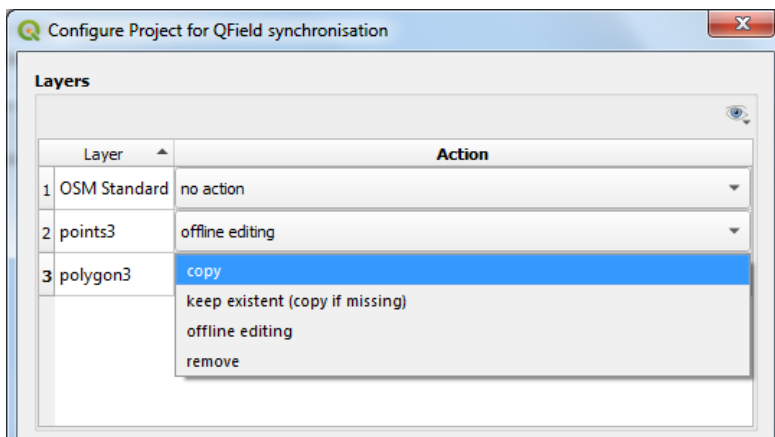


Рисунок 1. Налаштування проекту

3. Створити підкаталоги «Export» та «Import» у вашому каталозі з проектом на десктопі, це не обов'язково, але так зручніше працювати з даними.

4. Створити пакет QField за допомогою плагіну QFieldSync (Модулі – QFieldSync – Package for QField), зберегти його в підкаталозі «Export». Це буде робоча копія. QField відкриває проекти QGIS у форматі «.qgs». На жаль, файли формату «.qgz» поки що відкривати неможливо.

5. Скопіювати пакет QField на мобільний пристрій. Програма може відкривати проект для редагування з внутрішньої пам'яті, а на SD-картці – тільки з робочого каталогу програми \Android\data\ch.opengis.qfield\files\. З будь-якого іншого каталогу на SD проект відкриється тільки для перегляду, без можливості редагування. Треба звернути увагу, що при видаленні QField з мобільного пристрою вищеназваний каталог також буде видалений разом з даними.

6. Вийти в поле та зібрати дані.

7. Перенести модифіковані дані на комп'ютер у підкаталог «Import».

8. Синхронізувати модифіковані дані з вашим проектом QGIS (Модулі – QFieldSync – Synchronize from QField).

Щодо власне збору даних. Запускаємо QField, відкриваємо проект. QField працює у двох режимах – перегляду або редагування (рис. 2). У режимі редагування можна додавати, редагувати чи видаляти точки, лінії чи полігони у відповідних шарах. Є можливість автоматичного трекінгу ліній і полігонів, що вмикається довгим натисканням на потрібному шарі.

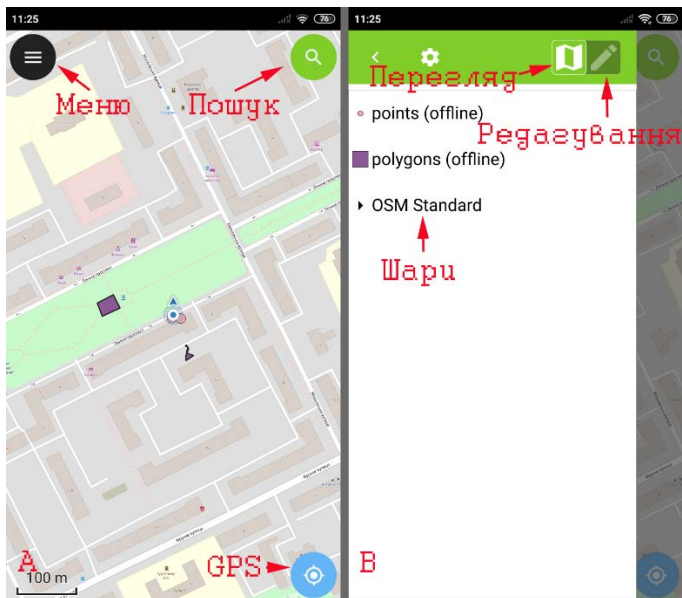


Рисунок 2. Загальний вигляд робочого екрану в режимі перегляду (А), головне меню (В)

Коротке натискання на кнопку 2 вмикає GPS та центрує екран на поточному місцезнаходженні, тільки-но з'явиться інформація про положення. Довге натискання кнопки GPS показує меню позиціонування.

Вибираємо потрібний шар, умикаємо режим редагування.

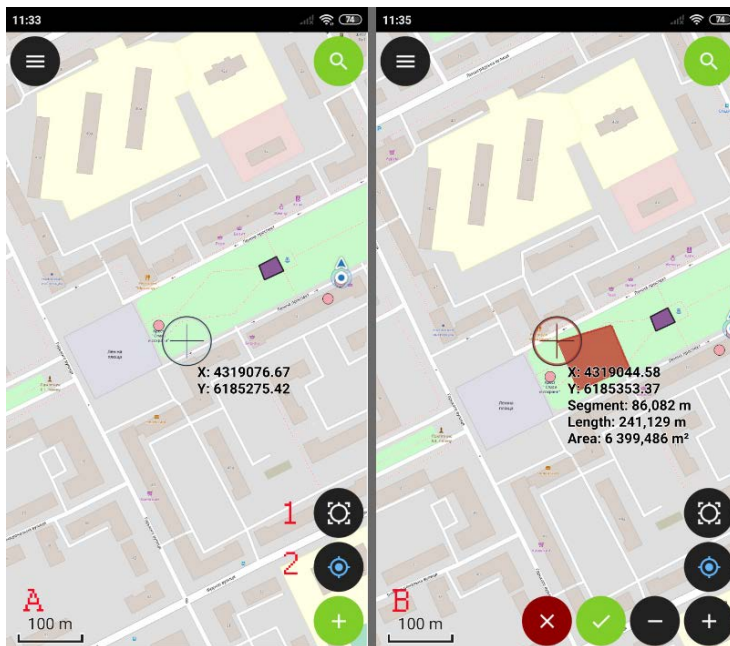


Рисунок 3. Режим редагування: А – точка, В – полігонів

Кнопка 1 переміщує перехрестя між центром екрана і позицією GPS. Кнопка 2 розміщує позицію GPS у центрі екрана разом з перехрестям. Кнопка «+» створює нову точку або вузол лінії чи полігону там, де знаходиться перехрестя. Кнопка «-» видаляє останній вузол. Після створення об'єкта відкривається форма атрибутів, інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Поле прапорця кожного атрибута дозволяє запам'ятовувати значення поля для автоматичного заповнення. Наступного разу, коли ви додасте об'єкт на тому ж шарі, ці атрибути вже будуть попередньо заповнені. Також у режимі редагування можна видаляти об'єкти.

