



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 12 • № 1 • 2016 С. 77 – 85

УДК 681.58

Інтелектуальний аналіз земного покриття території України на основі даних Globeland 30

В.В. Путренко

Національний технічний університет України “Київська політехніка”

Розглянуто використання даних дистанційного зондування Землі для отримання класифікації земного покриття на прикладі продукту Globeland 30. Досліджено основні властивості продукту та особливості розподілу якісних характеристик. Визначено розподіл основних видів землекористування за адміністративними одиницями та на основі використання індексу Шеннона обраховано різноманіття у землекористуванні.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗЕМНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ GLOBELAND 30, Путренко В.В. — Рассмотрено использование данных дистанционного зондирования Земли для получения классификации земного покрова на примере продукта Globeland 30. Исследованы основные свойства продукта и особенности распределения качественных характеристик. Определено распределение основных видов землепользования в административных единицах и на основе использования индекса Шеннона рассчитано разнообразие в землепользовании.

DATA MINING OF THE LAND COVER IN UKRAINE ON THE BASIS OF GLOBELAND 30 DATA, by Putrenko V.V. — Use of the remote sensing data for land cover classification was considered using the example of Globeland 30 product. The basic properties of the product and features of qualitative characteristics' distribution were studied. A distribution of the main types of land use on administrative units was determined and a diversity in the land use was calculated on the basis of the Shannon index.

Ключевые слова: земной покров; землепользование; ДЗЗ; зонирование; индекс Шеннона.

Key words: land cover; land use; remote sensing; zoning; Shannon index.

1. ВСТУП

Отримання актуальної та достовірної геопросторової інформації про особливості території є запорукою проведення успішного планування територіального розвитку та переходу до сталих форм господарювання. В цьому контексті забезпечення органів державного управління та планування якісними геопросторовими даними є одним із найважливіших завдань. Джерелами таких даних у більшості випадків виступають дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які після певної технічної підготовки можуть використовуватися для вирішення прикладних завдань моніторингу та аналізу території. В останні роки все більшого значення набувають дані космічної зйомки, а також широко використовуються результати лідарної зйомки та БПЛА різного класу для отримання знімків у режимі близькому до реального часу.

Одним із базових продуктів, який може бути отримано на основі обробки даних ДЗЗ, є карта земного покриття або землекористування. Подібні дані становлять основу для організації та управління територією. Особливо важливо мати динамічний ряд для відслідковування тенденцій в зміні видів землекористування. Враховуючи важливість цих даних, останні 30 років у всьому світі реалізуються міжнародні та регіональні програми та ініціативи, що направлені на дослідження земного покриття та створення карт землекористування. Найбільш відомими та в певному змісті піонерськими стали такі проекти, як отримання світового покриття GLC2000 та успішна реалізація європейської програми CORINE, яка заклала єдині стандарти відображення типів землекористування в Європейському Союзі. Оскільки Україна не брала участі в програмі CORINE, територія країни довгий час залишалась без якісного опису земного покриття. Відповідно до цього територіальне планування та регіональне управління залишались без інформації про землекористування і відповідно поступались європейським методам у прийнятті рішень.

Ситуація змінилась зі створенням у Китаї глобального земного покриття високого розрізнення під назвою Globeland 30. Первинні дані покриття доступні для використання та аналізу з метою оцінки земного покриття. Враховуючи, що дана модель отримання даних землекористування була відпрацьована на основі наземних даних в Китаї та слабо враховує українські географічні особливості, ці дані можуть містити певні похибки класифікації, але все одно можуть бути використані для проведення регіонального аналізу землекористування.

Путренко Віктор Валентинович; ✉ putrenko@wdc.org.ua, putrenko@ukr.net

Вісник Астрономічної школи, 2016, том 12, № 1

77

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

За останні роки з'явився цілий ряд робіт, які присвячені аналізу та використанню продуктів класифікації земного покриву. Значна кількість європейських робіт зосереджена на аналізі покриття CORINE, яке є базовим при управлінні землекористуванням в Європейському Союзі [3, 5, 10]. Основна увага в публікаціях приділена питанням алгоритмів класифікації земного покриву та методам верифікації даних [4, 8]. Подібні роботи проводились для території України з метою покращення якості та точності даних. На основі використання цих даних створено ряд нових методів обробки даних із застосуванням методів машинного навчання [1, 2]. Останні розробки направлені на залучення краудсорсингового збору даних про земний покрив з метою верифікації та навчання систем класифікації [7]. При цьому відкритим залишається питання подальшого застосування даних класифікації для розробки регіональної політики на засадах концепції сталого розвитку.

3. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є аналіз земного покриву території України для цілей державного управління та адміністрування з використанням даних продукту Globeland 30. Завданнями дослідження є вивчення особливостей продукту Globeland 30, методів отримання даних земного покриву, розробка схеми та методики обробки даних для задач дослідження території України, отримання та інтелектуальний аналіз зональних даних для адміністративних одиниць України з використанням індексів ентропії Шеннона.

