

ISSN 2075-1893

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна

**ПРОБЛЕМИ
БЕЗПЕРЕРВНОЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ
І КАРТОГРАФІЇ**

Збірник наукових праць

Заснований 2000 року

Випуск 23

Харків — 2016

До збірника включені статті, у яких розглядаються актуальні проблеми сучасної практичної підготовки студентів і учнів з географії та картографії; узагальнюється досвід і розкриваються перспективи розробки та впровадження у навчальний процес інноваційних педагогічних технологій, підготовки і видання нових картографічних творів, призначених для використання у школах, вищих навчальних закладах та в інших установах безперервної географічної освіти.

Призначено для науковців, аспірантів, викладачів та вчителів географії.

Збірник є фаховим виданням в галузі географічних наук
(Наказ МОН України № 747 від 13.07.2015)

Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол №3 від 29 лютого 2016 р.)

Редакційна колегія:

В.А. Пересадько – головний редактор, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); О.О. Жемеров – відповідальний редактор, канд. геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); А.П. Голіков, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); С.В. Костріков, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); В.М. Московкін, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); А.Н. Некос, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); К.А. Немець, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); Л.М. Немець, д-р геогр. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); О.С. Третьяков, канд. геогр. наук (ХНУ імені В.Н. Каразіна), д-р географії (Франція); І.Г. Черваньов, д-р техн. наук, проф. (ХНУ імені В.Н. Каразіна); О.В. Барладін, канд. техн. наук (ПрАТ «Інститут передових технологій»); Л.М. Даценко, д-р геогр. наук, проф. (КНУ імені Т. Шевченка); І.П. Ковальчук, д-р геогр. наук, проф. (Національний університет біоресурсів і природокористування України); Л.Г. Руденко, д-р геогр. наук, проф., академік НАН України (Інститут географії НАНУ); Р.І. Сосса, д-р геогр. наук, проф. (Національний університет «Львівська політехніка»); П.Г. Шищенко, д-р геогр. наук, проф., чл.-кор. НАПН України (КНУ імені Т. Шевченка); О.М. Берлянт, д-р геогр. наук, проф. (Канада); О.С. Володченко, д-р географії, проф. (Німеччина); Б.І. Кочуров, д-р геогр. наук, проф. (Росія).

Адреса редакційної колегії:
61022, м. Харків - 22, майдан Свободи, 4, к. 4-72
тел. 707-53-60, e-mail: progoik@physgeo.com
сайт: <http://goik.url.ph/>

Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : Збірник наукових праць. – Вип. 23. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 66 с.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за добір, точність, достовірність наведених даних, фактів, цитат, інших відомостей.

Статті пройшли внутрішнє та зовнішнє рецензування.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 8681 від 22.04.2004

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, оформлення, 2016

УДК: 528.9:621.22

Олена Агапова, аспірант

e-mail: o.agarova@physgeo.com

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МАЛИХ РІЧОК ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

У статті запропоновано методику автоматизованого математико-картографічного моделювання гідроенергетичного потенціалу, що реалізована на базі геоінформаційної системи ArcGIS й апробована на території Харківської області. В ході дослідження проведено оцінку теоретичного та технічного енергетичного потенціалу річок з розмежуванням по їх окремих ділянках. На основі отриманих результатів укладено серію карт гідроенергетичних ресурсів Харківської області.

Ключові слова: карта, геоінформаційні системи (ГІС), енергетичний потенціал малих річок, Харківська область

Елена Агапова

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МАЛЫХ РЕК ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В статье предложена методика автоматизированного математико-картографического моделирования гидроэнергетического потенциала, реализованная на базе геоинформационной системы ArcGIS и апробированная на территории Харьковской области. В ходе исследования проведена оценка теоретического и технического энергетического потенциала рек с разделением по их отдельным участкам. На основе полученных результатов составлена серия карт гидроэнергетических ресурсов Харьковской области.

Ключевые слова: карта, геоинформационные системы (ГИС), энергетический потенциал малых рек, Харьковская область.

Olena Agarova

CARTOGRAPHIC MODELING OF SMALL HYDROPOWER POTENTIAL IN KHARKIV REGION USING GIS TECHNOLOGIES

The use of small hydropower resources is considered as one of the priority development directions in the energy sector in Ukraine and worldwide. In the initial planning stages of hydropower development and small hydropower plants placing, there is a need to conduct detailed assessments of hydropower potential.

With the development of geo-information technologies, the possibility of spatial modeling and GIS tools application have emerged for the automated construction of a surface water runoff models, quantification of hydropower resources and definition of the sites potentially favorable to establish small hydropower plants.

In this paper an algorithm of automated mathematical and cartographic hydropower potential modeling is proposed. It was implemented on the basis of a multi-purpose (universal) geographic information system ArcGIS and includes the use of standard analytical tools, which can be an advantage, because it requires no additional software development or purchase of specialized software for hydropower resources study.

The proposed methodology involves the use of the Hydrology toolset in ArcGIS Spatial Analyst Tools and a range of other analytical tools to calculate energy potential on the river segments, as well as mapping of hydropower resources, which allows to define the river sections with the highest energy indicators and the possible placements for new hydropower plants. During the research the indicators of specific water flow power (theoretical energy potential), as well as the value of the potential energy production on the river segments (technical energy potential) were calculated. Based on the obtained calculation results the series of hydropower resources maps for the territory of Kharkiv region has been designed; it includes three maps that show the water flow, theoretical and technical hydropower potential on the river sections.

Using the information obtained from the maps, prospective sites for construction of small hydropower plants have been identified within Kharkiv region on the rivers Siversky Donets, Uda, Berestova, Mozh and Merlo.

Keywords: map, geoinformation systems (GIS), small hydropower systems, energy potential, Kharkiv region.

Вступ. Використання гідроенергетичних ресурсів малих річок розглядається як один з пріоритетних напрямків розвитку енергетичної галузі в Україні та світі. На етапах стратегічного планування та розробки передпроектних пропозицій щодо розміщення малих гідроелектростанцій (ГЕС) виникає потреба у проведенні детальних оцінок гідроенергетичного потенціалу у розрізі окремих річок та їх ділянок. Виконання таких оцінок усклад-

няється відсутністю необхідної бази натурних гідрологічних спостережень (кількість гідропостів державної гідрометеорологічної служби є обмеженою, і розташовані вони переважно на великих та середніх річках). А організація спеціалізованих досліджень гідрологічних характеристик річок на місцевості з метою оцінки їх енергетичного потенціалу є надмірно затратною і невиправданою з економічної точки зору.

З розвитком геоінформаційних технологій (ГІС-технологій) з'явилися можливості застосування математико-картографічних методів та автоматизованих інструментів просторового аналізу для побудови моделей поверхневого водного стоку, визначення кількісних показників гідроенергетичних ресурсів річок та виявлення ділянок, що є потенційно сприятливими для встановлення малих ГЕС. Крім проведення оцінок енергетичного потенціалу, застосування геоінформаційних систем (ГІС) при виборі ділянок для малих ГЕС дозволяє враховувати екологічні чинники, природні, економічні, соціальні особливості території.

Вихідні передумови. Ідеї застосування засобів ГІС для моделювання гідрологічної мережі та параметрів річкового стоку почали розроблятися одразу після створення інструментів побудови цифрових моделей рельєфу (ЦМР). Особливо актуальним стало їх застосування у дослідженнях гідроенергетичного потенціалу річок. У ряді країн (в Канаді, Італії, Франції, Норвегії, Шотландії, США, Шрі-Ланці, Південній Кореї) оцінку гідроенергетичних потужностей переглянули на основі просторових моделей гідрологічної мережі, побудованих засобами ГІС-технологій [8]. В кожній країні до проведення оцінки гідроенергетичного потенціалу та картографування гідроенергетичних ресурсів річок застосовувалися власні методики та різне програмне забезпечення. В основному застосовувалися спеціалізовані програмні засоби (наприклад, Hydropost, StreamStats, HydroHelp, SMART MINI IDRO, The Hydropower Evaluation Software Rapid Hydropower Assessment Model (RHAM) та ін.) або розроблялися спеціальні програмні надбудови для універсальних ГІС, що підтримують функції розрахунку енергетичного потенціалу річок, потужності обладнання гідровузлів, вибору оптимального місця розташування ГЕС та ін. Наприклад, в Канаді модель Rapid Hydropower Assessment Model (RHAM) була розроблена на платформі ArcGIS ESRI, аналогічно в Італії створене програмне забезпечення VAPIDRO Aste, інші програмні додатки на базі ArcGIS застосовано в Норвегії, Швейцарії, Росії [8]. Дослідженням гідроенергетичного потенціалу з застосуванням ГІС присвячені роботи багатьох закордонних вчених Н. В. Баденка та ін. [1], A. Ballance та ін. [4], G. Carroll та ін. [5], B. Feizizadeh, E. Haslauer [6], D. G. Larentis та ін. [7].

В Україні найбільш широко питання оцінки гідроенергетичних ресурсів річок розглянуті в роботі А. В. Мороз [2], зокрема розроблено методику розрахунку гідроенергетичного потенціалу річок, що враховує природоохоронні обмеження та імовірнісний розподіл витрат стоку, та визначено теоретичний і технічний енергопотенціал річок України на основі багаторічних даних спостережень гідрологічних постів. Однак, варто відмітити, що оцінку гідроенергетичного потенціалу проведено з певними обмеженнями: відібрані річки з показниками витрат води від 2 до 150 м³/с, для річок, не охоплених гідрологічними спостереженнями, застосовувався підхід підбору річки-аналога з відомими характеристиками стоку, енергетичний потенціал визначено не на всій протяжності річок через обмеженість існуючих гідрологічних даних. Крім того, результати оцінок не представлені у картографічній формі, що ускладнює подальший аналіз території для вибору оптимальних місць розташування малих ГЕС.

Отже, картографічне моделювання гідроенергетичних характеристик річок для цілей розвитку малої гідроенергетики в Україні з застосуванням сучасних ГІС-технологій є актуальним завданням.

Метою є висвітлення результатів розробки алгоритму картографічного моделювання гідроенергетичного потенціалу малих річок з використанням засобів універсальної ГІС та його апробації на прикладі території Харківської області.

Виклад основного матеріалу. Сучасні комп'ютерні технології та програмні засоби, такі як ГІС, дозволяють автоматизувати процес оцінки та картографування гідроенергетичного потенціалу річок за рахунок застосування методів моделювання рельєфу та поверхневого водного стоку. На відміну від методик, що базуються на використанні лише даних натурних гідрологічних спостережень, оцінка енергетичних ресурсів із застосуванням ГІС дозволяє визначати гідроенергетичний потенціал для всіх річок, включаючи ті, на яких не проводилися гідрологічні спостереження.

У даній статті запропонована методика автоматизованого математико-картографічного моделювання гідроенергетичного потенціалу, реалізована на базі багатоцільового (універсального) ГІС-продукту ArcGIS, яка передбачає використання стандартного

аналітичного інструментарію програми. Перевагами підходу, заснованого на використанні багатоцільової ГІС, є: поширеність програмного забезпечення; відсутність потреби придбання або розробки спеціалізованих ГІС або програмних додатків; можливість використання існуючих вихідних картографічних даних без проведення додаткових трансформацій; отримані в результаті аналізу картографічні шари можуть інтегруватися у бази даних та використовуватися при вирішенні інших дослідницьких задач.

Із застосуванням існуючого досвіду та експериментальної апробації низки функцій ArcGIS розроблено алгоритм картографічного моделювання енергетичного потенціалу річок, що включає наступні етапи:

1. Підготовка вихідних геоінформаційних шарів даних — ЦМР та картографічного шару модуля стоку, на основі яких створюються похідні шари даних — складові картографічної моделі гідрологічної мережі.

2. Картографічне моделювання гідрологічної мережі та показників поверхневого стоку з використанням групи інструментів «Гідрологія» (Hydrology) додаткового модуля Spatial Analyst.

3. Створення похідних геоінформаційних шарів даних, що включають річкову мережу, значення абсолютної висоти місцевості та витрат води у пунктах витоків та гирл річок, а також на початку та на кінці їх окремих ділянок.

4. Розрахунок валового (теоретичного) та технічного потенціалу річок (та їх окремих ділянок) на основі атрибутів геоінформаційних шарів даних, створених на попередніх етапах.

5. Картографічне оформлення отриманих результатів, компонування серії карт гідроенергетичних ресурсів річок, що включає відображення середніх витрат води, теоретичного та технічного гідроенергетичного потенціалу річок.

Перший етап робіт включає збір вихідних статистичних та картографічних даних, а також підготовку електронних картографічних шарів у середовищі ГІС. Для проведення гідрологічного аналізу необхідно підготувати базові геоінформаційні шари, що містять інформацію про рельєф досліджуваної території (векторні шари даних горизонталей, растрові дані радарної топографічної зйомки Землі — Shuttle radar topographic mission (SRTM) та ін.), гідрографічну мережу (річки,

озера, водосховища та ін.), модуль стоку, середні багаторічні характеристики витрат води в річках, отримані в результаті гідрологічних спостережень державної гідрометеорологічної служби.

Інструменти ГІС дозволяють розрахувати значення витрат води в річках, оцінюючи сумарний стік усього водозбірного басейну. Відповідно, для проведення коректної оцінки гідрологічних характеристик річок Харківської області регіон побудови картографічної моделі був розширений на північ та північний схід, до територій, де розташовуються витoki річок басейну Сіверського Дінця.

На початку здійснюється побудова ЦМР на основі даних радіолокаційної зйомки або/та векторного шару горизонталей. В межах даного дослідження побудову ЦМР роздільною здатністю 25 м виконано з використанням інструменту «Топо в Растр» (Toto to Raster) на основі геоінформаційного шару горизонталей, оцифрованих за топографічними картами масштабу 1:100 000, та SRTM. При побудові ЦМР, як правило, невеликий відсоток результуючої поверхні складають області локальних понижень, в межах яких чарунки растру з меншими значеннями висот оточені чарунками, що мають вищі відмітки. Найчастіше вони представляють собою невеликі помилкові ділянки, спричинені роздільною здатністю вихідних даних або округленням висот при побудові ЦМР до найближчого цілого значення. Для усунення помилкових значень ЦМР та забезпечення більш коректного виділення водозбірних областей і поверхневих водотоків на наступних етапах робіт застосовується аналітичний інструмент «Заповнення» (Fill) додаткового модуля Spatial Analyst.

Також створюється растровий шар модуля стоку, кожній чарунці якого відповідає значення кількості води, що стікає у русло річки за одиницю часу з одиниці площі водозбірного басейну. Для проведення подальших аналітичних операцій з обчислення показників стоку обов'язковою умовою є приведення значень модуля стоку у відповідність до площ чарунок растру. В даному дослідженні за допомогою функції «Калькулятор растрів» (Raster Calculator) значення модуля стоку перераховані для площ, що відповідають роздільній здатності ЦМР — 25 м.

На другому етапі здійснюється побудова моделі поверхневого водного стоку та гідрологічної мережі з застосуванням аналітичних

функції додаткового модуля ArcGIS Spatial Analyst, зокрема групи інструментів «Гідрологія» (Hydrology). На основі ЦМР інструментом «Напрямок стоку» (Flow Direction) створюється геоінформаційний шар напрямку поверхневого стоку. Кожна чарунка результуючого растру кодується числовим значенням, що визначає напрямок, в якому найбільше зменшується значення висоти місцевості і, відповідно, рухається водний потік.