При картуванні біологічних об'єктів важливою є можливість одразу додати фото – як безпосередньо з камери, так і вибрати вже готовий файл. Для цього на етапі створення проекту в QGIS треба додати поле в таблицю, де буде зберігатися посилання на фото (рис. 4). Якщо на один об'єкт потрібно додати декілька фото, треба створити окрему таблицю, яка буде пов'язана з таблицею об'єктів як «один-до-багатьох». Фото зберігаються у підкаталог DCIM робочого каталогу і копіюються при синхронізації.

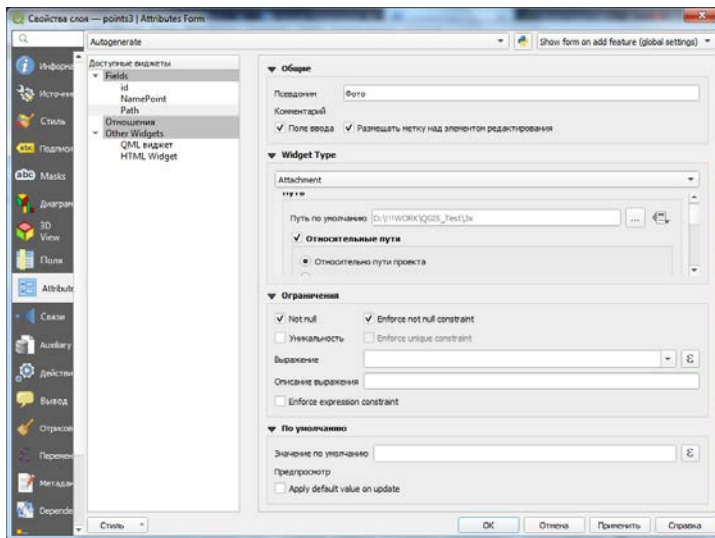


Рисунок 4. Створення віджета для зображень

На десктопі фото показуються, коли атрибутивна таблиця відкривається в режимі форми.

QField не може працювати з віддаленими файлами напряму. Проте можна використовувати такі додатки, як Nextcloud чи Dropbox та інші, котрі дозволяють синхронізувати віддалений файл на ваш пристрій.

Загалом QField – це досить зручний інструмент, великий плюс якого в тому, що перенесення даних до QGIS виконується дуже просто і не потребує якихось додаткових кроків. Проте незрозуміло, чому не можна повноцінно працювати з даними з будь-якого каталогу на SD-картці, це було б зручніше і безпечніше для даних. На мою думку, було б доцільно додати ще можливість вмикати/вимикати показ підписів до об'єктів.

Список використаних джерел

1. QField — ваше мобільне [Q]GIS рішення. URL: <https://qfield.org/docs/uk/index.html> (дата звернення: 11.05.2020).
2. How to enable camera and take pictures for features in QFIELD? URL: https://gis.stackexchange.com/questions/287339/how-to-enable-camera-and-take-pictures-for-features-in-qfield?fbclid=IwAR33tXrO8Atvala6bvZg-Zhr5v-cry_CH2UNa4abKNOZDTsMHRWwGe5HrB4 (дата звернення: 05.05.2020).

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ НЕОДНОРІДНІСТЮ ҐРУНТУ ТА ЙОГО БІОЛОГІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ

Задорожна Г. О., Колесникова К. В.

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»

Неоднорідність ґрунту є предметом активної наукової дискусії, але зв'язок між просторовим розподілом ґрунтових властивостей та живих організмів – це тема, яка тільки починає розвиватися та породжує багато запитань. Використання геоінформаційних технологій у ґрунтових дослідженнях, з одного боку, дає можливість встановлювати просторові закономірності формування ґрунтової неоднорідності, з іншого – розкриває невідомі досі особливості структури живих угруповань та їхнього середовища існування [2, 5].

Мета дослідження – з'ясування зв'язки між неоднорідністю будови чорнозему звичайного та його біологічною активністю.

Експеримент був проведений на степовій ділянці, що примикає до південно-східного схилу балки Кам'янувата (південна околиця м. Дніпро, Україна). Дослідний полігон являє собою регулярну сітку 7 × 15 з відстанню між точками відбору проб 3 м. Розміри полігону складають 18 × 42 м.

Неоднорідність ґрунту вивчали за показниками його твердості [3, 10]. Твердість ґрунту досліджували за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp на глибині 100 см з інтервалом 5 см. Середня похибка результатів вимірювань приладу складає ± 8 %.

Встановлено, що твердість ґрунту коливається в межах $4,25 \pm 0,15$ - $6,43 \pm 0,16$ та закономірно збільшується з глибиною. Коефіцієнт варіації змінює свої значення від 22,15 до 38,14 %. Цей показник найбільший у верхній частині ґрунтового профілю (0–25 см від поверхні).

Для визначення рівня просторової залежності показників твердості ґрунту ми застосували геостатистичний аналіз даних. Для даних просторової варіації твердості ґрунту кожного з двадцяти досліджених шарів побудували варіограми. На їх основі обчислено індекс SDL – рівень просторової залежності (spatial dependence level) (Field scale variability..., 1994). SDL високий у даних верхньої половини профілю (0–55 см) і має середні значення в нижній його половині. Значення твердості в 3 МПа трапляється в середньому на глибині 4,52 см і сильно варіює (CV = 122,26 %). На тривимірному зображенні підґрунтового рельєфу видно обриси

просторових ґрунтових структур – елементів ґрунтової екоморфічної будови (рис. 1).