4. ВИКЛАД ОСНОВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

З метою підтримки досліджень глобальних змін і розвитку системних моделей функціонування Землі Міністерство науки і технологій Китаю запустило Національну високотехнологічну програму досліджень та розробок під назвою “Картографування за допомогою даних ДЗЗ і дослідження ключових технологій побудови глобального рослинного покриву” у 2010 році. Одним з результатів проекту є картографічний продукт GlobeLand30-2010 глобального покриву з 30-метровим просторовим розрізненням, отриманий із зображень дистанційного зондування в 2010 році [9].

Набір даних охоплює територію площею від 80° пн. ш. до 80° пд. ш. та складається з 10 типів земного покриву, а саме: сільськогосподарські землі, лісові, степові, деревно-чагарникові, водно-болотні угіддя, водні об'єкти, тундра, урбаністичні ландшафти, пустельні ландшафти та льодовики.

Для генерації даних земного покриття використовувалися класифіковані зображення із супутникових даних мультиспектральних зображень GlobeLand30-2010 з роздільною здатністю 30 м, в тому числі Landsat TM і ETM+ і мультиспектральні зображення китайської системи Environmental Disaster Alleviation Satellite (HJ-1). Були обрані безхмарні зображення, отримані протягом вегетаційного сезону в межах ± 1 рік відносно 2010 року.

Усі зображення Landsat TM і ETM+ були завантажені з ресурсу Геологічної служби США (USGS, <http://landsat.usgs.gov/>) на рівні 1T. До знімків Landsat були застосовані геометричні і радіометричні виправлення зображень, які потім були зареєстровані в системі координат WGS-84 системи з проекцією UTM. Таким чином, були завантажені 9907 зображень Landsat TM і ETM+ з USGS, близько 80% з них були придбані в період з 2009 по 2011 г.

HJ-1 — китайський супутник дистанційного зондування, спрямований на моніторинг навколишнього середовища та запобігання і зменшення стихійних лих. HJ-1A супутник несе мультиспектральну камеру (CCD) і гіперспектральний сенсор (HSI). Супутник HJ-1B несе мультиспектральну камеру (CCD) та інфрачервоний мультиспектральний сенсор (IRS) (<http://www.cresda.com/>). Було використано 1465 сцен мультиспектральних зображень HJ-1 для отримання інформації про земний покрив, що покривають 60% від загальної площі земної кулі, з часом придбання, починаючи з вересня 2008 року по грудень 2011 року.

Відповідно до вступу до технічної документації на веб-сайті Landsat, середньоквадратична геометрична планова помилка TM/ETM+ зображень рівня 1T складає ± 75 метрів. В цілому точність позиціонування становить ± 75 метрів, з певними відхиленнями до 90 метрів [6].

Мінімальна одиниця відображення (іменована надалі “МОВ”) відноситься до найменшої ділянки, яка використовується для контролю якості. Площа ділянки більше розміру МОВ повинна пройти через процес контролю якості. Що стосується лінійних об'єктів, таких як річки, для контролю застосовується мінімальна ширина. МОВ варіюється в залежності від типу земного покриву, який визначається наступними факторами:

- просторовий розподіл об'єктів (розмір, щільність і т.п.);
- масштабні характеристики типу об'єктів;
- обсяг роботи людино-машинного інтерактивного редагування та перевірки;
- мінімальні вимоги до точності класифікації об'єктів.

Продукт GlobeLand30-2010 було отримано з використанням ієрархічного методу вилучення. Кожен тип рослинного покриву був класифікований по одному, з обмеженнями маскою інших типів рослинного

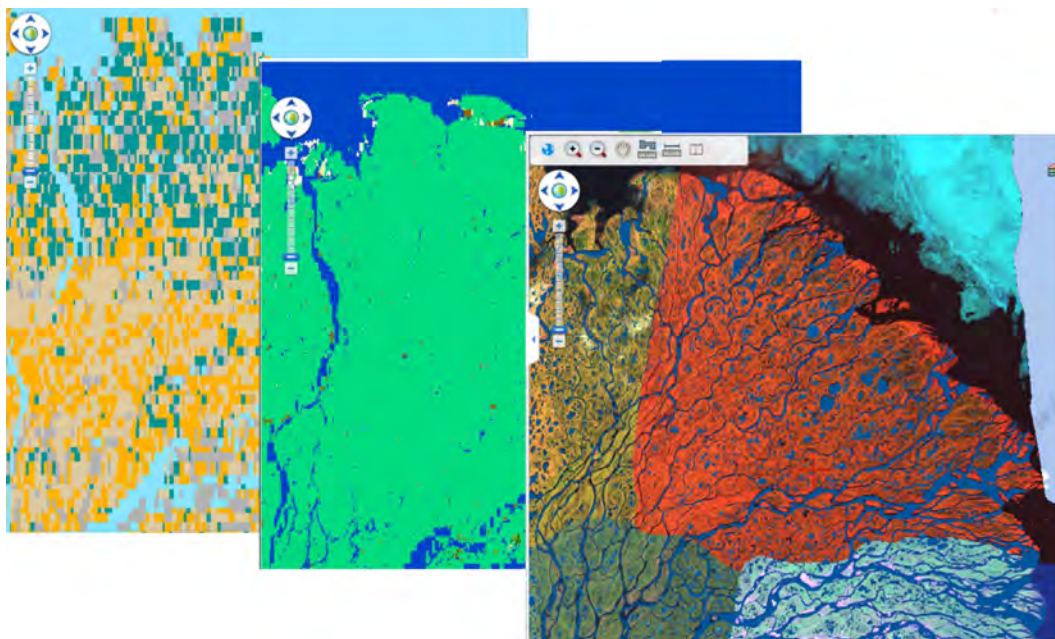


Рис. 1. Порівняння даних глобальних продуктів земного покриття GLC2000, GLC2009, GlobeLand30