Наступний тематичний шар сумарного стоку розраховується на основі двох вихідних растрів — напрямку та модуля стоку. За допомогою інструменту «Сумарний стік» (Flow Accumulation) для кожної чарунки результуючого растру обраховується «протікаюча» крізь неї кількість води (витрата води). Чарунки растру, яким за результатами аналізу відповідають найвищі значення витрат води, приймаються за водотоки, а ті, яким найнижчі значення, — за вододіли. За найбільшими значеннями моделюється мережа так званих «синтетичних» (штучно побудованих) річок шляхом задання порогового значення витрат води, після якого водний потік може вважатися річкою. Порогове значення визначається за допомогою візуального порівняння картографічних шарів синтетичних та реальних річок. Синтетичні та реальні річки з високим ступенем корелюють між собою, проте розташування гирл не співпадають. Це, по-перше, пояснюється тим, що точне встановлення розташування гирла річки не завжди можливе на практиці, а по-друге, тим, що картографічні шари реальних річок укладаються з певним рівнем генералізації — цензовий відбір заснований на даних про їх довжину, а синтетичні річки виділяються на основі значень їх водності. В даному дослідженні встановлене порогове значення витрат води на рівні $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$.

Надалі здійснюється конвертація синтетичних річок з растрового у векторний формат шляхом послідовного застосування функцій «Встановити нуль» (Set Null) та «Водотоки в просторовий об'єкт» (Stream to Feature). Перша функція на основі шару сумарного стоку створює похідний растр, в якому чарункам зі значенням більше порогового об'єму витрат води присвоюється значення 1, всім іншим — 0, а друга функція за ділянками з одиничним значенням будує векторний шар річок. Аналогічним чином створено векторні шари ділянок річок, на яких

витрати води становлять більше 1, 2, 5, 10, 20 та $50 \text{ м}^3/\text{с}$, на основі яких укладено карту «Харківська область. Витрати води в річках» (рис. 1). Результати проведених оцінок витрат води річок порівнюються з даними водомірних постів.

За даними [2], в межах України будівництво малих ГЕС економічно виправданим є на річках, де витрати води становлять більше $2 \text{ м}^3/\text{с}$. За укладеною картою встановлено, що річки Сіверський Донець, Оскіл, Уда, Лопань, Харків, Оріль, Берестова, Берека, Мерло, Мож, Вовча, Великий Бурлук мають річний водний стік, достатній для встановлення малих ГЕС. Однак гідроенергетичний потенціал річок та можливості його використання залежать не лише від значень витрат води, вирішальне значення мають сезонні коливання стоку, падіння річки (водний напір), інші природні, соціальні, економічні та екологічні обмеження місцевості.

На третьому етапі мережа синтетичних річок розбивається на ділянки, для яких розраховуватиметься гідроенергетичний потенціал — теоретичний і технічний. Для цього створюються два допоміжні векторні шари точкових об'єктів: інструментом «Вершини об'єкта в точки» (Feature vertices to points) автоматично розставляються точки в місцях витоків і гирл річок. Таким чином, річкова мережа розбивається на ділянки в місцях, де відбувається різке збільшення витрат води за рахунок впадіння притоків. За допомогою інструменту «Вилучити мультизначення у точки» (Extract multi values to points) на основі ЦМР та растру сумарного стоку визначаються значення висоти місцевості та витрат води у пунктах розташування витоків та гирл та записуються до атрибутивних таблиць відповідних точкових шарів.

Четвертий етап включає прив'язку атрибутивних таблиць точкових геоінформаційних шарів, що містять інформацію про абсолютні висоти та витрати води у витках та гирлах річок (а також на початку та кінці їх ділянок), до геоінформаційного шару мережі синтетичних річок, що здійснюється за допомогою функції «З'єднання та зв'язки» (Join and Relate). Надалі з використанням функції «Калькулятор поля» (Field Calculator) виконуються розрахунки теоретичного потенціалу річок, представленого показниками потужності та питомої потужності водного потоку. Потужність водного потоку N_i для i -ї

ділянки річки визначається на основі рівняння [1]:

$$N_i = 9,81 \frac{(Q_{i1} + Q_{i2})}{2} (H_{i2} - H_{i1}), \text{ [кВт]},$$

де Q_{i1} та Q_{i2} – середні багаторічні витрати води на початку та кінці i -ї річки або ділянки річки, $\text{м}^3/\text{с}$, H_{i2} та H_{i1} – абсолютні висоти початкової та кінцевої точки i -ї ділянки річки, м.

Питома потужність річки або її ділянки $N_{\text{п}}$ визначається за наступною формулою [3]:

$$N_{\text{п}} = \frac{N_i}{L_i}, \text{ [кВт/км]},$$

де N_i – потужність i -ї ділянки річки, L_i – її протяжність на місцевості, км.

Надалі розраховується технічний енергетичний потенціал річок (потенційний виробіток енергії), що враховує коефіцієнти корисної дії гідроенергетичного обладнання – турбіни та генератора, коефіцієнт використання потужності водотоку, що залежить від сезонних коливань стоку річки. В даному дослідженні застосовано спрощену систему розрахунків технічно-досяжного потенціалу гідроенергетичних ресурсів річок: значення теоретичного потенціалу помножувалися на кількість годин (у даній роботі розрахунки виконувалися для річного періоду) та на коефіцієнт використання теоретичного потенціалу, що залежить від потужності водного потоку у річці. Відповідно до методики, представленій у роботі Н. В. Баденка та ін. [1], були прийняті наступні значення коефіцієнту використання теоретичного потенціалу: для річок з потужністю водного потоку менше 1 МВт – 0,15, від 1 до 2 МВт – 0,2, більше 2 МВт – 0,35.

На останньому етапі за результатами розрахунків укладаються карти теоретичного та технічно-досяжного гідроенергетичного потенціалу річок (рис 2–3). Результати моделювання теоретичного та технічного гідроенергетичного потенціалу річок Харківської області, представлені на картах, показали, що найвищі значення цих показників мають малі річки, довжина яких становить 10–20 км, що пояснюється значними перепадами висот вздовж русла (падінням річки). Проте їх використання для встановлення ГЕС у більшості випадків неможливе або економічно не вигідне через низькі показники водного стоку у літній період.

Потенційними для розташування створів ГЕС в межах території дослідження є ділянки



Рис. 1. Карта «Харківська область. Витрати води в річках» (масштаб зменшено)



Рис. 2. Карта «Харківська область. Теоретичний енергетичний потенціал річок» (масштаб зменшено)

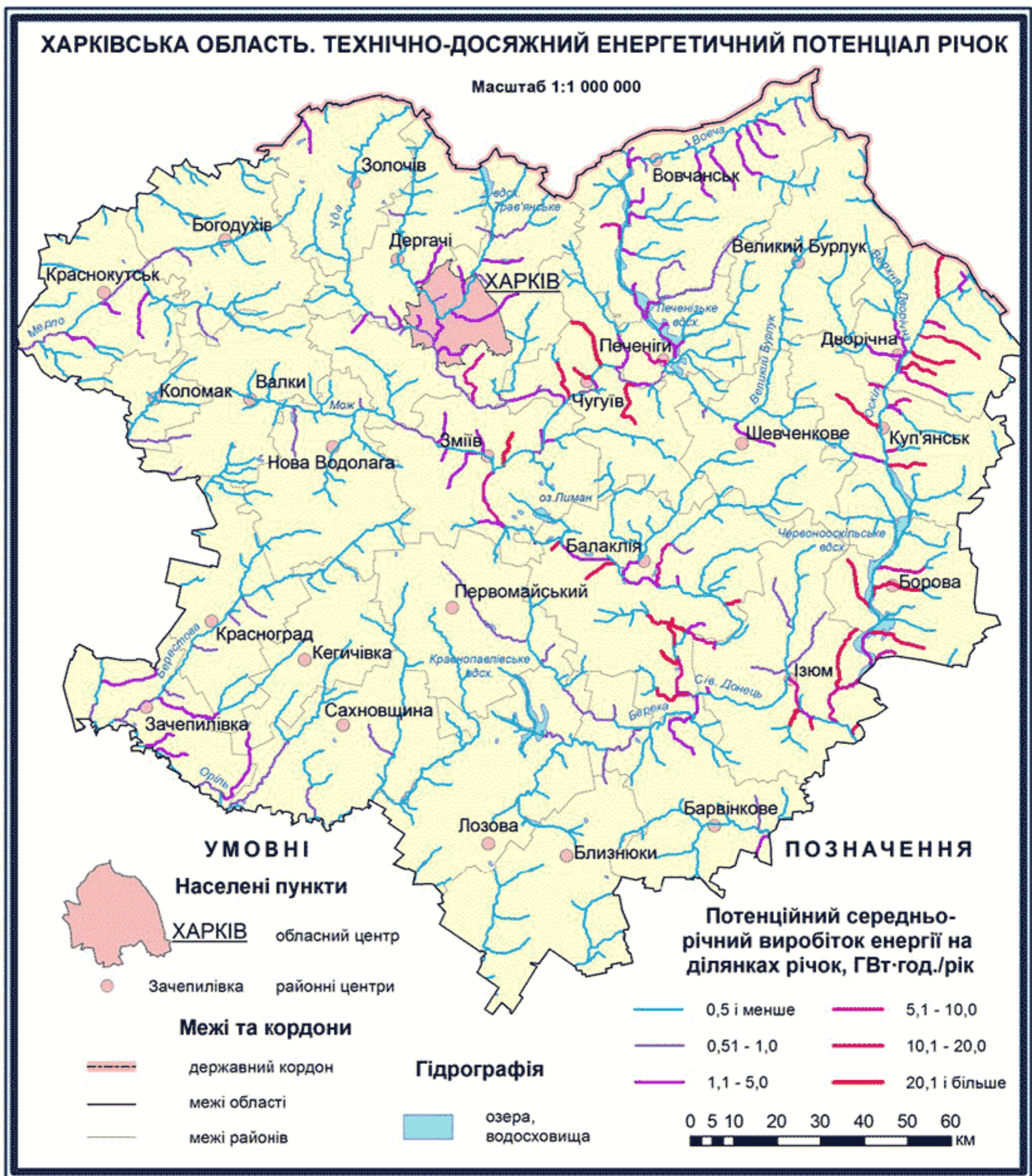


Рис. 3. Карта «Харківська область. Технічно-досяжний енергетичний потенціал річок» (масштаб зменшено)

річки Сіверський Донець — північніше м. Балаклія та у південній частині Балаклійського району, річки Уда — західніше Чугуєва, річки Берестова — в районі Зачепилівки, річки Мож — на захід від м. Зміїв, річки Мерло — вище та нижче за течією від Краснокутська.

Достатнім гідроенергетичним потенціалом характеризується також р. Оскіл, але її потенціал майже повністю використовується Червонооскільською ГЕС. Перспективною є електрифікація греблі Печенізького водосховища, розташованого на р. Сіверський Донець.

Основні потенційні ділянки розташування малих ГЕС зосереджені у центральній, найбільш густонаселеній частині області. З одного боку, близькість розташування ГЕС до споживача є позитивним моментом, а з іншого – населені пункти створюють додаткові обмеження при будівництві водосховищ. Крім того, реалізація проектів будівництва ГЕС на означених ділянках може обмежуватися наявністю об'єктів природно-заповідного фонду та геологічними умовами, що потребує додаткових досліджень з використанням методів просторового аналізу.

Висновки і перспективи подальших пошуків. Запропонований алгоритм застосування ГІС-технологій у процесі оцінки гідроенергетичного потенціалу річок дозволяє заповнити нестачу гідрологічних даних про витрати води та річковий стік, а також оцінити енергетичні показники на їх окремих ділянках, що має важливе значення під час вибору та планування перспективних місць розміщення малих ГЕС.

Для деталізації результатів оцінки гідроенергетичних показників, підвищення точності та достовірності картографічної моделі у перспективі можливе застосування уточнених (актуалізованих) карт модуля стоку, апробація різних методик обрахунку технічного гідропотенціалу (в тому числі для різних типів гідрологічного обладнання та з урахуванням сезонних коливань показників річкового стоку). Уточнення потенційних місць розміщення малих ГЕС можливе за рахунок виконання сумісного (комплексного) просторового аналізу картографічних шарів даних гідроенергетичного потенціалу річок та іншими тематичними шарами, що включають відомості про обмежуючі фактори розвитку гідроенергетики, як-то природоохоронні об'єкти, крупні населені пункти, несприятливі інженерно-геологічні умови.

*Рецензент: кандидат географічних наук,
доцент О.І. Сінна*

Список використаних джерел:

1. Баденко Н. В. Разработка методологического обеспечения процесса автоматизированного вычисления гидроэнергетического потенциала рек с использованием геоинформационных систем/Н. В. Баденко, Н. С. Бакановичус, О. К. Воронков, Т. С. Иванов и др.//Инженерно-строительный журнал. — 2013. — Вып. 6. — С. 62–76.
2. Мороз А. В. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України/Анастасія Віталіївна Мороз//дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук. — К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2015. — 227 с.
3. Нефедова Л. В. Разработка блока ресурсов малой гидроэнергетики при подготовке ГИС «Возобновляемые источники энергии России»/Л. В. Нефедова//Физические проблемы экологии (экологическая физика): сборник научных трудов. — 2012. — Вып. 18. — С. 247–260.
4. Ballance A. Geographic information systems analysis of hydro power potential in South Africa/A. Ballance, D. Stephenson, R. A. Chapman, J. A. Muller//J. Hydroinform. — 2000. — Vol. 2. — P. 247–254.
5. Carroll G. Evaluation of potential hydropower sites throughout the United States/G. Carroll, K. Rieves, R. Lee, S. Cherry//2004 ESRI User Conference, (San Diego, CA, August 10, 2004). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.595.9958&rep=rep1&type=pdf>
6. Feizizadeh B. GIS-based Procedures of Hydropower Potential for Tabriz Basin, Iran/B. Feizizadeh, E. Haslauer//GI_Forum 2012, (Salzburg, Austria, July 3–6, 2012). — 2012. — P. 492–502.
7. Larentis, D. G., Collischonn, W., Olivera, F., Tucci, C. E. M. Gis-based procedures for hydropower potential spotting/D. G. Larentis, W. Collischonn, F. Olivera, C. E. M. Tucci//Energy. — 2010. — Vol.10. — P. 4237–4243.
8. Punys P. Tools for Small Hydropower Plant Resource Planning and Development: A Review of Technology and Applications/P. Punys, A. Dumbrauskas, A. Kvaraciejus, G. Vyciene//Energie. — 2011. — Vol. 4. — P. 1258–1277.

References:

1. Badenko, N. V., Bakanovichus, N. S., Voronkov, O. K., Ivanov, T. S. ed. (2013). Razrabotka metodologicheskogo obespechenija processa avtomatizirovannogo vychislenija gidrojenergeticheskogo potenciala rek s ispol'zovaniem geoinformacionnyh sistem [Development of methodological support of the process for automated hydropower potential calculation using geographic information systems]. Engineering and Construction Journal, 6, 62–76.
2. Moroz, A. V. (2015). Texnichny`j potencial gidroenergety`chny`x resursiv maly`x richok Ukrayiny` [The technical potential of small river hydropower resources in Ukraine]. National Academy of Sciences of Ukraine. Institute for Renewable Energy. Ky`yiv, 227.
3. Nefedova, L. V. (2012). Razrabotka bloka resursov maloj gidrojenergetiki pri podgotovke GIS

«Vozobnovljaemye istochniki jenerгии Rossii» [The development of small hydropower resources unit in the preparation of GIS «Renewable Energy of Russia»]. Physical problems of ecology (Environmental Physics): collection of scientific works, 18, 247–260.