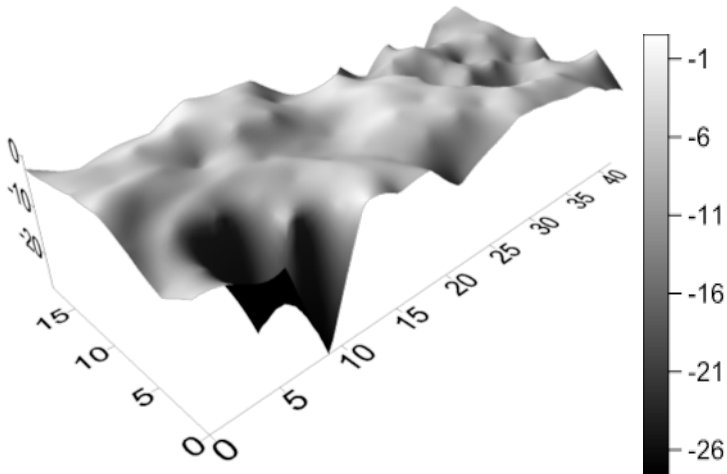


Рисунок 1. Рельєф твердості ґрунту при граничному критерії 3 МПа
Примітка. Зображення виконано у програмі Surfer 11.

Біологічну активність ґрунту досліджували за швидкістю розкладу целюлози у ґрунті (аплікаційний метод) [4]. Час експозиції тривав 15 діб. Для досягнення можливості описання змінної нормальним законом розподілу отримані дані були піддані логгет-перетворенню.

За час експозиції целюлоза розклалася на 63-91 %. У 95 % випадках розклалося 76-78 % субстрату. Для опису просторової варіації целюлозолітичної активності ми вибрали сферичну модель варіограми. Індекс SDL дорівнює 22,92, що свідчить про значну просторову залежність даних. Візуальна оцінка карти дозволяє говорити про наявність локалітетів з підвищеною целюлозолітичною активністю (рис. 2). Ці ділянки мають досить великий розмір. Радіус цих локалітетів у середньому дорівнює 13,93 м.

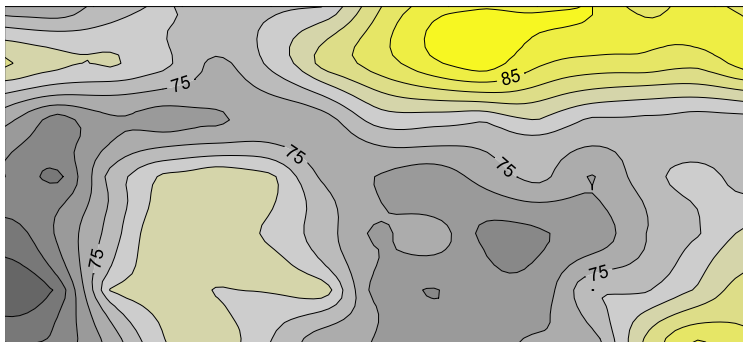


Рисунок 2. Карта просторової мінливості целюлозолітичної активності ґрунту (у логіт-перетвореному вигляді)

Примітка. Див. рис. 1.

Ступінь спряженості просторового розподілу показників твердості й целюлозолітичної активності ґрунту встановлена за допомогою кореляційного аналізу. Виявлена залежність між неоднорідністю ґрунту за ознакою твердості та целюлозолітичною активністю. Достовірна позитивна кореляція спостерігається в шарах 45-50...60-65 см нижче поверхні й негативна кореляція з даними шарів 0-5...25-30, 90-95 см. Також негативна кореляція розподілу целюлозолітичної активності спостерігається з просторовим розподілом значення твердості 3 МПа.

У нашому дослідженні встановлено, що целюлозолітична активність чорнозему тісно пов'язана з його твердістю. Негативна кореляція між вивченими показниками у верхній частині профілю свідчить про те, що целюлозолітична активність вище там, де твердість менше. Твердість залежить від наявності органічної речовини в ґрунті (Cecilia, 2012). Чим вищий вміст органіки, тим нижче твердість. У той же час мікроорганізми харчуються органічною речовиною ґрунту, розкладаючи його. Тому з підвищенням кількості органіки збільшується їх активність. Однак існує позитивна кореляція показників твердості в середній частині ґрунтового профілю з целюлозолітичною активністю верхнього шару ґрунту. За методикою, целюлоза розміщується в шарі ґрунту 0-10 см від поверхні. Отримані результати відображають значний зв'язок умов ґрунту на різних його глибинах. Ми припускаємо, що цей зв'язок реалізується через потоки ґрунтової вологи. Подальше збільшення твердості ґрунту на глибині від 45

до 65 см створює бар'єр для води і покращує умови існування мікроорганізмів. У результаті на ділянках, де твердість ґрунту на цій глибині вище, ґрунт має більш високу біологічну активність. Наші припущення підтверджуються кореляцією з положенням бар'єру твердості 3 МПа. За даними дослідників, твердість 3 МПа є межею проникнення кореневих систем більшості рослин [1]. Це положення заперечується іншими авторами [8, 9]. Однак, встановлений достовірний зв'язок з целюлозолітичною активністю ґрунту підтверджує важливість цього показника при формуванні екологічних умов ґрунту. Твердість ґрунту – інформативний і дуже перспективний показник неоднорідності. За допомогою пенетрометра можна зібрати велику кількість даних за відносно невеликий проміжок часу, що важливо при побудові геостатистичних моделей.

Список використаних джерел

1. Бондарь Г. А., Жуков А. В. Экологическая структура растительного покрова, сформированного в результате самозаращения дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. №1. С. 54–62.
2. Жуков А. В., Андрусевич К. В. Влияние эдафических факторов на обилие популяции моллюсков *Vallonia pulchella* в дерново-литогенных почвах на красно-бурых глинах // Zoocenosis–2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: VII Міжнародна наукова конференція. Україна, Дніпропетровськ, ДНУ, 22–25.10.2013. С. 139–138.
3. Медведев В. В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова // Ґрунтознавство. 2010. №1–2(11). С. 6–15.
4. Трифанова М. В., Задорожна Г. О., Жукова Ю. О. Вплив колонії сірої чаплі на целюлозолітичну активність ґрунту // Вісник Львівського національного університету ім. Івана Франка. Серія біологічна. 2014. №65. С. 245–254.
5. Andrusevych K., Zadorozhnaya G. Diversity, dynamics and ecological analysis of flora of reclaimed soil. *Folia oecologica*. 2019. 2 (46). 153-163.
6. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils / Cambardella C. A. et al. *Soil Science Soc. Am.* 1994. 58. 1501–1511
7. Cecilia M., Jesus H. C., Cortes C.A. Soil penetration resistance analysis by multivariate and geostatistical methods. *Eng. Agric. Jaboticabal*. 2012.1(32). 91–101
8. Faechner T., Pycr M.J., Deutsch C.V. Prediction of Yield Response to Soil Remediation. *Geoderma*. 2000. 97. 21–38.