покриття. Робочий процес полягає в тому, щоб отримати тільки один тип земельного покриття за один раз, а потім маскувати клас після визначення. Потім класифікація здійснюється для наступного типу рослинного покриття, який потім маскується, поки не будуть отримані всі класи.

Порядок отримання типів земного покриття є наступним:

- 1) водойми;
- 2) водно-болотні угіддя;
- 3) урбанізовані території;
- 4) сільськогосподарські землі;
- 5) постійні сніги та лід;
- 6) ліси, чагарники і луки;
- 7) тундра.

Відповідно до карти тайлів та карт кожного континенту було обрано 8 тайлів для оцінки точності. Загалом, 9 типів земного покриття та 150 000 тестових прикладів було оцінено з точки зору точності. Загальна точність GlobeLand30-2010 досягає 83,51%. Індикатор Каппа дорівнює 0,78. Точність кожного типу подано на графіку — рис. 3.

GlobeLand30-2010 набір даних має наступні характеристики системі координат:

- система координат: WGS84;
- референц-еліпсоїд: WGS84;
- проекція: UTM;
- зонування: 6°.

Кількість тайлів карти GlobeLand30-2010 є 853. Тайлові дані GlobeLand30-2010 складаються з п'яти частин, а саме: файлу результату класифікації, файлу інформації про координати, індексного картографічного файлу класифікації зображень, файлу метаданих та ілюстративного файлу. Серед них:

- файл класифікації результату відповідає файлу зберігання інформації про класифікацію земного покриття;
- файл інформації про координати відповідає файлу запису координатної інформації результатів класифікації даних;
- індексний картографічний файл класифікації відповідає файлу векторного шару запису діапазону і часу кожної сцени класифікаційних зображень;
- файл метаданих відповідає файлу запису інформації про метадані результатів класифікації;
- ілюстративний файл відповідає файлу, що описує результат класифікації даних і пояснення авторських прав на дані.

Система класифікації включає в себе десять видів земного покриття. В табл. 1 кожний тип земного покриття детально описується.

Підготовка даних для території України складалась з наступних етапів:

1. Завантаження тайлів, що покривають територію України.
2. Обрізка країв тайлів за допомогою векторних масок.

3. Створення мозаїки з тайлів.
4. Злиття мозаїки.
5. Обрізка мозаїки по контуру державного кордону України.
6. Експорт даних у формат GeoTIFF.

На наступному етапі необхідно сформувати геостатистичні дані для адміністративних одиниць України на різних територіальних рівнях. Перевагою такого підходу є можливість формування статистичних показників для різних територіальних одиниць або їх поєднань (річкові басейни, природні зони та ін.).

Формування геостатистичних даних відбувається з використанням операцій зональної статистики, які реалізовано в модулі Spatial Analyst ПЗ ArcGIS. Для обробки даних якісного розподілу класифікаційних ознак підходить інструмент “Зональна статистика в таблицю”, який дозволяє резюмувати значення растру у межах зон іншого набору даних.

Зональні інструменти дозволяють виконувати аналіз, вихідні дані якого є результатом обчислень, виконаних на всіх комірках, що належать кожній вхідній зоні. Зона може бути визначена як область однакових значення, але вона також може складатися з декількох відокремлених елементів або регіонів, всі з яких мають одне значення. Зони можуть задаватися растром або наборами класів векторних об’єктів. Растр повинен мати тип “ціле число”, а просторові об’єкти повинні мати цілочисельне або строкове поле атрибутів.

Деякі зональні інструменти оцінюють кількість певних властивостей геометрії, або форми, вхідних даних зони, і їм не потрібні інші вхідні дані. Інші зональні інструменти використовують вхідні дані зони для визначення місць розташування, для яких будуть обчислюватися інші параметри, наприклад, статистика, площі або частота значень. Існує також зональний інструмент, який використовується для заповнення зазначених зон мінімальними значенням, що знаходяться на межі зони.