4. Balance, A., Stephenson, D., Chapman, R. A., Muller, J. A. (2000). Geographic information systems analysis of hydro power potential in South Africa. *J. Hydroinform*, 2, 247–254.

5. Carroll, G., Rieves, K., Lee, R., Cherry, S. (2004) Evaluation of potential hydropower sites throughout the United States. 2004 ESRI User Conference, San Diego, CA, August 10, 2004. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.595.9958&rep=rep1&type=pdf>

6. Feizizadeh, B. Haslauer, E. (2012). GIS-based Procedures of Hydropower Potential for Tabriz Basin, Iran. *GI_Forum 2012*, Salzburg, Austria, July 3–6, 492–502.

7. Larentis, D. G., Collischonn, W., Olivera, F., Tucci, C. E. M. (2010). Gis-based procedures for hydropower potential spotting. *Energy*, 10, 4237–4243.

8. Punys, P., Dumbrasukas, A., Kvaraciejus, A., Vyciene, G. (2011). Tools for Small Hydropower Plant Resource Planning and Development: A Review of Technology and Applications *Energie*, 4, 1258–1277.

УДК 371.13

Ілона Макаревич, аспірант

e-mail: makarevich-ilona@ukr.net

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто сучасні погляди на проблему інформатизації освіти. Зокрема, висвітлено питання теоретичних основ інформатизації вищої педагогічної освіти. Розкрито значення інформації як явища суспільного й навчального. Визначено потребу в створенні інформаційного середовища у ВНЗ. Подано сучасне бачення ролі інформаційних технологій у професійному становленні майбутнього вчителя географії під час навчання.
Ключові слова: інформатизація освіти, майбутній учитель географії, інформація.

Илона Макаревич

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассмотрены современные взгляды на проблему информатизации образования. В частности, освещены вопросы теоретических основ информатизации высшего образования. Раскрыто значение информации как явления общественного и учебного. Исследовано необходимость в создании информационной среды в ВУЗах. Подаются современные взгляды на роль информационных технологий в профессиональном становлении будущего учителя географии во время учебы.

Ключевые слова: информатизация образования, будущий учитель географии, информация.

Ilona Makarevich

INFORMATION THEORETICAL FOUNDATIONS OF MODERN EDUCATION

The modern views on the problem of education informatization system were described in the article. In particular, the theoretical foundations of higher pedagogical education informatization were explained. The importance of information as a social and educational phenomenon had been showed. The need to organize information environment in the Universities was identified. The author explains modern vision of information technology's role in the professional formation of the future teacher of geography during studies in the article.

The use of information in the educational process should lay the foundations of philosophical, psychological, social and pedagogical training of future teachers of geography. In addition to educational and extracurricular social activities of students-geographers information should provide incentives in their training. A. Krasnov described the importance of information in each individual type of activity, effective information exchange provided by the formation of a number of information skills; evaluation of the usefulness and validity of the information received; selection of relevant personal information, finding the necessary information, including the methods of processing; communication and language skills (perception and transmission); information-psychological self-defense; persistently high level of information needs; development and improvement of an individual and effective ways to preserve and assimilate information; mental hygiene information (ecology) – information self-regulation and selection process according to their relevance and usefulness; ethics governing the access to other people's information.

Keywords: informatization of education, future teacher of geography, information.

Вступ. Сьогодні спостерігаються активні зміни в інформаційній, науково-технічній, політичній, економічній, соціальній, культурній та інших сферах життєдіяльності суспільства, яке ввійшло в епоху «суспільства глобальної компетентності». Передбачається, що в наступні три роки буде створено інформації більше, ніж за попередні сорок тисяч років із-за якісної зміни її ролі у житті людини і розвитку нових комунікаційних технологій, які відкривають нові можливості для спілкування, доступу до інформації та освіти. Ознаками інформаційного суспільства виділено інформаційну економіку, високий рівень інформаційних потреб усіх членів суспільства і фактичне їх задоволення основною масою населення, високу інформаційну культуру та вільний доступ кожного члена суспільства до інформації, що обмежений лише інформаційною безпекою особистості, соціальних груп та усього суспільства [1]. Наявність виділених ознак дозволить кожній особистості бути повноправним членом інформаційного суспільства на правах конкурентоспроможності, успішності і безпеки. І все це можливо, на думку більшості науковців, на умовах становлення нової парадигми в освіті, оволодіння способами неперервного набуття нових знань і вмінь самостійного навчання кожним членом суспільства; засвоєння навичок роботи з будь-якою інформацією, доповнення традиційного принципу формування професійних знань, умінь і навичок принципом формування інформаційної компетентності.

Вихідні передумови. Інформатизація освіти — «в широкому розумінні — комплекс соціально-педагогічних перетворень, пов'язаних з насиченням освітніх систем інформаційною продукцією, засобами й технологією, у вузькому — впровадження в заклади системи освіти інформаційних засобів, що ґрунтуються на мікропроцесорній техніці, а також інформаційній продукції і педагогічних технологій, які базуються на цих засобах. Інформатизація освіти — частина процесу інформатизації суспільства, теоретичною основою якого виступає інформатика — система знань, яка стосується вироблення, переробки, зберігання, пошуку й поширення інформації в найрізноманітніших її аспектах у природі, суспільстві, техносфері» [3, с. 149]. Саме ця теза С. Гончаренка вказує на потребу у вирішенні проблеми посилення інформатизації освіти, перш за все — професійної підготовки майбутніх учителів географії.

Метою статті є подання модернізації освіти відповідно до нових умов інформатизованого суспільства як одного із пріоритетних завдань світового співтовариства, розв'язання якого забезпечить можливість ефективного використання інтелектуальних ресурсів для стійкого розвитку цивілізації. Все це сприяє зміні вимог до рівня професіоналізму і компетентності майбутніх учителів географії, що потребує удосконалення процесу їх професійної підготовки.

Виклад основного матеріалу. У Законі України «Про вищу освіту», що ухвалений парламентом 1 липня 2014 року (№ 1556-VII), у розділі XI «Наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність у вищих навчальних закладах» сформульовано основні положення здійснення інформатизації в освіті [5]. «Суть інформатизації вищої освіти полягає у створенні для педагогів і студентів сприятливих умов для вільного доступу до культурної, навчальної і наукової інформації» [11, с. 29], а генералізація інформації розглядається як вміння цілеспрямовано працювати з інформацією (пошук, обробка, використання й передача) з використанням комп'ютерних технологій та сучасних технічних засобів. Тобто, одне з чільних місць займає проблема інформаційного забезпечення освіти, зокрема педагогічної, яка є досить актуальною та вимагає вирішення цілої низки завдань. Це, зокрема, пошук нового змісту, методів, форм навчання й умов реалізації цих змін під час підготовки майбутніх учителів географії, з відповідним рівнем професійної компетентності. Це сприятиме мотивації вчителя на навчання учнів використанню інформації з різних джерел, формуванню в них умінь самостійно відшукувати й інтерпретувати географічну інформацію, проводити індивідуальну роботу, здійснювати порівняльний часово-просторовий аналіз, вільно використовувати інформаційні технології, креативно мислити, розвивати допитливість та ініціативу у збиранні різноманітних географічних даних. Саме це і зумовлює потребу в поглибленні професійної підготовки майбутніх учителів географії у контексті формування інформаційної компетентності й використанні навчальних інформаційних технологій. Для цього, на нашу думку, необхідним є створення інформаційного середовища ВНЗ, покращення стану технічного забезпечення навчально-виховного процесу (комп'ютерна база, вільність доступу до Інтернету тощо);

підвищення рівня професійної підготовки науково-педагогічних працівників, відповідність змісту фахових дисциплін, програм практик меті й завданням формування інформаційної компетентності майбутніх учителів географії. Щодо поглиблення інформаційної підготовки викладачів ВНЗ ми враховуємо позицію, висловлену у методичних рекомендаціях ЮНЕСКО «Інформаційні та комунікаційні технології у підготовці викладачів», де зазначено, що «Інформаційні та комунікаційні технології надають у розпорядження суспільства потужні засоби для перетворення існуючої класно-урочної моделі освіти, у якій провідна роль належить викладачеві й основною є робота з текстами, у багате, орієнтоване на учня інтерактивне середовище для роботи зі знаннями» [6, с. 19]; «студенти мають постійно відчувати доцільність і необхідність застосування інформаційних і комунікаційних технологій у практиці свого навчання, а також бути впевненими у тому, що їхні викладачі уміють пояснити можливості ІКТ й ефективно застосовувати їх на практиці» [там же, с. 41].

Безумовно, реалізація процесу формування інформаційної компетентності майбутніх учителів географії зумовлюється рівнем спеціальної підготовки науково-педагогічних працівників, які здійснюють управління процесом професійної підготовки студентів, зокрема оволодіння викладачами технологією її формування на основі єдиного методологічного підходу, який передбачає засвоєння особливостей інформаційної діяльності, знання основних законів функціонування професійно важливої інформації, вмінь її ефективного пошуку, оволодіння прийомами обробки інформації, аналізу й синтезу та роботи з інформаційними технологіями. Головною умовою для виконання цих завдань є створення відповідної спрямованості навчального процесу у ВНЗ, належне навчально-методичне забезпечення, проведення інформаційних тренінгів, семінарів, науково-практичних конференцій для викладачів.

Таким чином, аналіз наукових досліджень дозволяє констатувати, що з одного боку, необхідність і актуальність формування інформаційної компетентності майбутніх учителів географії сумніву не викликає, з іншого — існує певна розбіжність в окресленні її змісту. Теоретичне визначення змісту даного поняття інтерпретується сутністю базової категорії «інформація». Щодо інформації,

то вона стала об'єктом широких досліджень лише з середини ХХ ст. [8]. Однією з перших була спроба Г. Воробйова розкрити питання природи інформації, інформаційних потоків. Автор розкрив вимоги до інформації, вказуючи на змінність характеру використання інформації та необхідність додержання певних етичних норм інформаційної поведінки [2]. У словнику української мови інформацію подано як: 1) відомості про навколишній світ і процеси, що в ньому відбуваються, що передаються людьми усним, письмовим чи іншим способом; 2) повідомлення про стан справ, про стан будь-чого [4]. С. Гончаренко визначає інформацію як «одне з загальних понять науки; в широкому розумінні — нові відомості про навколишній світ, одержувані в результаті взаємодії з ним. Останнім часом широко використовується в усіх галузях науки, зокрема філософії, психології, педагогіці, соціології, лінгвістиці. У педагогіці і психології — зміст будь-якого повідомлення, дані про щось, які розглядаються в аспекті передачі їх у часі й просторі» [3, с. 150]. «Інформація, одна з основних універсальних властивостей предметів, явищ, процесів об'єктивної дійсності, людини й створених нею керуючих ЕОМ, що полягає в здатності сприймати внутрішній стан і впливи навколишнього середовища й зберігати певний час результати, перетворювати отримані відомості й передавати результати обробки (перетворення) іншим предметам, явищам, процесам, машинам, людям» [4, с. 15]. Це підтверджується думкою науковців, які визначають інформаційне забезпечення людської діяльності як досягнуті рівні організації інформаційних процесів, ступінь задоволеності людей у спілкуванні, рівень ефективності створення, збирання, зберігання, опрацювання, передавання, подання та використання інформації [9].

Отже, застосовуючи інформацію в освітньому процесі, в її основу варто закладати філософське, психологічне, соціально-педагогічне обґрунтування поставленої мети професійної підготовки майбутніх учителів географії. Крім того, інформатизація повинна охоплювати крім навчально-виховної позанавчальної та громадської діяльності студентів-географів, передбачати систему стимулів інформаційної діяльності в їх професійній підготовці. О. Краснова окреслила значення інформації в життєдіяльності кожної особистості: ефективний інформаційний

обмін, що забезпечується сформованістю ряду інформаційних умінь: оцінки корисності й істинності одержуваної інформації; добору особистісно значимої інформації, пошуку необхідної інформації, у тому числі про методи її переробки; комунікативних і мовних умінь (сприйняття і передачі); інформаційно-психологічного самозахисту; постійно високий рівень інформаційної потреби; вироблення й удосконалення індивідуально-ефективних способів збереження і засвоєння інформації; інформаційна психогігієна (екологія) – саморегуляція та відбір інформаційних процесів відповідно до їх актуальності і корисності; інформаційна моральність, що регулює питання доступу до чужої інформації, використання інформації для корисливих цілей чи цілей тиску на особистість, обмеження доступу інших до корисної інформації [7].

Узагальнюючи результати наукового аналізу цієї категорії, сприйматимемо її як

відображення дійсності, що є неоднорідною, виступає предметом взаємодії між людьми, здобувається у процесі діяльності, сприяючи особистісному розвитку кожного члена суспільства. Її конкретне тлумачення залежить від предмета вивчення конкретної науки або мети дослідження.

Висновки. Погоджуючись з думкою багатьох науковців, інформатизацію сучасної освіти вважатимемо одним із пріоритетних напрямків її реформування. Перспективним вектором наукових досліджень є визначення організаційно-педагогічних умов формування інформаційної компетентності майбутніх учителів географії у процесі їх професійної підготовки.

*Рецензент: кандидат географічних наук,
доцент О. І. Ситник*

Список використаних джерел:

1. Винарик Л. С. Информационная культура в современном обществе : Учеб. пособие / Л. С. Винарик, Я. Г. Берсуцкий, А. Н. Щедрин. – Донецк : Ин-т экономики и промышленности, 2003. – 322 с.
2. Воробьев Г. Г. Информационная культура в управленческом труде / Г. Г. Воробьев. – М. : Экономика, 1971. – 106 с.
3. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 375 с.
4. Грицунов О. В. Інформаційні системи та технології : навч. посіб. для студентів за напрямом підготовки «Транспортні технології» / О. В. Грицунов. – Х. : Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2010. – 222 с.
5. Закон України «Про вищу освіту» : за станом на 1 червня 2016 р. [Електронний ресурс] / Верховна Рада України : офіційний веб-портал. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
6. Информационные и коммуникационные технологии в подготовке преподавателей. Руководство по планированию / ЮНЕСКО. – М. : Институт новых технологий, 2005. – 285 с.
7. Краснова О. В. Развитие информационной культуры личности как комплексная профессионально-педагогическая проблема [Електронний ресурс] / О. В. Краснова. – 2003. – Режим доступу : <http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=207>.
8. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения : Педагогические науки - реформе школы / Е. И. Машбиц. – М. : Педагогика, 1988. – 194 с.
9. Машбиц Ю. І. Основи нових інформаційних технологій навчання : Посібник для вчителів / Ю. І. Машбиц, М. І. Жалдак, О. О. Гокунь [та ін.]. – К. : ІЗМН, 1997. – 264 с.
10. Словник української мови / [За ред. М. Л. Мандрика]. – К. : Наукова думка, 1973. – 840 с.
11. Стрельников В. Ю. Сучасні технології навчання у вищій школі : модульний посібник для слухачів авторських курсів підвищення кваліфікації викладачів МІПК ПУЕТ / В. Ю. Стрельников, І. Г. Брітченко. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – 309 с.