9. Oussible, M., Crookston, R.K. Larson, W.E. Subsurface compaction reduces the root and shoot growth and grain yield of wheat / Bathke G. R. et al. Soil Science. 1992. 154. 316–328.
10. Zadorozhnaya G. A., Andrusevych K. V., Zhukov O. V. Soil heterogeneity after recultivation: ecological aspect. Folia oecologica. 2018. Vol. 45, № 1. P. 46-52.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ РОСЛИННИХ І ТВАРИННИХ ВИДІВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ, РЕАЛІЗОВАНИМИ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ R

Мкртчян О. С.

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів

Детальна просторова інформація стосовно розподілу рослинних і тваринних видів, угруповань та їхніх характеристик є цінною для низки наукових напрямків та прикладних сфер, включаючи організацію природно-заповідної справи (обґрунтування розташування і меж природоохоронних територій, їхнього внутрішнього зонування). Відповідно, моделювання цього розподілу є актуальним напрямком геоecологічних досліджень, який швидко розвивається, засвоюючи новітні методики та підходи у сферах геопросторового моделювання та методів машинного навчання. Поштовхом для цього розвитку є поява та доступність детальних геопросторових даних (мультиканальних дистанційних геозображень, цифрових моделей рельєфу тощо), відкритих баз даних щодо поширення видів (GBIF), потужних інструментів обробки та аналізу даних.

Понад 20 років тому вийшло декілька фундаментальних праць із питань моделювання розподілу рослинності та оселищ, серед яких відзначимо дві. В роботі [5] розглянуто концептуальні основи такого моделювання, його зв'язок з теорією екологічних ніш та градієнтним аналізом. Методи моделювання були поділені на параметричні (статистичні) та на такі, що ґрунтуються на машинному навчанні. В роботі [6] велику увагу приділено класифікації моделей, складовим процесу моделювання, зокрема питанням калібрування для оцінки моделей.

Моделі поширення видів (species distribution models) ставлять за мету отримання детальних передбачень поширення видів шляхом аналізу зв'язків між ними та екологічними чинниками – предикторами [1]. Останніми, як правило, є кількісні показники, що характеризують окремі екологічні фактори. Методами аналізу дедалі частіше обирають методи машинного навчання. До переваг цих методів, порівняно з більш звичними статистичними методами, належать: відсутність необхідності попередньої трансформації даних, нечутливість до викидів, здатність ефективно аналізувати одночасно номінальні (якісні) та кількісні дані, відобразити різку переривчатість та поступові переходи. Недоліками є складність

інтерпретації результатів (методи працюють за принципом «чорної скрині»), неможливість безпосереднього обчислення статистичної значущості та довірчих інтервалів параметрів моделей. Якість та точність передбачень цих моделей оцінюють на тестових вибірках. Модельна парадигма машинного навчання відрізняється від парадигми статистики: статистичний підхід до побудови моделі починається з вибору апріорної моделі даних (яка може включати характер розподілу змінної, вид залежності між змінними), після чого на основі даних підганяють оптимальні параметри моделі. Методи машинного навчання не роблять апріорних припущень щодо даних і прагнуть безпосередньо «вивчити» зв'язки між змінними, керуючись певним алгоритмом.

Зручні інструменти для такого моделювання містять відповідні пакети мови програмування R – поширеної мови програмування та програмного середовища для статистичних обчислень та аналізу даних з відкритим кодом [8]. Одним з них є спеціалізований пакет *dismo*, який включає в себе реалізацію декількох популярних моделей поширення видів (*bioclim*, *esoclim*, *gbm*), та інтерфейс до моделі *maxent* (яка має бути скачана та встановлена окремо) [7]. Інші методи реалізовані окремими відповідними пакетами (*randomForest*, *neuralnet* тощо).

Дані стосовно розподілу видів біоти мають низку особливостей. Так, польові дані часто наявні у формі «лише присутність» (*presence-only data*), коли фіксуються лише пункти, в яких спостерігалися представники виду, але не пункти, в яких він достовірно відсутній. Такі дані часто бувають упередженими, наприклад, коли пункти спостережень розміщені по території не випадковим способом, а тяжіють до стежок, доріг, річок тощо. Нерідко трапляються неточності й помилки у зазначенні географічних координат. Тому аналізу даних, як правило, передує етап їх підготовки та очищення.

Розглянемо деякі найбільш поширені в геоекологічних та геоботанічних дослідженнях методи машинного навчання. Метод *Maxent*, розроблений спеціально для моделювання просторового розподілу видів, ґрунтується на мінімізації відносної ентропії двох щільностей ймовірності, визначених у просторі факторів [4]. Цей метод добре пристосований для роботи з даними, що фіксують лише присутність виду. Є досвід його застосування в моделюванні екологічної ніші дикого кабана на території НПП «Слобожанський» [9].

Метод дерева рішень (дерева прийняття рішень) є, ймовірно, найбільш інтуїтивно простим і зрозумілим прийомом аналізу даних. Його різновидами є класифікаційні й регресійні дерева. Даний метод послідовно поділяє факторний простір на все менші підпростори, за принципом відносної однорідності результуючої ознаки в межах останніх. Оскільки точність передбачень одного окремого дерева, як правило, низька, застосовують комбінації (ансамблі) дерев.

Метод BRT (boosted regression trees, розширювальні дерева рішень) є комбінацією методів дерев рішень (регресійних і класифікаційних дерев) та бустінгу (підсилювання) – одного з метаалгоритмів машинного навчання, які перетворюють багатьох простих і «слабких» моделей на одну «сильну». Кожне наступне дерево прагне «пояснити» залишкові відхилення реальних значень від значень, спрогнозованих сукупністю попередніх дерев: таким чином, кінцева модель є лінійною комбінацією багатьох (сотень або тисяч) дерев рішень [3]. Якість моделі покращується введеннями стохастичності: при цьому кожне нове дерево використовує лише випадково обрану частину (0,5 – 0,75) тренувальних даних. Ведення стохастичності зменшує перенавчання (overfitting) моделі, дещо збільшує точність та швидкість моделювання. Проте, ціною є те, що та сама стохастична модель, застосована до тих самих даних, кожного разу даватиме дещо відмінні результати, що є певним недоліком з точки зору вимог наукової відтворюваності [3].