Отримані значення площ можна використовувати для оцінки розподілу фактичних площ землекори-

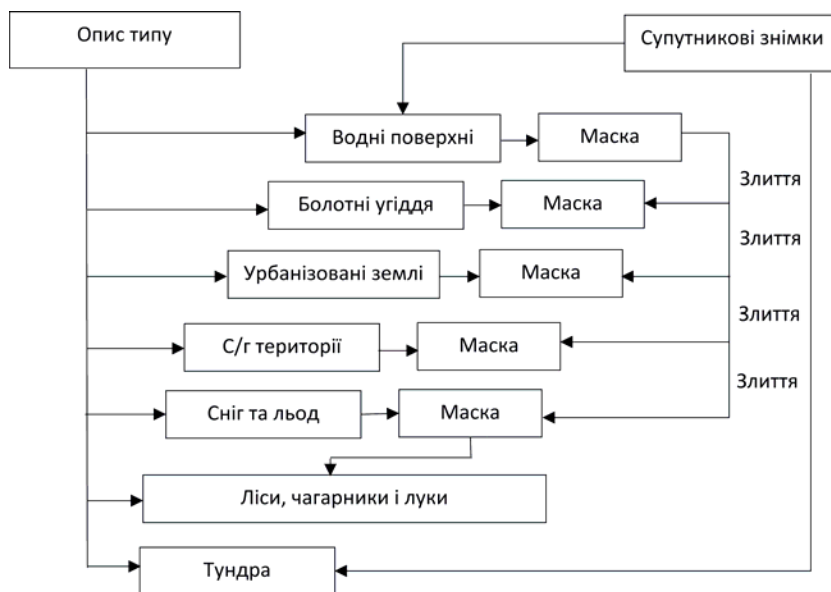


Рис. 2. Ієрархічна стратегія класифікація типів

Точність визначення кожного типу земного покриття, %

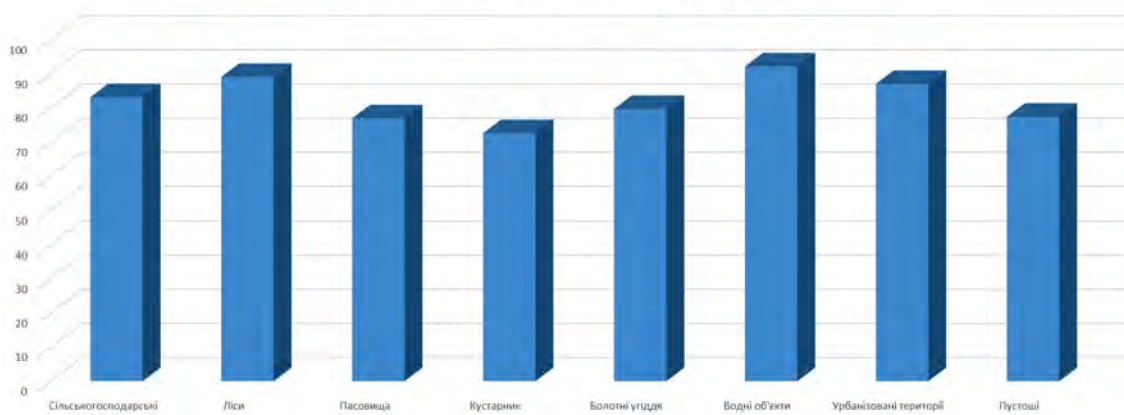


Рис. 3. Оцінка точності визначення кожного типу земного покриття

Таблиця 1. Класифікація GlobeLand30

Код	Тип	Зміст
10	Сільсько-господарські землі	Землі, які використовуються для сільського господарства, багаторічних насаджень, в тому числі рисових полів, зрошуваних сільгоспугідь, овочівництва, фруктових садів.
20	Ліс	Землі, які вкриті деревнистою рослинністю з покривом більше 30%, в тому числі листяні і хвойні ліси, і рідколісся з покриттям 10–30% і т.д.
30	Луки	Землі, які покриті натуральною трав'янистою рослинністю з покриттям більше 10%, і т.д.
40	Деревно-чагарникова рослинність	Землі, які вкриті чагарниками з покриттям більше ніж 30%, в тому числі листяні і вічнозелені чагарники і пустельний степ з покриттям більше 10%, і т.д.
50	Водно-болотні угіддя	Землі, які вкриті водно-болотною рослинністю і водоймами, в тому числі внутрішні болота, заболочені озера, заплави річок з водно-болотними угіддями, ліси/чагарники водно-болотних угідь, торф'яні болота і т.д.
60	Водні об'єкти	Водні об'єкти на суші, в тому числі річки, озера, водосховища, ставки для розведення риби і т.д.
70	Тундра*	Землі, вкриті лишайником, мохом, витривалою багаторічною трав'янистою рослинністю і чагарниками в полярних регіонах, в тому числі чагарниковій тундрі, трав'янистих тундрах і т.д.
80	Урбанізовані території	Землі, модифіковані діяльністю людини, в тому числі всі види житла, промислові і гірничодобувні галузі, транспортні комунікації, внутрішні міські зелені зони і водойми і т.д.
90	Пустельні території*	Земля з рослинним покривом менше 10%, в тому числі пустелі, піщані поля, Гобі, голі скелі і т.д.
100	Постійний сніговий або льодовий покрив*	Земля, вкрита вічним снігом, льодовики і крижаний покрив.