References:

1. Vinarik, L. S., Bersuckij, Ja. G., Shhedrin, A. N. (2003). Informacionnaja kul'tura v sovremennom obshhestve : Ucheb. posobie [Information culture in modern society : tutorial]. Doneck, Ukraine: In-t jekonomiki i promyshlennosti, 322.
2. Vorob'jov, G. G. (1971). Informacionnaja kul'tura v upravlencheskom trude [Information Culture in managerial work]. Moscow, Russia. 106.
3. Honcharenko, S. U. (1997). Ukrayins'kyu pedahohichnyy slovnyk [Ukrainian Pedagogical Dictionary]. Ky`yiv, 375.

4. Hrytsunov, O. V. (2010). Informatsiyini systemy ta tekhnolohiyi : navch. posib. dlya studentiv za napryamom pidhotovky «Transportni tekhnolohiyi» [Information systems and technologies : a textbook for students in the field of «Transport Technologies»] O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. Kharkiv, Ukraine, 222.
5. Zakon Ukrayiny «Pro vyshchu osvitu» : za stanom na 1 chervnya 2016 r. [Higher Education Act : as of June 1, 2016]. Verkhovna Rada of Ukraine. Available at : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
6. Informacionnye i kommunikacionnye tehnologii v podgotovke prepodavatelej. Rukovodstvo po planirovaniju [Information and communication technologies in teacher training. Planning Guide] (2005). UNESCO, Moscow, Russia, Institute for New Technologies, 285.
7. Krasnova, O. V. (2003). Razvitie informacionnoj kul'tury lichnosti kak kompleksnaja professional'no-pedagogicheskaja problema [Development of the personal information culture as a complex professional-pedagogical problem]. Available at : <http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=207>.
8. Mashbic, E. I. (1988). Psihologo-pedagogicheskie problemy komp'juterizacii obuchenija : Pedagogicheskie nauki - reforme shkoly [Psychological and pedagogical problems of computerization of education]. Moscow, Russia, 194.
9. Mashbyts', Yu. I., Zhaldak, M. I., Hokun', O. O., Komisarova, O. Yu., Morze, N. V., Smul'son, M. L. (1997). Osnovy novykh informatsiynykh tekhnolohiy navchannya : Posibnyk dlya vchyteliv [Fundamentals of new learning information technologies: a handbook for teachers]. Kyiv: IZMN, 264.
10. Mandryk, M. L. ed. (1973). Slovnyk ukrayins'koyi movy [Ukrainian dictionary]. Kyiv: Naukova dumka, 840.
11. Strel'nikov, V. Yu., Britchenko, I. H. (2013). Suchasni tekhnolohiyi navchannya u vyshchij shkoli : modul'nyy posibnyk dlya slukhachiv avtors'kykh kursiv pidvyshchennya kvalifikatsiyi vykladachiv MIPK PUET [Modern technologies of training in high school]. Poltava, Ukraine : PUET, 309.

УДК 911.52:528.92

Оксана Бодня, к. геогр. н., доцент

e-mail: o.bodnia@physgeo.com

Олена Сінна, к. геогр. н., доцент

e-mail: o.sinna@physgeo.com

Іван Олійников, студент 1 року магістратури

e-mail: i.olijnykov@physgeo.com

Аліна Овчаренко, студент 1 року магістратури

e-mail: alina_06ov@ukr.net

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

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

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

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

Оксана Бодня, Елена Сенная, Олейников Иван, Овчаренко Алина

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

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

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

Oksana Bodnia, Olena Sinna, Ivan Oliinykov, Alina Ovcharenko

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Виклад основного матеріалу.

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

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

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

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

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

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

— метод опису фацій у ключових точках;

— маршрутне знімання з метою уточнення меж фацій;

— ландшафтне профілювання.

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

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

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

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

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

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

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

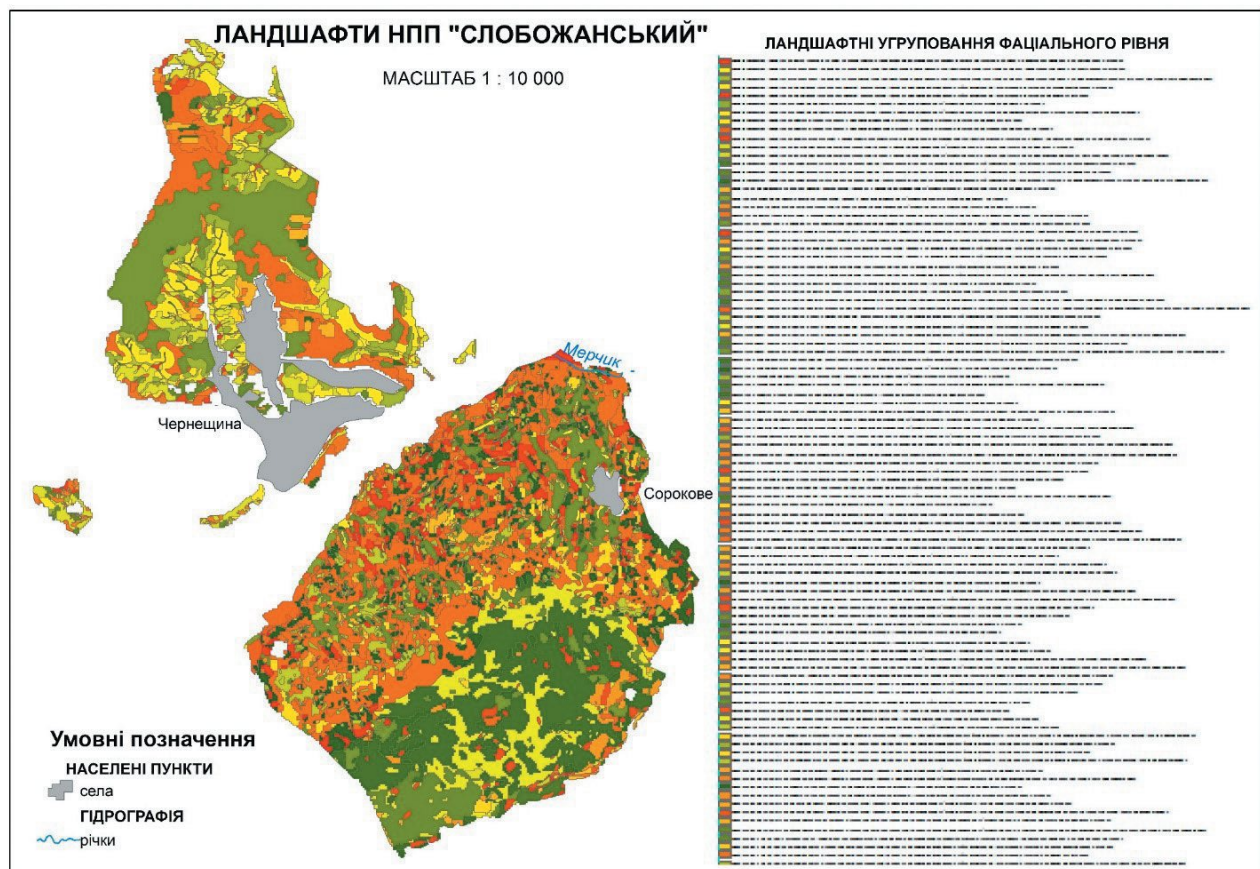


Рис. 1. Карта ландшафтів НПП «Слобожанський» на фаціальному рівні (масштаб зменшено)

- сосна зріла без підліску на зниженій поверхні першої надзаплавної тераси з чорноземами опідзоленими супіщаними на піщаних еолових відкладах
- сосна молода на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- вільшанники на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- березово-осикові болота в плоских тальвегах балок із опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
- вирубки, порослі листяним лісом на дрібногорбистих рівнинах першої надзаплавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- дуб звичайний на крутих схилах балок і ярів з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на пролювіальних та алювіально-делювіальних відкладах
- акація в сучасних ярях і проміянах з опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
- клен польовий на пологих схилах балок з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на делювіальних відкладах
- осика на крутих схилах балок і ярів із темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на делювіальних відкладах

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



Рис. 3. Ландшафтні місцевості НПП «Слобожанський»

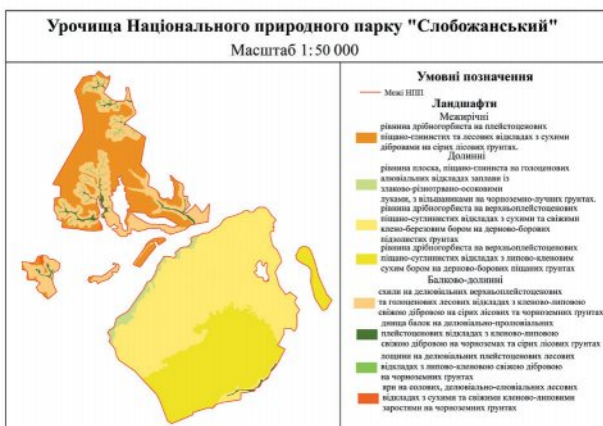


Рис. 4. Урочища НПП «Слобожанський»

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

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

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

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

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

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

Методика створення карти рівня фацій описана вище.

Укладання мультимасштабної карти відбувається у 3 етапи:

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

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

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

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

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

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

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

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

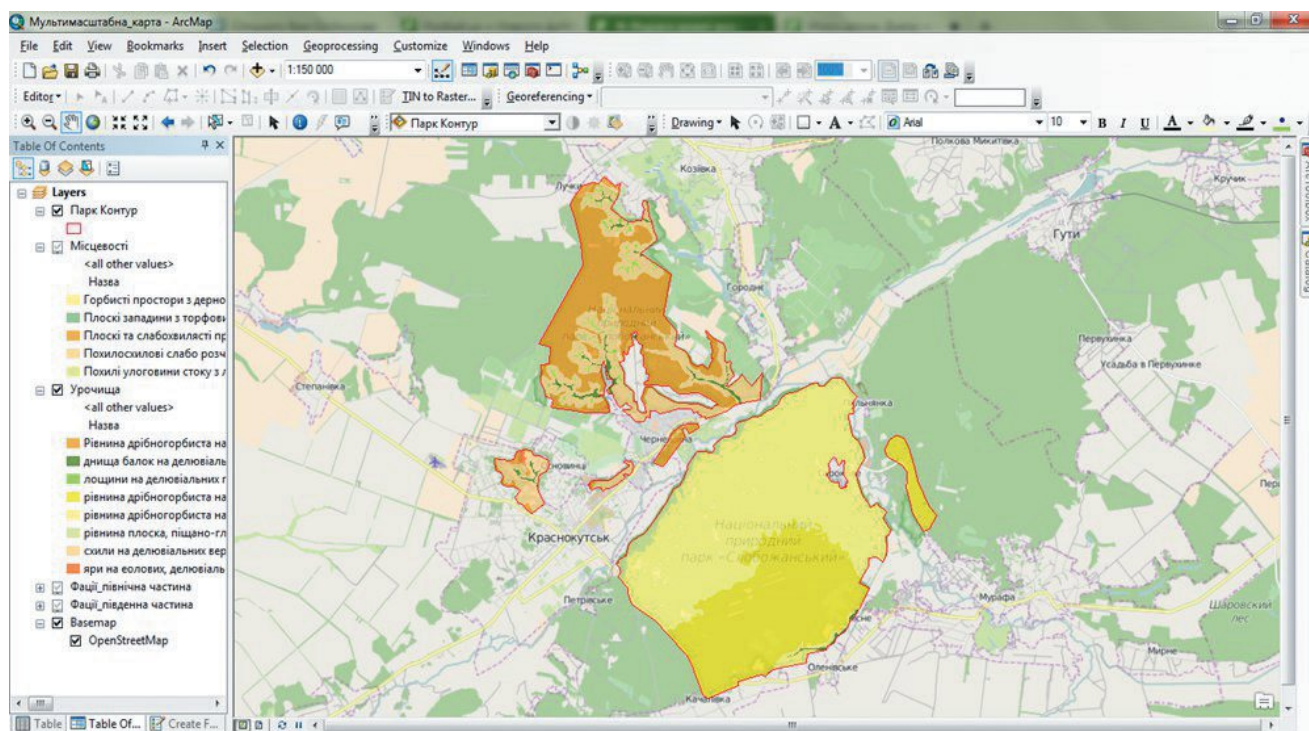


Рис. 5. Фрагмент мультимасштабної карти НПП «Слобожанський» (урочища у масштабі 1:150 000)

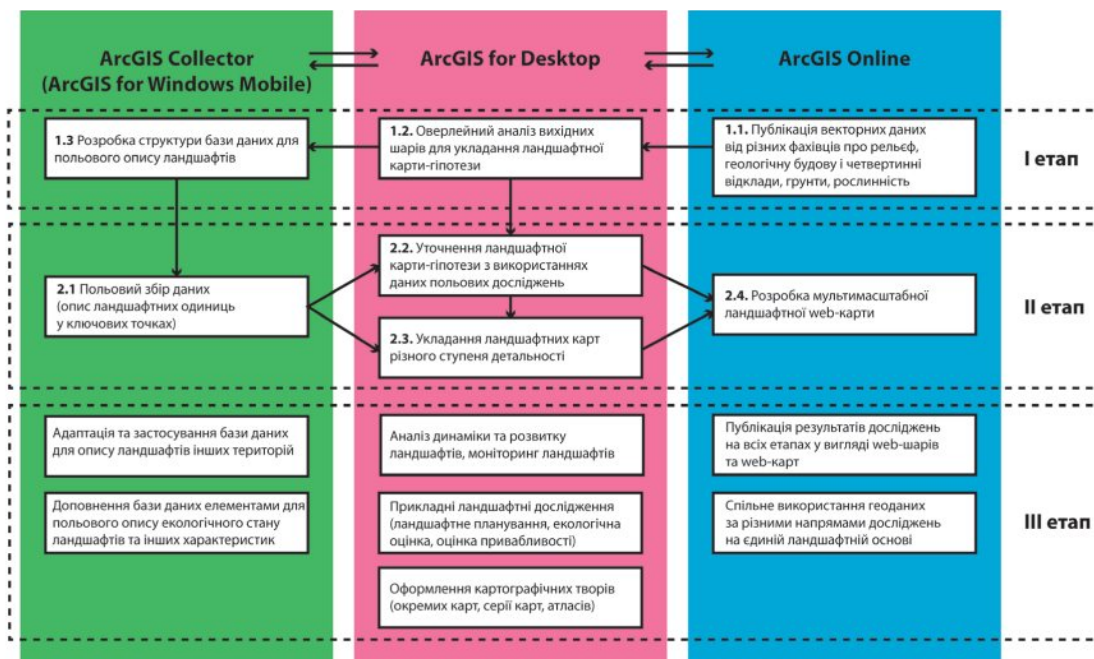


Рис. 6. Використання програмних продуктів ArcGIS на різних етапах ландшафтного дослідження

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

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

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

Список використаних джерел:

1. Природно-заповідна спадщина Харківської області / [Під заг. ред. В.А. Токарського]. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. – 216 с.
2. Сорокіна Л. Ю. Принципи побудови єдиної класифікації природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів України / Л. Ю. Сорокіна // Вісник Львівського університету. Серія Географічна. – 2013. – Вип. 46. – С. 339–347.
3. Tretyakov O. S. Features of interpretation of plant association of national natural park “Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data / O. S. Tretyakov, O. V. Bodnia, M. O. Balynska [and other] // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 73-79.
4. Самсонов Т. Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты / Т. Е. Самсонов. – Lambert Academic Publishing Saarbrucken, 2011. – 208 с.