Метод BRT потребує апріорного задавання трьох параметрів: швидкості навчання, складності дерева та кількості дерев. Занадто високі значення параметрів швидкості навчання та кількості дерев, як правило, призводять до перенавчання моделі. Параметр складності дерева описує максимальний рівень складності взаємодії факторів, який здатна описати модель: якщо він дорівнює 1, отримуємо адитивну модель.

Вказані методи можуть ефективно використовуватись для виявлення нових оселищ цінних і рідкісних видів, для оцінки інвазійного потенціалу, прогнозування майбутніх змін в екосистемах унаслідок очікуваних кліматичних змін (шляхом підстановки в модель прогнозованих значень кліматичних і пов'язаних з ними характеристик).

Варто зазначити, що для якісного реалістичного моделювання поширення видів недостатньо лише доброго розуміння методів математичної статистики та володіння відповідними інструментами. Дуже важливим є одночасне розуміння конкретних механізмів, які визначають

поширення організмів по території, взаємодію видів між собою та з екологічними факторами. Тому найбільш точними та науково обґрунтованими є підходи, які поєднують експериментальні методи з фізіологічними (механічними) динамічними та стохастичними моделями поширення видів [2].

Список використаних джерел

1. Austin M. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches // *Ecological Modelling*. 2007. Volume 200, Issues 1-2. – P. 1 – 19.
2. Colwell R.K., Rangel T.F. Hutchinson's duality: the once and future niche // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2009. N 106. P. 19651 – 19658. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901650106>
3. Elith J., Leathwick J. R., Hastie T. A working guide to boosted regression trees // *Journal of Animal Ecology*. 2008. N 77. – P. 802 – 813.
4. Elith J., Phillips S. J., Hastie T., Dudi'k M., Chee Y. En, Yates C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // *Diversity and Distributions, (Diversity Distrib.)* 2011. N 17. – P. 43 – 57.
5. Franklin J. Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients // *Progress in Physical Geography*. 1995. N 19. – P. 474 – 499.
6. Guisan A., Zimmermann N. E. Predictive habitat distribution models in ecology // *Ecological Modelling*. 2000. N 135.– P. 147 – 186.
7. Hijmans R. J., Phillips S., Leathwick J., Elith J. (2011) Package 'dismo'. Available online at: <http://cran.r-project.org/web/packages/dismo/index.html>.
8. R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
9. Биатов А. П., Пономарева А. А. Опыт моделирования экологической ниши дикого кабана (*Sus scrofa* L.) на территории национального природного парка «Слобожанский» // *Материалы III научно-методического семинара «ГИС и заповедные территории»* (30 мая – 01 июня 2015 г., Харьковская обл., Краснокутский р-н, с. Владимировка) / Под ред. А. П. Биатова. Харьков: «Типография Мадрид», 2016. С. 12–20.

MAPPING ENDEMIC PLANTS OF UKRAINIAN CARPATHIANS: CHALLENGES AND PROGRESS

Novikov A.

Department of Biosystematics and Evolution, State Natural History Museum NAS of Ukraine, Lviv

Department of Botany, Biology Faculty, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv

The investigations on biodiversity and conservation are fundamentally based on data about distribution, abundance, ecological preferences, population description and genetics (Jenkins 1988), complemented by information about applied collection and measurement protocols (Walls et al. 2014). In particular, GBIF and many other online resources host and provide the biodiversity data (Telenius, 2011, Wetzel et al. 2018). However, recent investigations showed that biodiversity databases are still in the initial stages of data harvesting and compilation (Ball-Damerow 2019). Hence, gathering, databasing and sharing biodiversity data, especially about rare and threatened taxa, are still crucial for further integrative and comprehensive investigations (Soberón & Peterson 2004; Costello & Wieczorek, 2014). Endemic plants, restricted to limited area of distribution, often suffer from the unfavorable pressing factors such human impact and climate change (Bakkenes et al. 2006, Médail & Diadema 2006). Moreover, these plants also serve as imprints of speciation and extinction, allowing the analysis of dynamics of regional biodiversity (Hurdu et al. 2012).

Unfortunately, there is still no basic information about the final number and locality-level distribution of endemic plants in the Ukrainian Carpathians. Therefore, in 2014 I have started investigations on endemic plants distributed in Ukrainian Carpathians. It took a time to develop the working list published in 2015 (Novikoff & Hurdu 2015), which has been later updated during the work with collections and new literature. Currently this list includes 71 plant taxa with particular references and synonyms. The next step was developing the map of geomorphologic division of Ukrainian Carpathians, β -version of which was firstly presented in 2017 in Cluj, Romania (Novikoff & Hurdu 2017). Since that, the map has been several times updated and its last version includes 56 OGUs with indicated hierarchy and synonymity. In 2017 I initiated the first stage of data gathering and digitized the Domin's Card Index in Bratislava (Novikov 2018). In 2019 I have started the work with Ukrainian herbarium collections (UU, KW and KWA), and today the working database includes 3953 identified

localities of endemic plants in the Ukrainian Carpathians. The database should be still completed with data from other Ukrainian (i.e., KWHU, LW, LWS, LWKS and CHER) and foreign (W, WU, BP, PR, PRC) herbaria, as well as by recently published data. Access to some of collections is challenging due to different reasons, in particular due to travel costs. In such case virtual herbaria (e.g., JACQ and JSTOR Global Plants) can be useful for fulfilling the gaps.

The database is built following the Darwin Core standard and is aimed to be published through the GBIF as soon as will be finished. Final database should contain all available data (i.e., observations) gathered from published sources (including other relevant databases) and preserved collections, and completed with coordinates. Digitization of information from the labels and literature, as well as data cleaning and processing is time-consuming process requiring good knowledge of the region and its history. However, among the main issues is identification of coordinates, especially for those localities that have uncertain and/or controversial description. For those cases, the field of coordinates' uncertainty has been introduced. Another issue is high frequency of observations from popular regions (e.g., Chornohora and Svydovets) and low number of observations from regions like Zaprutski Gorgany or Ciscarpathia. This makes imbalance of data, which most probably does not reflect a real gradient of taxa distribution in Carpathian region. Unfortunately, this issue has no any good solution yet, but must be solved before spatial analysis and distribution modeling of taxa. Proper analysis of data will also allow revealing the main endemism hotspots in the Ukrainian Carpathians.