* — відсутність даного типу земного покриття в Україні або наявність у кількості менше 1%

Таблиця 2. Поділ інструментів для роботи з зональними даними

Категорія інструментів для роботи з зонами	Інструменти
Інструменти, що працюють з формами зони	Зональна геометрія (Zonal Geometry). Зональна геометрія в таблицю (Zonal Geometry As Table).
Інструменти, що працюють з атрибутами зони	Зональна статистика (Zonal Statistics). Зональна статистика в таблицю (Zonal Statistics as Table)
Інструменти, що визначають частку класів в межах зони	Таблиця площ (Tabulate Area)
Інструменти, що визначають розподіл частот значень одного вхідного растру в зонах, визначених іншим растром	Зональна гістограма (Zonal Histogram)
Інструменти, що заповнюють зазначені зони	Заповнення зон (Zonal Fill)

ствання, а також використовувати для дослідження співвідношення між різними типами землекористування у відсотках, що потребує нормалізації даних відносно загальної площі адміністративної одиниці.

Розподіл структури земель за адміністративними районами був проаналізований за основними типами земного покриття: сільськогосподарські землі, лісовий покрив, урбанізовані території.

Сільськогосподарські землі переважають у структурі земель степової та лісостепової частини України. Значна кількість районів на півдні мають показники сільськогосподарського використання земель в діапазоні 80–97%. Високою сільськогосподарською часткою земель вирізняються також райони західної України — Хмельницької та Тернопільської областей. Низький відсоток земель сільського господарства у Поліссі та Карпатах, де переважають лісові масиви та болотні угіддя.

Для цих територій характерна концентрація лісових площ більше 50% від території адміністративного району. Особливо високий відсоток лісів у Карпатських та Кримських горах та зоні мішаних лісів Житомирської, Рівненської та Волинської областей.

Розподіл земель населених пунктів залежить від різних типів освоєння території країни. Для значних агломерацій характерним є значні території під житловою та промисловою забудовою, що було покликано урбанізацією території. Показники урбанізації вище 25% характерні для м. Києва, Харкова, Дніпропетровська та південно-східних районів Донбасу. Висока щільність сільських населених пунктів в Україні характерна для центральних районів та південно-західної частини України. Низький відсоток площі населених пунктів нижче 5% мають північні райони поліських регіонів, південні райони Херсон-

ської та Миколаївської областей та північ Луганської області.

Співвідношення між типами землекористування може бути одним із показників наближення до сталого розвитку території. Однією із базових оцінок ландшафтного біорізноманіття є індекс Шеннона, який може бути успішно використаний для аналізу співвідношення між видами земного покриву.

Теорія інформації ґрунтується на вивченні ймовірності настання ланцюга подій. Результат виражається в одиницях невизначеності, або інформації. Шеннон в 1949 році вивів функцію, яка стала називатися "індексом різноманіття Шеннона". Розрахунки індексу різноманіття Шеннона припускають, що типи землекористування потрапляють у вибірку випадково з "невизначено великої" (тобто практично нескінченної сукупності) генеральної сукупності, причому у вибірці представлені всі види генеральної сукупності. Невизначеність буде максимальною, коли всі події (N) матимуть однакову ймовірність настання ($P_i = N_i/N$). Вона зменшується в міру того, як частота деяких подій зростає в порівнянні з