References:

1. Tokars'kyu, V. A. ed. (2011). Pryrodno-zapovidna spadshchyna Kharkivs'koyi oblasti [Natural protected heritage of Kharkiv region]. V. N. Karazin Kharkiv National University. Kharkiv, Ukraine, 216.
2. Sorokina, L. Yu. (2013). Pryntsypy pobudovy yedynoyi klasyfikatsiyi pryrodnykh i antropohenno zminenykh landshaftnykh kompleksiv Ukrayiny [Principles of unified classification of natural and anthropogenically modified landscapes in Ukraine]. Visnyk of the Lviv University. Series Geography. Lviv, 46, 339–347.
3. Tretyakov, O. S., Bodnia, O. V., Balynska, M. O. etc. (2015). Features of interpretation of plant association of national natural park «Slobozhanskiy» using Landsat 8 satellite data. Problems of continuous geographic education and Cartography: Collection of scientific works. V. N. Karazin Kharkiv National University. Kharkiv, 21, 73-79.
4. Samsonov, T. E. (2011). Mul'timasshtabnoe kartografirovanie rel'efa: obshhegeograficheskie i gipsometricheskie karty [A multiscale mapping of relief: general geographic and hypsometric maps]. Lambert Academic Publishing Saarbrucken, 208.

УДК 528.856

Михаил Грищенко, к. геогр. н., научный сотрудник^{1, 2}

e-mail: m.gri@geogr.msu.ru

Ангелина Гнеденко, магистрантка 1 года обучения¹

e-mail: gnedenko.a.e@mail.ru

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет² Государственный природный заповедник «Курильский»

ДЕШИФРИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА КУНАШИР ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ ОЧЕНЬ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Космические снимки очень высокого и сверхвысокого пространственного разрешения достаточно давно используются в различных географических исследованиях. В нашей работе проведено дешифрирование изменения положения береговой линии по разновременным снимкам с учетом влияния приливно-отливных колебаний. Использованы снимки со спутников серии KeyHole и со спутника WorldView-2. Влияние приливов на отображение положения береговой линии на снимках устранялось посредством введения поправки на отклонение уровня воды от среднего многолетнего. В результате была составлена карта, на которой выделены активно изменяющиеся участки берега. Выявлено, что на изучаемой территории прирост берега составляет около 5 м в год.

Ключевые слова: географическое дешифрирование, космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения, береговая линия, Кунашир, Южные Курилы.

Михайло Грищенко, Ангеліна Гнеденко

ДЕШИФРУВАННЯ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ ЗМІНИ ПОЛОЖЕННЯ БЕРЕГОВОЇ ЛІНІЇ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ОСТРОВА КУНАШИР ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ ДУЖЕ ВИСОКОЇ ТА НАДВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Космічні знімки дуже високої та надвисокої роздільної здатності досить давно використовуються у різноманітних географічних дослідженнях. В нашій роботі проведено дешифрування зміни положення берегової лінії за різночасовими знімками з урахуванням впливу приливно-відливних коливань. Використані знімки з супутників серії KeyHole та супутника WorldView-2. Вплив приливів на відображення положення берегової лінії на знімках усувався за допомогою введення поправки на відхилення рівня води від середнього багаторічного. В результаті було складено карту, на якій виділено ділянки берега, що активно змінюються. Виявлено, що на досліджуваній території приріст берега становить близько 5 м на рік.

Ключові слова: географічне дешифрування, космічні знімки надвисокої просторової роздільної здатності, берегова лінія, Кунашир, Південні Курили.

Mikhail Grishchenko, Angelina Gnedenko

REVEALING AND MAPPING THE SOUTHERN PART OF THE KUNASHIR ISLAND COASTLINE CHANGES USING SPACE IMAGES OF VERY HIGH SPATIAL RESOLUTION

In the paper the authors carry out the changes of the coastline position by interpretation of the multi-temporal images taking into account the influence of tidal fluctuations. Images from satellites KeyHole and satellite WorldView-2 were used. Keyhole images were acquired from 1964 to 1975; WorldView-2 image was acquired in 2013. Thus, the study period was 48 years. Georeferencing for KeyHole images was made using WorldView-2 image. The impact of tides on the displaying position of the coastline on the satellite images was eliminated by the introduction of a correction for the deviation of the water level from the long-term average one. The result is a map that represents the areas of the coast that are actively changing. Veslovsky peninsula changes are stable, a constant coast increase in its southern part can clearly be seen. Increases for the year can vary in different parts of the coast, gain values are from 3 to 8 m. Cape Paltusov has a complex shape, it represents three alternating sand bars that have a common base and southwest-northeast direction. Increase of the youngest bar began in between 1968 and 1975. During the period from 1960 to 2013, the increase of the shoreline of the study area was about 350 m. It has been revealed that the study area is increasing for about 5 meters per year.

Keywords: geographical images interpretation, space images of the very high spatial resolution, coastline, Kunashir island, Southern Kurils.

Вступлення. Формирование береговой линии является сложным и разнообразным процессом. Его развитие определяют такие

факторы, как: характер течений, преобладающих ветров, наличие источников материала для намыва, характер антропогенной

деятельности. Для изучения изменчивости береговой линии используются как полевые данные, так и полученные путём дистанционного зондирования — т. е. аэро- и космические (аэрокосмические) снимки. Применение дистанционных данных особенно удобно тем, что процессы формирования берегов зачастую охватывают довольно большие по площади территории, которые могут быть запечатлены на одном снимке; кроме того, береговая линия является объектом, хорошо распознающимся практически на любых снимках.

Исходные предпосылки. Южная часть острова Кунашир (Южные Курильские острова) выбрана для изучения изменения положения береговой линии в связи с расположением на этой территории двух крупных аккумулятивных форм — мыса Палтусов (в западной части исследуемой территории) и полуострова Весловский (в восточной части исследуемой территории); последний является крупнейшей аккумулятивной формой на Курильских островах. Формирование этих объектов началось около 2000 лет назад и продолжается в настоящее время; оно связано с переотложением материалов обрывистых береговых уступов, расположенных севернее. Так, при постепенном размыве Головинского клифа, расположенного к северу от полуострова Весловский и сложенного преимущественно рыхлыми песчаными породами, в воды Тихого океана поступает большое количество материала, впоследствии аккумулирующегося в южной части полуострова.

Изучение изменения береговой линии часто производится с использованием снимков высокого (десятки метров) пространственного разрешения. Это объясняется не только тем, что они имеют больший пространственный охват и по большей части находятся в открытом доступе, но и большим временным охватом фонда этих снимков. Однако в некоторых случаях их детальности оказывается недостаточно. Использование снимков очень высокого (метры) и сверхвысокого (десятки сантиметров) пространственного разрешения в нашей работе обусловлено высокими темпами изменения положения берега и необходимостью установить значения прироста аккумулятивных форм. Спутниковые снимки сверхвысокого пространственного разрешения стали открыты для широкого круга пользователей относительно недавно, ранее они использовались практически исключительно

в военной отрасли. Впоследствии некоторые из архивов были рассекречены в рамках программ конверсии и стали доступны в качестве материалов для научных исследований [1]. К ним относятся снимки со спутников серии KeyHole, которые и стали основным материалом для дешифрирования береговой линии в настоящей работе.

Предварительно проведено сравнение аэроснимков 1960-х гг. на территорию полуострова Весловского с современными космическими снимками. Выявлено, что прирост этой формы составляет около нескольких метров в год.

Цель исследования — выявить изменчивость береговой линии южной части острова Кунашир и представить результат исследования в картографической форме, а также установить значение прироста береговой линии за весь исследуемый период и за отдельный год.

Изложение основного материала.

Материалы и методы. Для выявления изменчивости береговой линии в настоящей работе использованы снимки, полученные спутниками серии KeyHole и WorldView-2. Снимок со спутника WorldView-2 зарегистрирован 30.06.2013 г., пространственное разрешение в панхроматическом канале составляет 0,46 м, в спектрозональных — 1,84 м [2]. Снимки со спутников серии KeyHole получены 20.12.1964 г., 30.04.1965 г., 20.12.1968 г. и 25.12.1975 г., пространственное разрешение составляет около 1–2 метров [1], снимки фотографические, получены из архивов службы United States Geological Survey.

В нашей работе применено визуальное дешифрирование береговой линии с отрисовкой контура берега вручную, поскольку оно лучше всего подходит для снимков представленного пространственного разрешения. Изображение на таких снимках весьма детальное, что приводит к возникновению большого количества неверно классифицированных пикселей при автоматизированной обработке. В результате на корректировку получившегося изображения может уйти гораздо больше времени, чем на визуальное дешифрирование. Ограничения на применение автоматизированного дешифрирования накладывает и использование фотографических снимков (KeyHole). Особенностью всех фотографических материалов является их зернистость, которая возникает из-за использования фотоэмульсии.

При подготовке снимков к работе проведено их приведение к общей системе координат и проекции. Системой координат используемого снимка со спутника WorldView-2 является WGS-84, система координат снимков со спутников серии KeyHole неизвестна. Была осуществлена привязка снимков со спутников серии KeyHole к снимку со спутника WorldView-2. Стандартный кадр снимка со спутника KeyHole имеет вытянутую форму, по длине он намного больше, чем по ширине. Плёнка помещалась на барабан и проворачивалась по мере прохождения спутника над снимаемой территорией [1]. В результате искажения в разных частях кадра сильно различаются. Поэтому для этих снимков применены полиномиальные преобразования.

Временной интервал снимков составляет 48 лет, что позволяет проследить изменчивость береговой линии за этот период, а наличие снимков с интервалом в один год позволяет оценить её средние значения за год. Однако на положение береговой линии оказывает влияние приливо-отливная деятельность, так как в зависимости от высоты прилива положение береговой линии на снимке может изменяться в пределах нескольких метров, что может исказить результат дешифрирования береговой линии. В целом уровень прилива для данной территории колеблется в пределах одного метра [3].

Для того чтобы определить уровень моря на каждом снимке, необходимо знать время съёмки для каждого из них; такая информация для снимков со спутников серии KeyHole отсутствует. Определить время съёмки с точностью 2–3 ч. позволяет положение и форма теней объектов на снимках — они довольно короткие и направлены на север, что позволяет сделать вывод, что снимки сделаны в околополуденное время.

Информация о приливах практически за весь интересующий нас промежуток времени находится в открытом доступе [4]. По данным об уровне прилива можно определить, какие снимки были сделаны во время положения моря на среднем уровне и насколько сильно может быть изменено отображение положения береговой линии на других снимках.

Результаты и их анализ. Итогом работы является карта изменения положения береговой линии южной части острова Кунашир (рис. 1).

На представленной карте заметно, что наибольшие изменения происходят на южной оконечности полуострова Весловский (мыс Весло), а также на мысе Палтусов. Характер изменения этих аккумулятивных форм отличается друг от друга, хотя выделяется направление их продвижения вглубь пролива Измены.

Изменения полуострова Весловский носят стабильный характер, четко прослеживается постоянный прирост берега в его южной части. Прирост за год может варьировать на различных участках берега, разброс значений достигает от 3 до 8 м. В среднем в год он составляет 5 м. Всего за период с 1960 г. по 2013 г. прирост береговой линии составил около 350 м. Стоит отметить, что, несмотря на быстрое изменение, форма оконечности полуострова в целом сохраняется. Особенно это заметно по характерной «сплюснутой с юга» форме мыса Весло и его небольшому изгибу на юго-запад. Наибольшим изменениям подверглись самая южная часть Весловского, а также прилегающая к нему часть юго-восточного побережья.

Такое постоянство в приросте берега, а также в сохранении очертаний, может объясняться постоянством направления течения на данном участке [5]. Помимо течения на формирование полуострова оказывает влияние и морское волнение. Волны могут способствовать перемещению пород, слагающих полуостров Весловский [6]. Мыс Весло сложен самыми молодыми песчаными отложениями, которые легко приводятся в движение прибоем [5]. С учетом сильного зимнего прибоя и западной и юго-западной направленностью ветра [3] можно предположить, что волнение моря также участвует в формировании полуострова, хотя и не в такой большой степени, как прибрежное течение.

В северной части полуострова Весловский сохранились следы ранних этапов образования этой аккумулятивной формы. Они выражены в виде чередующихся вытянутых валов и впадин, заполненных водой. Заметна разница между ландшафтом, характерным для южной части Кунашира, и территории, прилегающей к Весловскому.

Другой участок берега, подвергшийся значительным изменениям за исследуемый период — мыс Палтусов. На карте видно, что изменения за разные годы значительно отличаются друг от друга. Мыс имеет сложную форму, он представляет собой три чередующихся песчаные косы, имеющих общее основание

Изменение береговой линии в южной части острова Кунашир

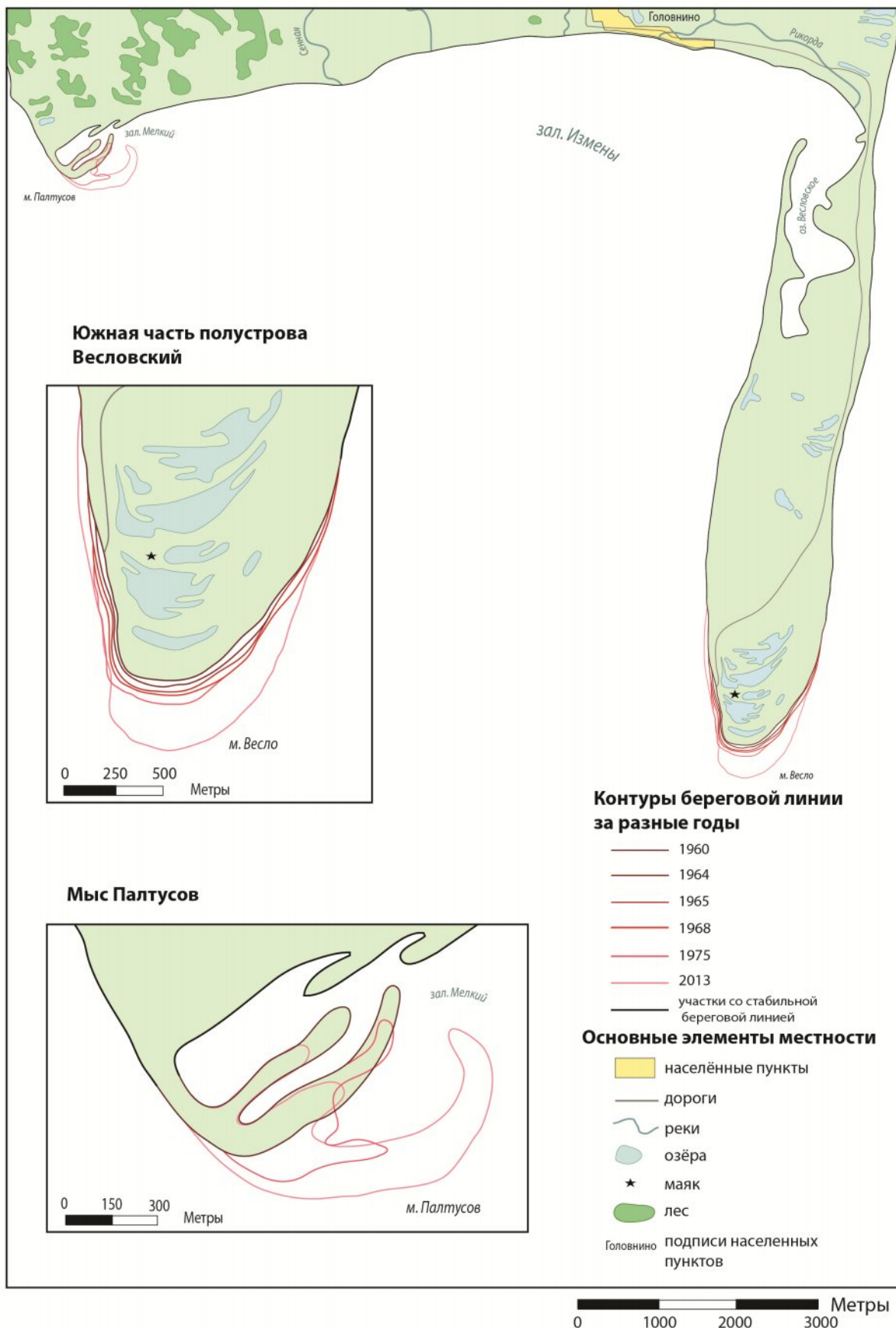


Рис. 1. Изменения береговой линии южной части острова Кунашир за период 1960-2013 гг.