References

1. Bakkenes M., Eickhout B., Alkemade R. Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. *Global Environmental Change*. 2006. Vol. 16 (1). P. 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.11.001>
2. Ball-Damerow J. E., Brenskelle L., Barve N. et al. Research applications of primary biodiversity databases in the digital age. *Plos One*. 2019. Vol. 14 (9). e0215794. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215794>
3. Costello M. J., Wiecek J. Best practice for biodiversity data management and publication. *Biological Conservation*. 2014. Vol. 173. P. 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.10.018>.
4. Hurdu B., Puşcaş M., Turtureanu P. D. et al. Patterns of plant endemism in the Romanian Carpathians (South-Eastern Carpathians). *Contribuții Botanice*. 2012. Vol. 47. P. 25–38.

5. Jenkins R. E. Information management for the conservation of biodiversity. *Biodiversity* / Wilson E.O. (ed.). Washington, D.C. : National Academic Press, 1988. P. 231–239.
6. Médail F., Diadema K. Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Annales de Géographie*. 2006. Vol. 651 (5). P. 618–640. <https://doi.org/10.3917/ag.651.0618>
7. Novikoff A. V., Hurdu B.-I. A critical list of endemic vascular plants in the Ukrainian Carpathians. *Contribuții Botanice*. 2015. Vol. 50. P. 43–91.
8. Novikov A., Hurdu B.-I. Geomorphologic division of the Ukrainian Carpathians for routine use in biogeography. *Biogeography of the Carpathians: Ecological and evolutionary facets of biodiversity* : proc. of the Second Interdisciplinary Symposium (Cluj-Napoca, 28–30 September 2017). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Biologia*. 2017. Vol. 62 (Sp. Iss.). P. 172–173.
9. Novikov A. Endemic plants of the Ukrainian Carpathians in Karel Domin's card index. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*. 2018. Vol. 78. P. 60–65. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2018.78.12>
10. Soberón J., Peterson T. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences*. 2004. Vol. 359. P. 689–698. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1439>
11. Telenius A. Biodiversity information goes public: GBIF at your service. *Nordic Journal of Botany*. 2011. Vol. 29. P. 378–381. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2011.01167.x>
12. Walls R. L., Deck J., Guralnick R. et al. Semantics in support of biodiversity knowledge discovery: an introduction to the biological collections ontology and related ontologies. *Plos One*. 2014. Vol. 9 (3). e89606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089606>
13. Wetzell F. T., Bingham H. C., Groom Q. et al. Unlocking biodiversity data: prioritization and filling the gaps in biodiversity observation data in Europe. *Biological Conservation*. 2018. Vol. 221. P. 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.024>

ВИКОРИСТАННЯ ГІС ТА ДЗЗ У ПРИРОДООХОРОННИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Соколов Є. В.

ДУ «Інститут морської біології НАН України», Одеса

Північно-західне Причорномор'я в силу географічних, гідрологічних та морфологічних особливостей є великою зоною змішання теригенних та морських процесів. Стік найбільших річок басейну Чорного моря, шельф і звивиста берегова лінія разом із затоками та лиманами створили тут гетерогенність умов, крайові ефекти і буферні особливості акумуляції та трансформації речовини [3, 4]. Вивчення природної специфіки процесів, посилених антропогенним впливом і кліматичними змінами, обумовлюють необхідність застосування й широкого охоплення моніторингових станцій у регіоні для характеристики перебігу й еволюції гідрологічного, фізико-хімічного та гідробіологічного режимів. Розвиток сучасних геоінформаційних, дистанційних і космічних технологій дає можливість суттєво зменшити витрати на високовартісні експедиційні моніторингові роботи та описати тонкі «текстури» гідродинаміки, просторового розподілу суспензії, цвітіння води, рівня трофності, поверхневої температури води, батиметрії та інше. Однією з головних переваг космічного моніторингу є регулярність і одночасне охоплення великих за розміром територіальних комплексів, що дозволяє отримати великий масив даних визначуваних характеристик. Визначення властивостей гідроекологічних показників на основі даних ДЗЗ обчислюється як функція кількості відбитого або поглиненого випромінювання, що сприяє його дистанційній ідентифікації [5]. Інформаційне наповнення ДЗЗ відбувається у вигляді значень растрових комірок (пікселів) спектральних каналів. Кожен спектральний канал відповідає окремому діапазону довжини хвиль і являє собою цифрове растрове зображення. Кожен із супутників має свій набір спектральних діапазонів довжин хвиль (смуг).

Поєднання космічних та геоінформаційних технологій дозволяє не тільки проводити моніторинг водних об'єктів, а й знаходити аномалії розподілу показників, області найбільших градієнтів значень, здійснювати просторовий кореляційний зв'язок з визначенням локалізації найбільш тісної кореляції між ними та можуть бути залучені для визначення водних

масивів з подальшою типізацією відповідно до вимог ВРД ЄС [11]. Крім того, використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє проводити оцінювання водозбірних басейнів (гідролого-морфометричний та ландшафтно-господарський аналіз) та полегшувати розробку й менеджмент планів управління гідроекологічним станом прибережних водойм. Супутникові знімки також застосовуються в ретроспективному аналізі зміни розмірів водойм, берегової лінії, акумуляції наносів, дельт річок.

Отже, метою роботи є надання уявлень про теоретичні та практичні аспекти використання ДЗЗ і ГІС технологій в екологічній оцінці стану морських прибережних екосистем на прикладі північно-західного Причорномор'я.

Вибір супутників для вирішення завдань з оцінювання стану прибережних екосистем (аквальних та наземних) залежить від їх розміру, та частоти смуг спектральних каналів супутників. Для вивчення процесів відносно великого масштабу використовуються супутники: Sentinel3, Aqua, Envisat, Terra, SeaWiFS, та ін., для внутрішніх водойм – озер (у тому числі лиманів) і водосховищ – можна використовувати супутники Sentinel2, Landsat5-8 та ін. з високою просторовою здатністю (дискретністю пікселів).