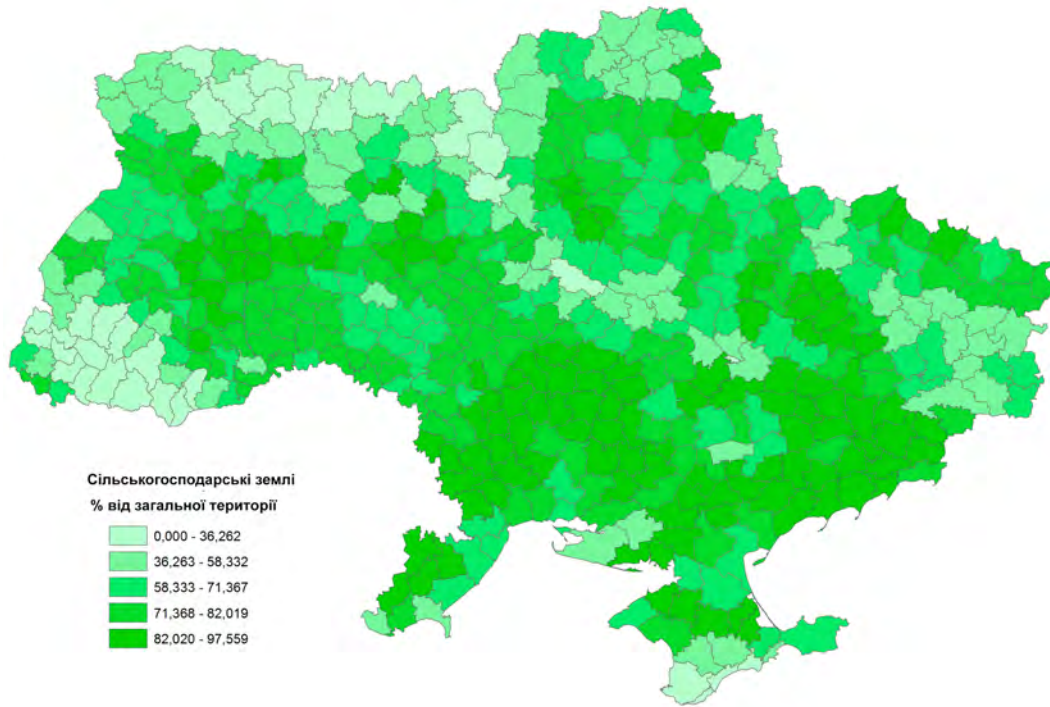


Рис. 4. Доля земель сільськогосподарського використання у загальній структурі

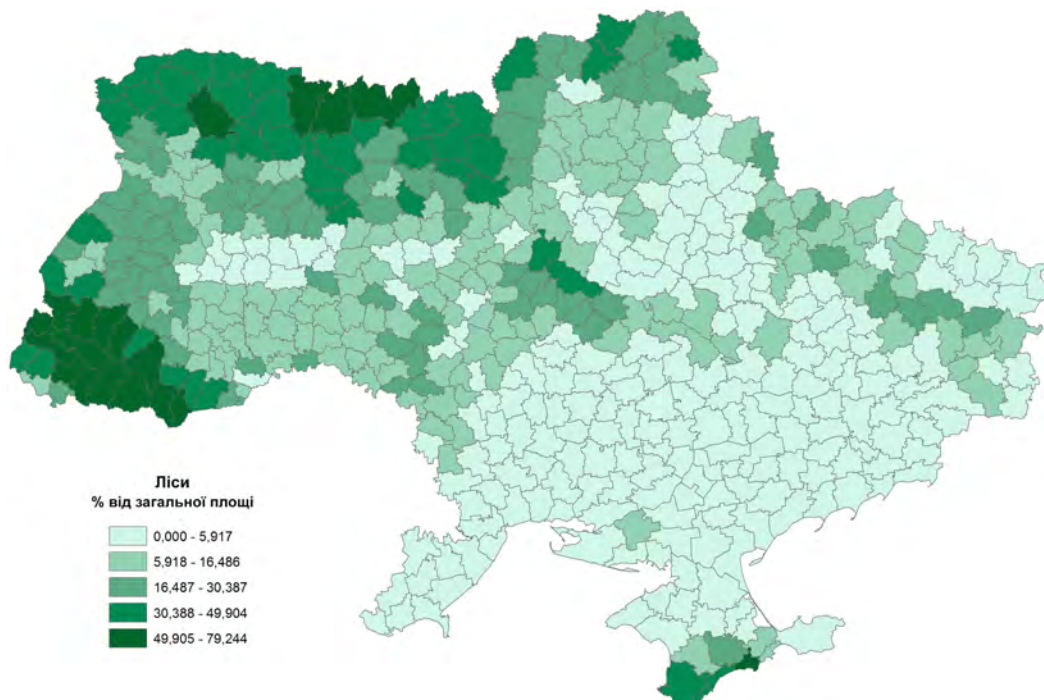


Рис. 5. Доля земель лісових масивів у загальній структурі земель

іншими, аж до досягнення мінімального значення (нуля), коли залишається одна подія і є впевненість в її настанні.

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

де величина P_i — доля видів землекористування i -го типу.

Причини помилок в оцінці різноманіття з використанням цього індексу полягають в тому, що неможливо включити до вибірки всі види типів землекористування.

При розрахунку індексу Шеннона часто використовується двійковий логарифм, але прийнятним є також використовувати інші основи логарифма (десятичний, натуральний). Індекс Шеннона зазвичай варіює в межах від 1,5 до 3,5, дуже рідко перевищуючи 4,5.