и направленность юго-запад — северо-восток. Можно заметить, что прирост третьей косы начался в период между 1968 г. и 1975 г., поскольку в 1968 г. она не обнаружена. На снимке 1975 г. заметно, что на оконечности мыса развивается аккумулятивная форма, но по размеру она не превышает две предыдущих. В 2013 г. она существенно больше в размере, имеет выраженную закругленную форму, загибается в сторону побережья.

Выводы.

1. Наиболее активно изменяющимися аккумулятивными формами в южной части острова Кунашир являются мыс Палтусов и полуостров Весловский. В наибольшей степени прирост берега направлен вглубь пролива Измены, при этом особенно сильно это происходит в южной части полуострова Весловский (мыс Весло). Значения прироста берега в год здесь составляют порядка 5 м, а за период в 53 года он составляет 350 м.

2. Форма и направленность развития аккумулятивных форм может служить источником информации о характере наиболее стабильных прибрежных течений, поскольку именно они служат переносчиками аккумулялирующихся материалов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность за предоставленные материалы сотрудникам Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск): заведующему лабораторией вулканологии и вулканопасности А. В. Рыбину и заведующему лабораторией цунами Г. В. Шевченко; за ценные советы при обсуждении работы — доценту кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова А. И. Прасоловой.

Рецензент: кандидат географических наук, доцент, А.И. Прасолова

Список литературы:

1. Time mislead [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://timemislead.com/kosmonavtika/> (дата звернения: 17.11.2015) – Назва з екрану.
2. Спутники QuickBird, WorldView-1, WorldView-2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.WorldView.ru> (дата звернения: 25.11.2015) – Назва з екрану.
3. Лоция Охотского моря. Книга №1406. Вып. 1. Южная часть моря. – М.: ГУНиО МО, 1984. – 57 с.
4. Кунаширский портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://esimo.oceanography.ru> (дата звернения: 19.12.2015) – Назва з екрана.
5. Зенкович, В. П. Морской берег / В. П. Зенкович. – М. : Гостехиздат, 1952. – 74 с.
6. Tiepolt L., Schumacher W. Historische bis rezente Küstenveränderungen Raum Fischland-Darß-Zingst-Hiddensee anhand von Karten, Luft- und Satellitenbildern // Die Küste, 1999. – No. 61. – S. 29-54.

References:

1. Time mislead. Available at: <http://timemislead.com/kosmonavtika>.
2. Sputniki QuickBird, WorldView-1, WorldView-2 [Satellites QuickBird, WorldView-1, WorldView-2]. Available at: <http://www.WorldView.ru>
3. Locija Ohotskogo morja. Kniga #1406. Vyp. 1. Juzhnaja chast' morja [Lotsia of the Okhotsk Sea. Book №1406. Vol. 1. The southern part of the sea] (1984). Moscow, Russia : GUNiO MO, 57.
4. Kunashir web portal. Available at: <http://esimo.oceanography.ru>
5. Zenkovich, V. P. (1952). Morskoj bereg [Sea coast]. Moscow, Russia : Gostehizdat, 74.
6. Tiepolt, L., Schumacher, W. (1999). Historische bis rezente Küstenveränderungen Raum Fischland-Darß-Zingst-Hiddensee anhand von Karten, Luft- und Satellitenbildern [Historical and recent coastal changes of Fischland-Darß-Zingst-Hiddensee space using maps, aerial and satellite images]. The Coast, 61, 29-54.

УДК 528.873.041.3, 551.584.2

Михаил Грищенко, к. геогр. н., научный сотрудник

e-mail: m.gri@geogr.msu.ru

Павел Константинов, к. геогр. н., ст. преподаватель

e-mail: kostadini@mail.ru

МГУ им. М. В. Ломоносова, географический факультет

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ОСТРОВА ТЕПЛА МОСКВЫ ПО ТЕПЛОВЫМ КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С РЕСУРСНЫХ СПУТНИКОВ

Городской остров тепла — явление, оказывающее существенное влияние на жизнь в современных городах. В настоящей работе представлен анализ сезонной изменчивости острова тепла Москвы по данным инструментальных наблюдений на метеостанциях (проанализированы данные метеостанций МГУ, Балчуг, ВДНХ, а также ряда метеостанций в Московской и соседних областях) и по космическим снимкам в тепловом инфракрасном диапазоне (использованы снимки съёмочной системы TIRS, спутник Landsat 8). В ходе работы установлены климатические причины усиления острова тепла Москвы; выявлены максимальные значения острова тепла, его внутренняя структура и её пространственно-временная изменчивость; оценена применимость снимков системы TIRS для изучения городского острова тепла Москвы.

Ключевые слова: городской остров тепла, тепловые космические снимки, Москва, Landsat.

Михайло Грищенко, Павло Константинов

ДЕШИФРУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОСТРОВУ ТЕПЛА МОСКВИ ЗА ТЕПЛОВИМИ КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ З РЕСУРСНИХ СУПУТНИКІВ

Міський острів тепла – явище, що має істотний вплив на життя в сучасних містах. В даній роботі представлено аналіз сезонної мінливості острова тепла Москви за даними інструментальних спостережень на метеостанціях (проаналізовані дані метеостанцій МДУ, Балчуг, ВДНГ, а також з інших метеостанцій в Московській та сусідніх областях), а також за космічними знімками в тепловому інфрачервоному діапазоні (використано знімки знімальної апаратури TIRS, супутник Landsat 8). В ході роботи встановлено кліматичні причини посилення острова тепла Москви; виявлено максимальні значення острова тепла, його внутрішня структура і її просторово-часова мінливість; оцінено можливість застосування знімків системи TIRS для вивчення міського острова тепла Москви.

Ключові слова: міський острів тепла, теплові космічні знімки, Москва, Landsat.

Mikhail Grishchenko, Pavel Konstantinov

REVEALING MOSCOW SURFACE URBAN HEAT ISLAND USING THERMAL INFRARED IMAGES ACQUIRED BY RESOURCE SATELLITES

In this paper we present the analysis of the seasonal variability of the Moscow urban heat island according to instrumental observations at meteorological stations (data of meteorological stations MSU, Balchug, VDNH, and a number of stations in Moscow oblast and its neighborhoods were analyzed) and thermal infrared satellite images (images acquired by TIRS system, satellite Landsat 8 were used). The digital number values of the thermal images are translated into values of land surface temperature. A comparison of the land surface temperature values obtained by thermal satellite images and the values of the atmospheric air temperature and the surface measured according to standard procedures at meteorological stations has been made. The authors revealed the climatic reasons that strengthen Moscow urban heat island: this is due primarily to the positive anomalies of atmospheric pressure, and anomalies of the thermal regime have no effect on the intensity of the phenomenon. Maximum Moscow urban heat island magnitude (slightly more than 3°C for the air temperature and about 15°C for surface temperature), its internal structure and its spatial and temporal variability were estimated - during the analyzed period, the maximum surface urban heat island identified on thermal satellite images was observed in winter, and the maximum urban heat island – in summer. The applicability of the TIRS images for the Moscow urban heat island study was also examined.

Keywords: urban heat island, thermal infrared satellite images, Moscow, Landsat.

Вступлення. Остров тепла — явление, заключающееся в повышении температуры атмосферного воздуха и земной поверхности в пределах города по сравнению с его окрестностями. Различают остров тепла, связанный с повышением температуры воздуха (собственно остров тепла) и остров тепла, связанный с повышением температуры земной поверхности (поверхностный остров тепла). Для изучения собственно острова тепла применяются метеорологические модели, организуются сети

полевых наблюдений. Космические снимки позволяют выявлять и исследовать такое явление, как поверхностный тепловой остров города (surface urban heat island). С февраля 2011 года начал съёмку новый космический аппарат Landsat-8, на котором установлена аппаратура TIRS, ведущая съёмку в двух участках теплового инфракрасного диапазона с пространственным разрешением 100 м. Пространственное разрешение 100 метров позволяет дешифровать внутреннюю структуру поверхностного

теплового острова города с точностью до городских кварталов. Используя разновременные тепловые снимки, мы можем получить информацию о пространственно-временной динамике поверхностного острова тепла города. С помощью наземных метеорологических наблюдений можно фиксировать интенсивность и внутреннюю структуру собственно острова тепла. Сопоставление метеорологических данных и космических снимков позволяет получить детальные данные об острове тепла Москвы.

Исходные предпосылки. В мировой практике применение снимков в тепловом инфракрасном диапазоне для изучения поверхностного острова тепла развито достаточно широко. В большинстве таких исследований не выделяют проблему поверхностного острова тепла (surface urban heat island), а говорят об острове тепла в целом (urban heat island).

Значительную часть научных работ по теме исследования городского острова тепла занимают различные варианты моделирования тепловых характеристик поверхности и извлечения параметров теплового излучения. Одна из наиболее часто поднимаемых проблем — получение по тепловым снимкам значений температуры земной поверхности — land surface temperatures (LST) [12–15]. Однако решить её не так просто — связь между температурой объектов земной поверхности и яркостью на тепловых снимках далека от прямой [1, 11].

Множество работ посвящены разработке методов исследования пространственно-временной динамики городского острова тепла [2], как сезонной, так и суточной [5–7, 14]. Используются данные таких сенсоров, как AVHRR, MODIS, TM, ETM+, а также авиационных и наземных аппаратов. Изучение суточной динамики позволяет достаточно полно оценить тепловые характеристики различных городских объектов, изменение амплитуды температуры в пределах города в течение суток, выявить объекты, формирующие тепловые аномалии в разное время суток, определить время суток, лучше всего подходящее для проведения тепловой съёмки для тех или иных целей [5]. Изучение сезонной динамики позволяет выявить особенности изменения структуры городского острова тепла, особенности динамики локальных тепловых аномалий, тепловых характеристик

антропогенных и природных объектов в течение всего года [14].

Имеют место и комплексные исследования, в которых сочетаются построение изображений LST, изучение сезонной и суточной динамики в городах с различными климатическими условиями, статистический анализ, изучение связи между изображениями LST, NDVI и картами land cover/land use, изучение тепловых потоков [7]. В таких работах используются как снимки низкого пространственного разрешения и большого охвата, так и снимки со спутников серии Landsat. Исследования такого типа дают многостороннюю оценку городского острова тепла и вносят существенный вклад в исследования климата города и воздействия урбанизации на окружающую среду.

Цель исследования — изучить пространственно-временную динамику внутренней структуры поверхностного теплового острова Москвы по космическим снимкам в тепловом инфракрасном диапазоне.

Изложение основного материала

Материалы и методы. Поверхностный остров тепла Москвы проанализирован на основе тепловых космических снимков системы TIRS, установленной на спутнике Landsat 8. Пространственное разрешение таких снимков составляет 100 метров, они регистрируются в двух спектральных диапазонах: 10,3–11,3 мкм (10 канал) и 11,5–12,5 мкм (11 канал), съёмочная система проводит съёмку территории Москвы примерно в 11:30 по Московскому времени. Такие снимки впервые использованы как источники информации о поверхностном острове тепла Москвы. Использовано 10 разносезонных тепловых космических снимков 2014–2015 годов.

Исходные значения яркостей тепловых снимков пересчитаны в значения температуры земной поверхности. Использована методика, приведённая, к примеру, здесь [9]. Эта методика впервые использована для изучения острова тепла Москвы.

На первом этапе проведена радиометрическая коррекция снимков, т.е. получены значения спектральной плотности излучения в Вт/м²:

$$CV_{R1} = \left(\frac{(R_{max} - R_{min})}{(Qcal_{max} - Qcal_{min})} \right) * (DN - Qcal_{min}) + R_{min} \quad (1)$$

где: CV_{R1} — спектральная плотность излучения без учёта влияния атмосферы; R_{max} —

максимальное значение интенсивности теплового излучения; R_{min} – минимальное значение интенсивности теплового излучения; $Qcal_{max}$ – максимальное значение яркости пикселей снимка; $Qcal_{min}$ – минимальное значение яркости пикселей снимка; DN – исходное значение яркости пикселя.

Далее проведена атмосферная коррекция снимков, т.е. получены значения той же физической величины, что и в уравнении (1), но с учётом влияния атмосферы:

$$CV_{R2} = \left(\frac{(CV_{R1} - L\uparrow)}{\tau\varepsilon} \right) - \left(\frac{(I - \varepsilon)}{\varepsilon} \right) * L\downarrow \quad (2)$$

где: CV_{R2} – спектральная плотность излучения с учётом влияния атмосферы; CV_{R1} – спектральная плотность излучения без учёта влияния атмосферы; $L\uparrow$ – спектральная плотность энергетической яркости восходящего излучения атмосферы в направлении сенсора; $L\downarrow$ – спектральная плотность энергетической яркости нисходящего излучения атмосферы в направлении земной поверхности; τ – зональный коэффициент пропускания атмосферы; ε – излучательная способность объектов земной поверхности.

Коэффициенты $L\uparrow$, $L\downarrow$, τ получены с помощью калькулятора параметров атмосферной коррекции [4]. Для получения значений излучательной способности проведена контролируемая классификация многозонального космического снимка системы OLI (спутник Landsat 8), составленного из снимков, зарегистрированных в ближнем инфракрасном, красном и зелёном диапазонах. Полученные типы поверхности и соответствующие им значения излучательной способности приведены в табл. 1. Значения излучательной способности известны из справочников.

После проведения процедуры атмосферной коррекции полученные значения спектральной плотности излучения переведены в значения температуры:

$$T_K = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{CV_{R2} + 1}\right)} \quad (3)$$

где: T_K – значения температуры земной поверхности в Кельвинах; CV_{R2} – значения спектральной плотности излучения с учётом влияния атмосферы; K_1 и K_2 – калибровочные константы.

Таблица 1.
Значения излучательной способности для учтённых в работе типов поверхности

Типы поверхности	ε
лесная и парковая растительность	0,99
луговая и разреженная древесная растительность	0,989
участки открытого грунта	0,92
водные объекты	0,93
техногенные объекты	0,94

После проведения этих расчётов значения температуры земной поверхности, полученные для каналов 10 и 11, были усреднены. Значения температуры земной поверхности переведены в градусы Цельсия:

$$T_C = T_K - 273,15 \quad (4)$$

где: T_C – значения температуры земной поверхности в градусах Цельсия; T_K – значения температуры земной поверхности в Кельвинах.