Для коректного отримання результатів перед використанням супутникових даних з ними необхідно провести попередню підготовку, найчастіше це радіометричне калібрування та атмосферна корекція. Ця обробка необхідна для адекватного порівняння з результатами інших зйомок, виправлення апаратних радіометричних перекручень та шуму. Зазначена обробка може бути виконана в програмних комплексах SNAP і QGIS на основі використання відповідних геоінформаційних модулів: «Case-2 Regional Coast Colour» (C2RCC) та «Semi automatic plugin».

Найпростішим методом інтерпретації спектральних каналів даних ДЗЗ у вигляді екологічних показників є обчислення спектральних індексів, що розраховуються як безрозмірна величина, але є кількісною характеристикою на основі спектральних смуг (каналів) супутників чутливих до тих чи інших процесів, властивостей, наприклад водної поверхні, каламутності води або «цвітіння» [1, 8].

Для визначення впливу стоку річок та рівня евтрофування в шельфовій зоні північно-західної акваторії Чорного моря можуть бути використані концентрації хлорофілу фітопланктону (conc_chl , $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) і загальної завислої речовини ($\text{total suspended matter} - \text{conc_TSM}$, $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),

наприклад, на основі радіометра OLCI (Ocean Land Colour Instrument) супутника Sentinel-3 з великою кількістю спектральних смуг (21 спектральний діапазон від 400 до 1200 нм) просторовою роздільною здатністю 300 м, які надаються у відкритому доступі сервісом Copernicus [9]. В якості розрахунку концентрації хлорофілу а і зваженої речовини в прибережній зоні морської акваторії доцільно використовувати модуль (процесор) C2RCC (Case – 2 Regional Coast Colour) програмного комплексу SNAP v5 із закладеним у ньому алгоритмом, розробленим Doerffer і Schiller та удосконаленим у рамках проекту ESA DUE CoastColour [7]. Алгоритм C2RCC складається з набору нейронних мереж, навчених охоплювати екстремальні діапазони розсіювання і поглинання. Алгоритм процесору C2RCC був перевірений у різних дослідженнях і є одним з каліброваних (валідаційних) інструментів, які приводять дані зі спектральною яскравістю радіометра OLCI до концентрації хлорофілу а (та інших пігментів) і загальної зваженої речовини.

Готові геоінформаційні бази даних розподілу хлорофілу а та інших гідроекологічних показників із середньою просторовою роздільною здатністю можна отримати на сервісі NASA Ocean Color [14]. Однак слід зазначити, що визначення таким чином концентрації показників засноване на глобальних моделях валідації супутникових даних та може відрізнятися за дійсними, реально існуючими абсолютними значеннями показників саме в прибережних акваторіях. Для більш коректної оцінки абсолютних значень продукційних показників на основі супутникових даних необхідна їх валідація (калібровка) з регіональними емпіричними даними, визначеними безпосередньо методом «in situ».

Серед інших міжнародних геоінформаційних баз даних у відношенні до регіону слід зазначити сервіси Європейського агентства: «The Copernicus Land Monitoring Service» (CLMS); «The Copernicus Marine Environment Monitoring Service» (CMEMS) [10], які розроблені в рамках нового тематичного продукту «Thematic hotspot monitoring in coastal zones» та надають дані у вигляді геоінформаційних шарів, спрямовані на моніторинг та потреби користувачів у прибережних зонах.

З метою батиметричного аналізу щодо вивчення морфології, динаміки морського середовища, виділення вертикальних ярусів морського дна бенталі та поширення морських угруповань гідробіонтів можуть бути використані цифрові моделі батиметрії EMODnet DTM – високої просторової здатності, що надаються Європейським Космічним

Агентством у рамках проекту EMODnet Seabed Habitats [12]. Цей хостинг також має набір геоінформаційних шарів, основне призначення яких – класифікація морських оселищ за різними біотопічними властивостями бенталі.

Топографічний аналіз батиметрії щодо визначення морфоструктур з виділенням форм мезо- і мікрорельєфу, які визначають фації та донні мікроландшафти, найчастіше заснований на розрахунку «Індексу Батиметричної Позиції» (Bathymetric Position Index – BPI) [2, 13]. BPI розраховується на основі аналізу відміток глибин у заданій околиці цифрової моделі рельєфу дна для кожної комірки (пікселя) растру. Отримані значення характеризують висотне положення кожної точки на місцевості по відношенню до навколишнього рельєфу. Таким чином на дні виділяються височини, депресії, субаерельні озерні улоговини, рівнини, схили різних форм та розмірів, які безпосередньо впливають на розподіл абіотичних і біологічних компонентів морського ландшафту [2].

Топографічний аналіз бенталі, у тому числі з розрахунком BPI, зручно проводити на основі додаткового набору інструментів «Benthic Terrain Modeler» програмного комплексу ArcGIS [6].

Таким чином, у контексті сучасних антропогенних та кліматичних змін геоінформаційна оцінка прибережних екосистем північно-західного Причорномор'я на основі даних дистанційного зондування та міжнародних баз геоданих дозволяє отримати природоохоронну інформацію комплексного «бачення» для можливості прийняття управлінських рішень та розробки стратегій природокористування.

Список використаних джерел

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / за ред. В. І. Лялько та М. О. Попова. К.: Наукова думка, 2006. 360 с.
2. Дорохов Д. В. Ландшафтно-екологическое районирование субаквальных комплексов юго-восточной части Балтийского моря: диссертация кандидата географических наук / Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, 2018.
3. Зайцев Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиол. журн. 1992. Вип. 28, № 4. С. 3-18.
4. Зайцев Ю. П. Введение в экологию Черного моря // Книга видана Проектом ГЭФ-ПРООН. Одеса: Евен, 2006. 224 с.

5. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: методичні рекомендації до проведення лекційних і практичних занять: Навчальне видання / Д. В. Свідзінська. К.: Логос, 2013. 28 с.

6. Benthic Terrain Modeler [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=b0d0be66fd33440d97e8c83d220e7926>

7. Brockmann, C., Doerffer, R., Peters, M., Stelzer, K., Embacher, S., and Ruescas, A. (2016). "Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters," in Proceeding of Living Planet Symposium (Prague: ESA SP-740).

8. Chang, Liu, et al. "A Review of Plant Spectral Reflectance Response to Water Physiological Changes." *Chinese Journal of Plant Ecology*, vol. 40, no. 1, 2016, pp. 80–91., doi:10.17521/cjpe.2015.0267.