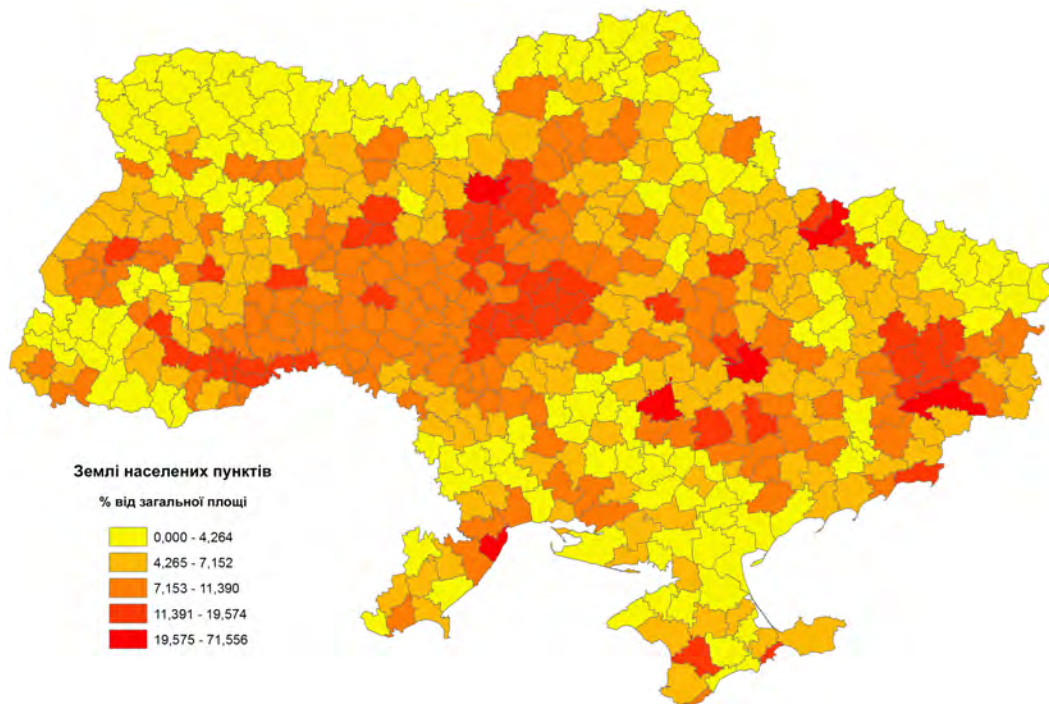


Рис. 6. Доля земель населених пунктів у загальній структурі

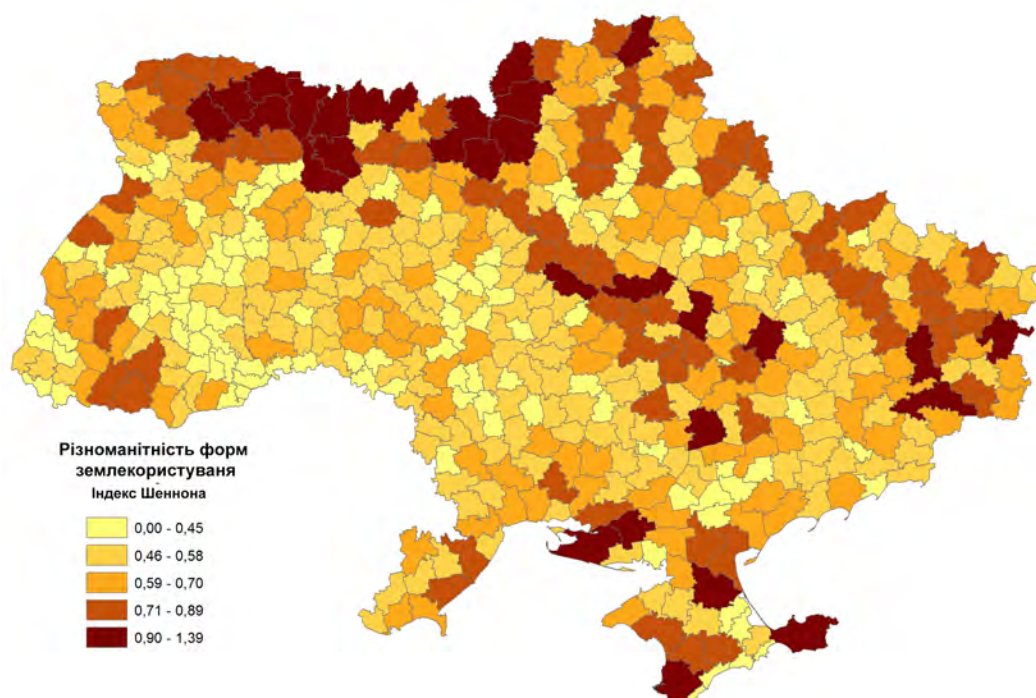


Рис. 7. Різноманіття форм земного покриття за індексом Шеннона

Дисперсію індексу Шеннона ($\text{var } H'$) розраховують за формулою

$$\text{var } H' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}.$$

Якщо значення індексу Шеннона розрахувати для декількох вибірок, то отриманий розподіл величин підпорядковується нормальному закону. Ця властивість дає можливість застосовувати потужну параметричну статистику, включаючи дисперсійний аналіз. Застосування порівняльних параметричного і дисперсійного аналізу корисно при оцінці різноманіття різних середовищ існування, коли є повторності.

Для перевірки значущості відмінностей між вибірковими сукупностями значень індексу Шеннона Хатчесон запропонував використовувати параметричний критерій Стюдента

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\text{var } H'_1 - \text{var } H'_2}}.$$

Число ступенів свободи визначається за рівнянням

$$df = \frac{(\text{var } H'_1 + \text{var } H'_2)^2}{\frac{(\text{var } H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\text{var } H'_2)^2}{N_2}},$$

де N_1 і N_2 — загальне число типів в двох вибірках.

На основі індексу Шеннона можна обчислити показник вирівнювання E (відношення спостережуваного різноманіття до максимального):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

$E \in [0, 1]$, причому $E = 1$ при рівному достатку всіх типів.

Розрахунок індексу Шеннона для адміністративних одиниць рівня району показує, що найбільші значення різноманіття притаманні двом типам адміністративних одиниць. До першого типу відносяться адміністративні одиниці півночі України, що знаходяться у Поліссі. Відповідно до цього можемо вважати, що різноманіття покриттів в цих районах забезпечується за рахунок природних ландшафтів у поєднанні з формами господарської діяльності. Підтримка високого ландшафтного різноманіття сприяє сталому розвитку території. До подібних територій з високим різноманіттям природних земних покривів відносяться частина карпатських районів, а також райони уздовж крупних річок, зокрема Дніпра. Другий тип районів з високим значенням індексу Шеннона був отриманий за рахунок антропогенезованих та урбанізованих ландшафтів, які мають переважаюче значення економічних ресурсів. Більшість таких районів зосереджені у східній та центральній Україні. Західна та центральна частина України характеризується низькими значеннями різноманіття, що вказує на переважання змінених ландшафтів під впливом сільського господарства та урбанізації. Ці території мають низький потенціал сталого розвитку за рахунок високого рівня заміни природних ландшафтів антропогенними. Певна частина районів мають низьке значення за рахунок переважання природних ландшафтів. Це стосується деяких районів в Карпатах, де переважають лісові масиви, але не розвинута інфраструктура та низка щільність населення.