Анализ изменчивости городского острова тепла по климатическим параметрам произведен по методике, опробованной в [8]. Согласно ей, интенсивность городского острова тепла Москвы считается как разность значений температуры между городской метеостанцией (Балчуг) и средним из 8 фоновых метеостанций (Наро-Фоминск, Ново-Иерусалим, Клин, Александров, Павловский Посад, Коломна, Серпухов, Малоярославец). Данная методика является наиболее надёжной для Московского региона, освещенного плотной сетью метеорологических станций.

Результаты и их анализ. Рассматривая характеристики городского острова тепла Москвы в 2014 году, стоит вспомнить, какова была его месячная изменчивость в 2000-2012 гг. (рис. 1).

Сравнивая с ним интенсивность острова тепла Москвы в 2014 году (рис. 2), мы можем видеть, что в общих чертах ситуация схожа с климатической (максимум в летние месяцы – июль-август, относительно низкие значения в октябре), но имеются и различия. Так, относительно высокие значения интенсивности

городского острова тепла наблюдаются в январе и ноябре – в отличие от средних климатических значений. Попробуем разобраться, в чем причина, проанализировав годовой ход температуры и влажности на станции МГУ, как наиболее репрезентативной в Московском регионе.

В первой половине года самым ярким событием явилась заметная положительная аномалия февраля-марта – месяцы оказались теплее нормы на 5,7 и 5,2 градуса соответственно – в феврале –2,1 градуса против климатических –7,8. В следующем месяце природа одарила москвичей исключительно теплым мартом –

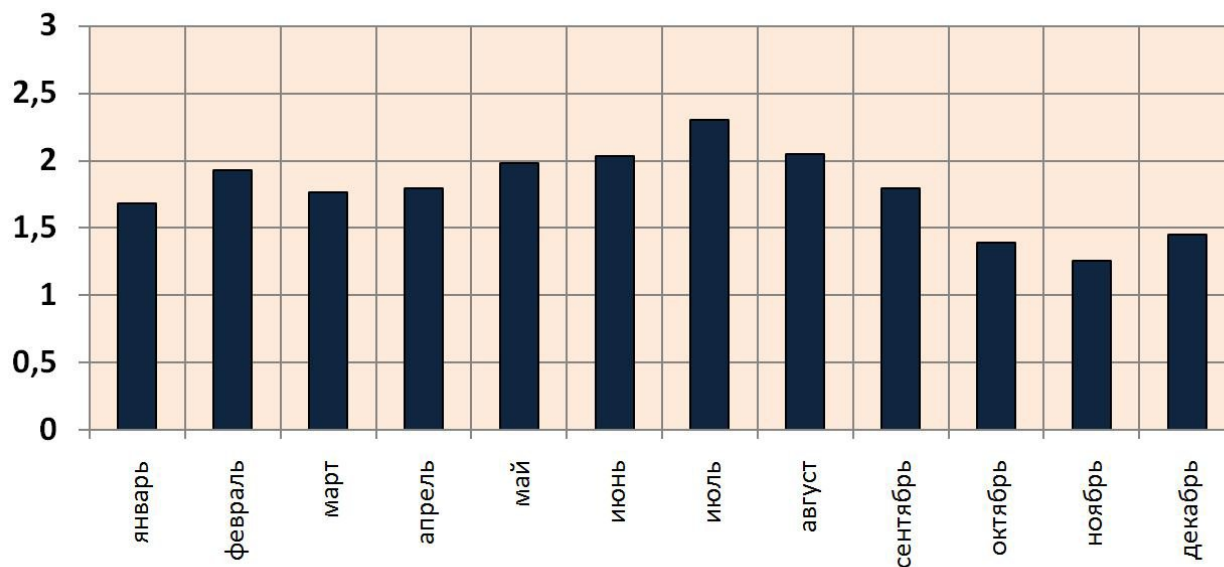


Рис. 1. Годовой ход городского острова тепла Москвы в 2000-2012 гг.

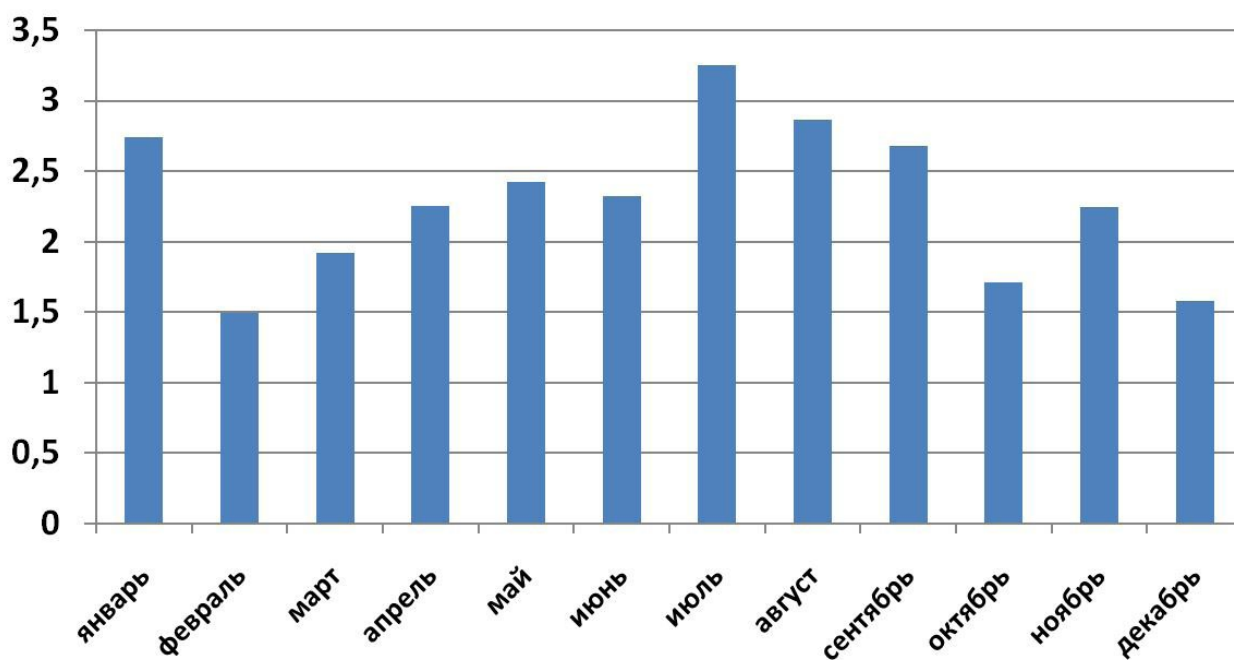


Рис. 2. Годовой ход городского острова тепла Москвы в 2014 году

в третьей декаде месяца температура поднималась до +20 градусов. Апрель был также теплее нормы — на 1,6 градуса, да и май оказался жарким — аномалия со знаком «плюс» составила 3 градуса. И лишь июнь оказался холоднее обычного — отрицательная аномалия составила -0,6 градуса. Это наглядный пример того, как наложение аномалий разного знака приводит к их нивелированию на более крупных временных отрезках. Из летних месяцев наиболее теплым относительно нормы оказался июль (аномалия +3,1), да и все лето было умеренно жарким — выше +33,8 градусов столбики термометров не поднимались. Сентябрь также оказался довольно теплым относительно климатического уровня, а вот октябрь был на 1,1 градуса холоднее обычного. Финальный аккорд 2014 года — декабрь стал теплее обычного сразу на 4,3 градуса. В итоге, в среднем год не только оказался более теплым, чем обычно (положительная аномалия составила +2,05 °C — за счет исключительно теплых февраля, марта и декабря), но и стал самым теплым за последние пять лет. Однако, в интересующие нас месяцы (ноябрь-январь) видно, что особых отклонений от нормы не наблюдается.

Относительная влажность в 2014 году была заметно ниже климатических значений [3] — среднегодовое значение параметра на 7% меньше климатической нормы. Наиболее сухим месяцем с точки зрения относительного влагосодержания стал июль (39%), наиболее влажным — декабрь (85%). В месяцы с положительной аномалией значений городского острова тепла Москвы (январь и ноябрь) отмечается отрицательная аномалия значений относительной влажности, которая, однако, не достигает экстремальных значений.

Рассмотрим атмосферное давление. Обычно локальные минимумы давления приходятся на июль (самый влажный месяц в московском климате) и декабрь. Однако в 2014 году распределение давления сильно отличалось от климатического. Максимум был достигнут в ноябре (достигнуто экстремальное среднее значение для этого месяца 1005,3 гПа). Высоких отметок 995 гПа и выше достигали среднемесячные значения в январе, феврале, июле, сентябре, октябре и ноябре. Самое низкое значение было достигнуто в июне (который, напомним, стал относительно прохладным). Исключительная аномалия атмосферного давления в ноябре была вызвана

блокирующим антициклоном азорского происхождения.

Видно, что высокая корреляция значений интенсивности городского острова тепла Москвы достигается из метеорологических параметров именно с атмосферным давлением — это и понятно, согласно классической теории, именно в антициклональных условиях остров тепла достигает максимального развития [10].

Проведено сопоставление значений температуры земной поверхности, полученных по тепловым космическим снимкам, и значений температуры приземного слоя атмосферного воздуха и поверхности, измеренных по стандартным методикам на метеостанциях.

При изучении связи значений температуры, полученных по наземным и космическим данным, выявлено, что значения температуры, рассчитанные по тепловым космическим снимкам, находятся в интервале между значениями температуры воздуха и температуры земной поверхности, полученными по данным прямых измерений, причём в большинстве случаев данные космических снимков ближе к значениям температуры воздуха. Наименьшая разница между данными космических снимков и данными прямых измерений температуры воздуха составляет 0,9 °C и отмечена на метеостанции ВДНХ 26 мая 2015 г., правда, в этот день температура, рассчитанная по космическому снимку ниже, чем температура воздуха, что выбивается из общей закономерности. Наименьшая разница между данными космических снимков и температурой поверхности составляет 1,1 °C, она отмечена на метеостанции МГУ 16 марта 2015 г. В этот день отличия температуры воздуха от рассчитанной по космическому снимку также невелики — всего 1,7 °C. Следующие в порядке возрастания значение разницы измеренной и рассчитанной температуры земной поверхности составляет 2,3 °C, затем 3,9 °C, затем 7,6 °C. Практически во все анализируемые даты по данным прямых измерений поверхность теплее воздуха; исключением являются даты 16 мая 2015 г. и 31 января 2014 г. Рассчитанные по тепловым снимкам значения температуры, как правило, ниже температуры земной поверхности и выше температуры воздуха; исключения составляют даты: 31 января 2014 г., 21 сентября 2014 г., 23 марта 2015 г., 7 августа 2015 г. — во всех четырёх случаях рассчитанная по снимку температура — самая низкая из трёх.

Проведён анализ сезонной изменчивости поверхностного острова тепла Москвы, основанный на тепловых космических снимках съёмочной системы TIRS, установленной на спутнике Landsat 8. Выявлены следующие закономерности.

Для зимнего поверхностного острова тепла (например, 31 января 2014 г.) характерны отрицательные температуры практически для всех объектов. Исключения составляют только подверженные интенсивному тепловому загрязнению воды р. Москва, температура которых поднимается до 2 °С и выше. Наиболее низкие значения температуры характерны для пониженных участков, например, для долины р. Москвы выше Рублёво — ниже –25 °С. Выше –22 °С не поднимается температура на территории московских парков. Температура земной поверхности в пределах крупных жилых районов находится в пределах –18 ... –20 °С. Наконец, для центра города характерны значения температуры около –10 ... –15 °С. Общую интенсивность поверхностного острова тепла (разницу между максимальным значениям температуры земной поверхности в пределах города и минимальным значением температуры земной поверхности в пригороде) можно оценить в 15 °С. Интересно отметить, что центр поверхностного острова тепла слегка смещён на восток.

Весной (анализируемый снимок получен 21 апреля 2014 г.) наиболее тёплыми объектами являются промышленные зоны, участки открытых грунтов, а также крупные здания. Их температура достигает 30 °С и более за счёт интенсивного нагрева под действием прямого солнечного излучения. Жилые районы в целом не нагреваются выше 25 °С. Температура парков составляет около 20 °С, причём чем больше площадь лесного или паркового массива и чем дальше он расположен от центра Москвы, тем его температура ниже. Наиболее низкой температурой (ниже –15 °С) характеризуются водные объекты, такие как р. Москва и гидросистема канала имени Москвы. Общая интенсивность поверхностного острова тепла составляет 5–10 °С.

Летний поверхностный остров тепла проанализирован на примере снимка за 26 мая 2015 г., т.к. за два года летних безоблачных снимков системы TIRS на территорию Москвы в архиве USGS нет, а в конце мая в Москве устанавливается погода, обычная для московского лета. Впрочем, на анализируемом снимке

присутствуют облака в центральной части города. Так же, как и весной, наиболее тёплыми объектами являются промышленные зоны и крупные здания (в том числе, крупные торговые центры), однако температурный контраст между городскими объектами значительно увеличивается. Так, наиболее тёплые объекты прогреваются до 35–50 °С, в то время как температура лесных и парковых массивов, а также крупных водных объектов достигает всего лишь 15 °С. Для жилых районов обычно температура около 25 °С. Общая интенсивность поверхностного острова тепла составляет 10 °С.

Для осени (например, 21 сентября 2014 г.), так же как и для весны, характерна уменьшенная, по сравнению с летом и зимой, общая интенсивность поверхностного острова тепла. Так, на приведённом снимке она составляет около 5 °С. Температура наиболее тёплых городских объектов превышает 25 °С. Для жилых районов в целом характерна температура в районе 17–20 °С. Леса и парки — наиболее холодные объекты — их температура не превышает 17 °С. При этом водные объекты уже не относятся к наиболее холодным — их температура составляет 18–20 °С и более, т.к. они нагрелись за лето и ещё не потеряли накопленное тепло благодаря высокой теплоёмкости воды.

Выводы.

1. Изменчивость городского острова тепла Москвы в 2014 году в основном соответствует стандартному сезонному ходу, выявленному по данным 2000–2012 гг. Усиление эффекта острова тепла связано, прежде всего, с положительными аномалиями атмосферного давления, а аномалии термического режима практически не оказывают влияния на интенсивность рассматриваемого явления.

2. Значения температуры, рассчитанные по тепловым космическим снимкам, в большинстве случаев ниже данных прямых измерений температуры земной поверхности и выше данных прямых измерений температуры воздуха, причём данные тепловых космических снимков лучше согласуются с данными прямых измерений температуры воздуха, а не поверхности.

3. За 2014–15 гг. максимальный поверхностный остров тепла, выявленный по тепловым космическим снимкам, наблюдался зимой, и его максимальная интенсивность составила 15 °С. В переходные сезоны поверхностный остров тепла выражен слабее, чем зимой и летом. Наиболее тёплые городские объекты

в тёплое время года — промышленные зоны и крупные здания. Наиболее холодные городские объекты в тёплое время года — лесные и парковые массивы.