9. Copernicus Open Access Hub [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

10. Copernicus Europe's eyes on Earth. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.copernicus.eu/en>

11. DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy (2000) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

12. European Marine Observation Data Network (EMODnet) Seabed Habitats project [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.emodnetseabedhabitats.eu>

13. Lundblad, E.R., Wright, D. J., Miller, J., Larkin, E.M., Rinehart, R., Naar, D.F., Donahue, B.T., Anderson, S.M., Battista, T.A. Benthic Terrain Classification Scheme for American Samoa // *Marine Geodesy*. – 2006. – V. 29. - № 2. – P. 89-111.

14. Ocean Color Web. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>

УЧАСНИКИ СЕМІНАРУ

Оргкомітет

Біатов Антон

ГО «Природоохоронні ГІС України»

anton.biatov@gmail.com

Брусенцова Наталія

Національний природний парк «Слобожанський»

n_brusentsova@ukr.net

Винокурова Світлана

ГО «Природоохоронні ГІС України»

Міжвідомча Азово-Чорноморська орнітологічна станція Інституту зоології НАН України, кафедра екологічної безпеки та раціонального природокористування Мелітопольського державного педагогічного університету

svetlana.vinokurova@gmail.com

Дядін Дмитро

ГО «Природоохоронні ГІС України»

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

dmdyadin@gmail.com

Прилуцький Олег

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

oleh.prylutskyi@gmail.com

Селіверстов Олег

ГО «Природоохоронні ГІС України»

oleg.seliverstov@gmx.com

Учасники

Алексєєва Єкатерина

Незалежний експерт

graddocpro@gmail.com

Ачасова Алла

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського»

alsisa971@gmail.com

Безсмертна Олеся

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

olesya.bezsmertna@gmail.com

Бондаренко Зоя

Національний природний парк «Слобожанський»

zoya.ophidi@gmail.com

Бурлака Марина

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України

maryna.burlaka@gmail.com

Василенко Євген

АТ «Укргазвидобування»

82geka@gmail.com

Василюк Олексій

ГО «Українська природоохоронна група» – UNCG

vasyliuk@uncg.org.ua

Владимирова Надежда

Незалежний експерт

nadiopt@gmail.com

Волгушева Наталья

Кроноцкий государственный заповедник

natalya.volgusheva@yandex.ru

Гіманов Тімур

Незалежний експерт

tjaldr@gmail.com

Гладкіх Анастасія

Харківський національний педагогічний університет
імені Г. С. Сковороди

gladkih1204@gmail.com

Головін Андрій

Учасник спільноти Openstreetmap України,
Data Service Operations in Mapbox

andrey.n.golovin@gmail.com

Гопцій Марина

Одеський державний екологічний університет

goptsiy-odeky@ukr.net

Гордієнко Олександр

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору

ogordienko112@gmail.com

Готца Федір

Черкаський національний університет ім.
Б. Хмельницького

fedir.gontsa@gmail.com

Гузь Галина

Луганський природний заповідник НАНУ

galina.gouz@gmail.com

Дубовик Олексій

Львівський національний університет ім. І. Франка

oadubovyk@gmail.com

Дяченко Сергій

Незалежний експерт

senslvg@gmail.com

Єргунова Мирослава

НПП Північне Поділля

ekoosvita.npp@gmail.com

Задорожна Галина

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»

zadorojhnayagalina@gmail.com

Іванова Катерина

Національний природний парк «Слобожанський»

nyanya985@gmail.com

Клетьонкін Володимир

Національний природний парк «Дворічанський»

vladimirkletenkin@gmail.com

Колесникова Катерина

Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»

eandrusevich.311089@gmail.com

Кривопалова Александра

Самарський національний дослідницький
університет імені академіка С. П. Королева

alexys95@gmail.com

Куземко Анна

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України

anyameadow.ak@gmail.com

Лещенко Юлія

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

ljulianazt@gmail.com

Лисак Юрій

Національний лісотехнічний університет України
(м. Львів)

Lisak199924@gmail.com

Лисогор Людмила

Український інститут розвитку освіти МОН, Інститут еволюційної Екології НАНУ

lisogor.1981@gmail.com

Люлюк Олексій

Спільнота Marillary в Україні

dlyavashihpisem@gmail.com

Ляшенко Дмитро

Національний транспортний університет

uageog@gmail.com

Ляшенко Світлана

Національний транспортний університет

sliliamin@gmai.com

Міськова Олена

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ

lena.miskova.enot@gmail.com

Мкртчян Олександр

Львівський національний університет імені Івана Франка

alemkrt@gmail.com

Назарок Павло

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського»

pavelnazarok@gmail.com

Новіков Андрій

Державний природознавчий музей НАН України

novikoffav@gmail.com

Ожегова Ольга

Федеральний центр охорони здоров'я животних

raznoe345@yandex.ru

Почаєвець Олена

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

po4aevets@gmail.com

Проценко Юрій

Національний природний парк «Пирятинський»

yproc2012@gmail.com

Рыскулов Султан

Інститут Гидробиології и Екології

s_ryskulov@ihe.kz

Свідзинська Дар'я

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

d.svidzinska@gmail.com

Семеніхіна Галина

Регіональний ландшафтний парк «Клебан-Бик»

galinkasem83@gmail.com

Сізо Роман

Міжнародний Комітет Червоного Хреста

sizo.roman@gmail.com

Соколов Євген

ДУ «Інститут морської біології НАН України»

sokolovev87@gmail.com

Тельнова Наталія

Інститут географії РАН (ИГ РАН)

natalia.telnova@gmail.com

Хандогіна Ольга

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

ol.khandogina@gmail.com

Чернишова Ганна

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

hannachernyshova@gmail.com

Наукове видання

Упорядники

ВИНОКУРОВА Світлана Володимирівна,
ДЯДІН Дмитро Володимирович

**ГІС і заповідні території.
Матеріали науково-методичного семінару
(04–08 червня 2020 р.)**

Електронне видання локального використання

ГО «Природоохоронні геоінформаційні системи України» – SCGIS Ukraine
м. Харків
Website: scgis.org.ua
E-mail: info@scgis.org.ua

ТОВ «Видавнича група “Основа”». 61001, м. Харків,
вул. Плеханівська, 66.
Тел. (057) 717-99-30, e-mail: office@osnova.com.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6058 від 01.03.2018 р.