В результаті можна зазначити, що наявність глобального продукту аналізу земного покриття Globeland 30 надає можливість для здійснення ефективної політики в галузі регіонального управління та територіального планування з урахуванням реально існуючого розподілу типів землекористування. Продукт Globeland 30 створено на основі автоматизованої класифікації знімків Landsat TM і ETM+ та знімків з китайського супутника HJ-1. Роздільна здатність та геометрична точність Globeland 30 дорівнюють характеристикам знімків Landsat і становлять відповідно 30 та 75 м. Оцінка якості розпізнавання типів земних покривів становить в середньому 83,51%. За методом класифікації Globeland 30 дуже схоже з верхніми рівнями класифікації CORINE, що робить її використання інтероперабельним для участі в європейських проектах.

В ході дослідження було розроблено схему та методику обробки даних для задач дослідження території України, яка складається з етапів предпроцесінга даних та отримання зональної статистики. На основі отриманих статистичних даних було побудовано та досліджено розподіл основних типів земних покривів в Україні. З метою отримання інтегральних оцінок розподілу типів землекористування використано аналіз різноманіття на основі індексу Шеннона. За результатами обрахунків усі типи районів розподілено у двовимірному просторі на чотири групи в залежності від співвідношення значення індексу Шеннона та частки урбанізованих територій. До групи з високим природним різноманіттям та потенціалом сталого розвитку потрапили окремі райони Полісся, Придніпров'я та Карпат. До групи з високим економічним потенціалом та різноманіттям антропогенних форм землекористування потрапили окремі райони сходу та центру країни, а також міські агломерації. Група районів з низьким різноманіттям ландшафтів антропогенного походження містить більшість районів сільськогосподарської спеціалізації на півдні країни. Група районів з низьким різноманіттям ландшафтів природного походження відноситься до слабозрозвинутих територій гірської частини країни. Подальші дослідження пов'язані з аналізом даних

землекористування на основі інших показників різноманіття та співвідношення структур, кластеризації адміністративних одиниць з використанням методів машинного навчання.

1. Бродский Л., Бушуев Е.И., Волошин В.И., Козлова А.А., Паршина О.И., Попов М.А., Саблина В.И., Сахацкий А.И., Сиротенко А.В., Соукуп Т., Станкевич С.А., Тарарико А.Г. Проект INTAS по разработке автоматизированной технологии классификации земных покрытий: научные задачи, основные результаты и перспективы // *Космична наука і технологія*. — 2009. — **15**, № 2. — С.36–48.
2. Попов М.А., Станкевич С.А., Сахацкий А.И., Козлова А.А. Использование полного набора нормализованных межканальных индексов многоспектральных космических изображений при классификации покрытий ландшафта // *Уч. зап. Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского*. — 2007. — **20** (59), № 1. — С.175–182.
3. Bossard M., Feranec J., Otahel J. The revised and supplemented Corine Land Cover nomenclature // *Techn. Rept EEA*. — 2000. — № 38. — 110 p.
4. O'Connor B., Secades C., Penner J., Sonnenschein R., Skidmore A., Burgess N.D., Hutton J.M. Earth observation as a tool for tracking progress towards the Aichi Biodiversity Targets // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. — John Wiley & Sons Ltd, 2015. — P.19–27.
5. Buttner G., Feranec J., Jaffrain G., et al. The CORINE Land Cover 2000 Project // *EARSel Proceedings*. — 2004. — **3**(3). — P.331–346.
6. Defourny P., Schouten L., Bartalev S., Bontemps S., Caccetta P., De Wit A.J.W., Di Bella C., et al. Accuracy Assessment of a 300 M Global Land Cover Map: the GlobCover Experience. — 2008.
7. Fritz S., McCallum I., Schill C., Perger C., Grillmayer R., Achard F., Kraxner F., Obersteiner M. Geo-Wiki.Org: the use of crowdsourcing to improve global land cover // *Remote Sens.* — 2009. — **1**(3). — P.345–354. <http://dx.doi.org/10.3390/rs1030345>
8. Feraneca J., Hazeub G., Christensenc S., Jaffraind G. Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia) // *Land Use Policy*. — 2007. — **24**, Issue 1. — P.234–247.
9. National Geomatics Center of China, 2014 National Geomatics Center of China 30 M Global Land Cover Data Product (GlobeLand30) (2014)
10. The thematic accuracy of Corine land cover 2000. Assessment using LUCAS (land use/cover area frame statistical survey) // *Techn. Rept. EEA*. — 2006. — № 7. — 85 p. — (www.eea.europa.eu).

Надійшла до редакції 18.08.2016

Прийнята до друку 15.09.2016