Рецензент: кандидат географических наук, доцент, Н.А. Алексеенко

Список литературы:

1. Горный В. И. Тепловая аэрокосмическая съёмка / В. И. Горный, Б. В. Шилин, Г. И. Ясинский. – М.: Недра, 1993. – 128 с.
2. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 206 с.
3. Справочник эколого-климатических характеристик Москвы (по наблюдениям метеорологической обсерватории МГУ). Том 1 / [под ред. А. А. Исаева]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. – 302 с.
4. Atmospheric Correction Parameter Calculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/> (дата звернення: 08.03.2016).
5. Chudnovsky A. Diurnal thermal behavior of selected urban objects using remote sensing measurements / A. Chudnovsky, E. Ben-Dor, H. Saaroni // *Energy and Buildings*. – 2004. – Vol. 36. – P. 1063-1074.
6. Dousset B. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover / B. Dousset, F. Gourmelon // *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*. – 2003. – Vol. 58. – P. 43-54.
7. Hung T. Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities / T. Hung, D. Uchihama, S. Ochi, Y. Yasuoka // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. – 2006. – Vol. 8. – P. 34-48.
8. Kukanova E. A. An urban heat islands climatology in Russia and linkages to the climate change / E. A. Kukanova, P. I. Konstantinov // *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly*. – 2014. – Vol. 16. – P. 10833.
9. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. Version 1.0. June 2015. – Sioux Falls, South Dakota : EROS, 2015. – 106 p.
10. Oke T. R. Boundary layer climates. Second edition. – 1987. – 435 p.
11. Poglio T. OSIRIS: a physically based simulation tool to improve training in thermal infrared remote sensing over urban areas at high spatial resolution / T. Poglio, S. Mathieu-Marni, T. Ranchin, E. Savaria, L. Wald // *Remote Sensing of Environment*. – 2006. – Vol. 104. – P. 238-246.
12. Sobrino J. A. Land surface temperature retrieval from Landsat-5/TM / J. A. Sobrino, J. C. Jimenez-Munoz, L. Paolini // *Remote Sensing of Environment*. – 2004. – Vol. 90. – P. 434-440.
13. Srivastava P. K. Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data / P. K. Srivastava, T. J. Majumdar, A. K. Bhattacharya // *Advances in Space Research*. – 2009. – Vol. 43. – P. 1563-1574.
14. Suga Y. Detection of surface temperature from Landsat-7/ETM+ / Y. Suga, H. Ogawa, K. Ohno, K. Yamada // *Advances in Space Research*. – 2003. – Vol. 32, №11. – P. 2235-2240.
15. Zhang J. A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band 6 / J. Zhang, Y. Wang, Y. Li // *Computers & Geosciences*. – 2006. – Vol. 32. – P. 1796-1805.

References:

1. Gornyj, V. I., Shilin, B. V., Jasinskij, G. I. (1993). *Teplovaja ajerokosmicheskaja s»jomka [Thermal aerospace survey]*. Moscow, Russia: Nedra, 128.
2. Knizhnikov, Ju. F., Kravcova V. I. (1991). *Ajerokosmicheskie issledovanija dinamiki geograficheskij javlenij [Aerospace research of the geographical features dynamics]*. Moscow, Russia : Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 206.
3. Isaev, A.A. (2003). *Spravochnik jekologo-klimaticheskij harakteristik Moskvy (po nabljudenijam meteorologicheskij observatorii MGU). Tom 1. [Reference book of Moscow-city ecological-climatic attributes (based on MSU meteorological observatory data)]*. Moscow, Russia : Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 302.
4. Atmospheric Correction Parameter Calculator. Available at: <http://atmcorr.gsfc.nasa.gov>
5. Chudnovsky, A., Ben-Dor, E., Saaroni, H. (2004). Diurnal thermal behavior of selected urban objects using remote sensing measurements. *Energy and Buildings*, 36, 1063-1074.
6. Dousset, B., Gourmelon, F. (2003). Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58, 43-54.
7. Hung, T., Uchihama, D., Ochi, S., Yasuoka, Y. (2006). Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 34-48.
8. Kukanova, E. A., Konstantinov, P. I. (2014). An urban heat islands climatology in Russia and linkages to the climate change. *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly*, 16, 10833.
9. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. Version 1.0. June 2015. (2015). Sioux Falls, South Dakota : EROS, 106.

10. Oke, T. R. (1988). Boundary layer climates. Second edition, 435
11. Pogli, T., Mathieu-Marni, S., Ranchin, T., Savaria, E., Wald, L. (2006). OSIRIS: a physically based simulation tool to improve training in thermal infrared remote sensing over urban areas at high spatial resolution. Remote Sensing of Environment, 104, 238-246.
12. Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from Landsat-5/TM. Remote Sensing of Environment, 90, 434-440.
13. Srivastava, P. K., Majumdar, T. J., Bhattacharya, A. K. (2009). Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data. Advances in Space Research, 43, 1563-1574.
14. Suga, Y., Ogawa, H., Ohno, K., Yamada, K. (2003). Detection of surface temperature from Landsat-7/ETM+. Advances in Space Research, 32, 11, 2235-2240.
15. Zhang, J., Wang, Y., Li, Y. (2006). A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band 6. Computers & Geosciences, 32, 1796-1805.

УДК 371.13

Інна Рожі, аспірант

e-mail: inna.aleynikova.93@mail.ru

Оксана Браславська, док. пед. н. професор

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ПРИ ПЛАНУВАННІ НАВЧАЛЬНИХ ТУРИСТСЬКО-КРАЄЗНАВЧИХ МАРШРУТІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТА УМАНЬ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті розглянуто можливості розвитку географічної освіти та туристсько-краєзнавчої роботи в умовах застосування ГІС-технологій. Проаналізовано сучасний стан розвитку ГІС та туристсько-краєзнавчої роботи зі студентами-географами педагогічних ВНЗ. Описано застосування ГІС у туристсько-краєзнавчій роботі як ефективного засобу інвентаризації ресурсів та залучення ГІС для аналізу й моделювання наявних даних. Охарактеризовано програму Mapinfo, як геоінформаційну програму, за допомогою якої введенні дані відображаються в ілюстрованому вигляді.

Ключові слова: ГІС, туристсько-краєзнавча робота, маршрут, географічна освіта.

Инна Рожи, Оксана Браславская

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ УЧЕБНЫХ ТУРИСТИЧЕСКО-КРАЕВЕДЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА УМАНЬ ЧЕРКАССКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрены возможности развития географического образования и туристическо-краеведческой работы в условиях применения ГИС-технологий. Проанализировано современное состояние развития ГИС и туристическо-краеведческой работы со студентами-географами педагогических ВУЗов. Описано применение ГИС в туристическо-краеведческой работе, как эффективного средства инвентаризации ресурсов и привлечения ГИС для анализа и моделирования имеющихся данных. Охарактеризовано программу Mapinfo, как геоинформационную программу, с помощью которой введенные данные отображаются в иллюстрированном виде.

Ключевые слова: ГИС, туристическо-краеведческая работа, маршрут, географическое образование.

Inna Rozhi, Oksana Braslavska

GIS APPLICATION IN TOURIST AND LOCAL LORE ROUTES PLANNING ON THE EXAMPLE OF UMAN, CHERKASY REGION

The article discusses the possibility to develop geographical education and tourism and local lore work under condition of GIS technology application. The current state of GIS and tourism and local lore work with students-geographers of pedagogical universities has been analyzed. GIS application in tourism and local lore work as an effective means of inventory resources and involvement of GIS analysis and modeling of available data has been described. Mapinfo program, the GIS program, which shows data in an illustrated form, has been characterized. GIS technologies identifying priority areas that require upgrading of the content and methods of planning, preparation and implementation of educational tourism and naturalistic routes, have been described. When applying GIS in tourism and local lore work the following processes take place: different programs mapping; local lore tourist routes modeling; creation of data banks of various local lore objects according to the main directions of regional researches. It has been determined that GIS is practical work that provides a virtual area formation, a computer model for a strong knowledge system, positive motivation to training and learning.

Keywords: GIS, tourism and local history work, route, geographical education.

Вступ. Розвиток географічної освіти в сучасному суспільстві розширює можливості для формування особистості, адже саме вона

зкладає основи просторового мислення, сприяє формуванню пізнавальної активності та самостійності студентів. Із розвитком

геоінформаційних систем зростає роль автоматизованого пошуку взаємозв'язків між туристсько-краєзнавчими об'єктами різного характеру, оскільки всі компоненти географічного середовища взаємопов'язані та взаємозалежні. Цікавим фактом геоінформаційної системи є забезпечення окрім просторового аналізу ще й часовий. Тож в ГІС можливо не тільки відображення туристсько-краєзнавчих об'єктів на різній територіальній площині, а й відображення змін в часі.

Вихідні передумови. Необхідність застосування ГІС при плануванні туристсько-краєзнавчих маршрутів є особливою передумовою, адже завдяки можливостям ГІС на їхній основі інтенсивно розвивається тематичне картографування, можна співвіднести текстовий та ілюстративний матеріал з відповідними об'єктами. ГІС — це програмне забезпечення, що дозволяє зв'язати туристсько-краєзнавчу інформацію з описом інформаційних ресурсів.

Мета статті — показати використання геоінформаційних систем при плануванні навчальних туристсько-краєзнавчих маршрутів на прикладі міста Умань Черкаської області.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні географічна інформаційна система визначається як система, що забезпечує введення, маніпулювання й аналіз визначених географічних даних для допомоги в прийнятті рішень, реалізованих за допомогою автоматизованої системи знань про територіальний аспект взаємозв'язку природи і суспільства. Також ГІС забезпечують моделювання функції пошуку та введення інформації й призначені для роботи з просторовими чи географічними координатами. Застосування ГІС у туристсько-краєзнавчій роботі полягає у введенні та обробці даних, за допомогою яких відбувається моделювання краєзнавчих об'єктів при розробці відповідного маршруту. Учителю, який володіє методикою роботи з сучасними технологіями, здатний створити всі передумови для кращого сприйняття інформації з метою здобуття знань, умінь, зближення класного колективу, формування пізнавальної самостійності у процесі вивчення рідного краю, тим самим забезпечуючи умови для продуктивної роботи.

Туристсько-краєзнавча робота розглядалась у працях відомих учених та педагогів (О. В. Браславська, М. Ю. Костриця, В. В. Обозний, Н. Р. Рудницька, В. С. Серебрій,

О. М. Топузов та інші) як елемент освіти, важливий чинник пізнання минулого й сучасного в державі, нації, народі, формування патріотизму, національної самосвідомості, бережливого ставлення до природи [2, 5-7, 9, 12]. Характеризуючи можливості сучасних підходів до навчання географії, О. М. Топузов писав: «... що у змісті інноваційних педагогічних технологій закладено активні методи навчання, де учень виступає рівноправним партнером під час вивчення нового навчального матеріалу» [12]. М. Ю. Костриця описував відпочинок і організоване колективне дозвілля дітей, як прогулянку. Під час такого відпочинку учні одержували відповіді на свої запитання, слухали розповіді старших наставників про різні цікаві об'єкти та явища, отримували перші відомості про рідний край [5]. Краєзнавство передбачає вивчення природи, населення, господарства, історії і культури, науки й релігійних вірувань рідного краю, тому є інтегрованою (комплексною) наукою. Краєзнавча підготовка вчителя — це складний і багатоаспектний процес, що охоплює всю сукупність суспільно-педагогічної діяльності.

Так, М. Ю. Костриця, В. В. Обозний краєзнавчо-туристичну роботу розглядають як об'єктивну потребу суспільства пов'язувати навчально-виховний процес з актуальними питаннями соціально-економічного будівництва, культурно-духовного відродження народу України, з підготовкою учнів до суспільно корисної роботи і трудової діяльності [6]. Особливо актуально висвітлюється питання туристсько-краєзнавчої роботи, оскільки майбутні вчителі географії повинні активно включатися в процес національного відродження, культурного розвитку нації, створення інтелектуально-морального середовища, в якому кожен буде отримувати досвід пізнання світу.

В. С. Серебрій зазначає, що майбутній вчитель географії, відповідає за духовне здоров'я дитини, за пріоритетність його ціннісно-культурних орієнтацій, за розвиток індивідуальності [11]. Краєзнавчий принцип, на думку Р. Н. Рудницької, співвідноситься зі структурою змісту навчального матеріалу, яка дає змогу зіставити теоретичні знання учнів з результатами дослідження рідного краю [7, с. 232] визначається як нормативне положення, яке характеризує загальну стратегію вирішення завдань освіти.

ГІС — це інформаційна система, тобто «... система обробки даних, що має засоби накопичення, збереження, відновлення, пошуку й видачі інформації» [3, с. 242]. Також їх трактують як науково-технічні комплекси автоматизованого збору, систематизації, переробки і представлення (видачі) геоінформації в новій якості з умовою одержання знань про просторові системи, що досліджуються [8]. У географії ГІС переробляють географічні потоки інформації, які формуються в межах географічної оболонки і є інформаційним відображенням системи об'єктів географічного вивчення» [11, с. 19]. Основними етапами використання ГІС є отримання даних, введення та попередня обробка, керування даними, маніпулювання й аналіз інформації. Джерелами даних є картографічні матеріали, статистичні дані, аерокосмічні знімки, результати натурних вимірювань і зйомок, фондові й текстові матеріали. Важливим елементом, без якого неможливо розробити маршрут, є карта. Розробляючи туристсько-краєзнавчий маршрут, використовують різні види карт: топографічні, тематичні, екологічні, економічні, демографічні, історичні тощо. Також одним із видів картографічної інформації є дистанційне зондування з космосу певної території.

ГІС використовуються у краєзнавчих дослідженнях як інструментарій для: 1) інвентаризації краєзнавчих ресурсів досліджуваної території, включаючи: а) ведення баз даних окремих видів цих ресурсів; б) створення ГІС-проектів, які містять системну характеристику наявних краєзнавчих ресурсів; 2) проведення аналізу, моделювання існуючого природного та культурно-історичного ландшафту краю; дослідження історичної ситуації його розвитку шляхом виявлення історичних, археологічних, етнографічних особливостей, притаманних краю у певний проміжок часу [1, с. 92]. Геоінформаційні технології визначають пріоритетні напрями, що передбачають модернізацію змісту і методів планування, підготовки та реалізації навчальних туристсько-краєзнавчих маршрутів. Важливе значення має процес підготовки та розробки маршрутів, в яких відображається не тільки робота педагога, але і робота студента. Застосування геоінформаційних систем в туристсько-краєзнавчій роботі — це створення карт в різних програмах; моделювання туристсько-краєзнавчих маршрутів (відповідно до мети, завдань, часу проходження, скла-

ду групи, рівня підготовки); створення банків і баз даних різних краєзнавчих об'єктів відповідно до основних напрямів краєзнавчих досліджень. ГІС — це практична робота, яка забезпечує створення віртуальної території, комп'ютерної моделі для формування міцної системи знань, позитивних мотивів навчально-пізнавальної діяльності.

Програма MapInfo була використана для розробки туристсько-краєзнавчого маршруту по місту Умань Черкаської області. Всі дані в програмі MapInfo можуть бути представлені у вигляді Карт, Списків, Легенд, Графіків і Звітів. Працюючи з MapInfo, можна сформувати і роздруковувати звіти з фрагментами карт, списками, графіками і підписами. При виведенні на друк MapInfo використовує стандартні драйвери операційної системи.

У MapInfo Professional підтримується зв'язок з віддаленими базами даних Oracle 8.0.x, DB2, Informix. MapInfo Professional забезпечує: картографічний інтерфейс, створення та редагування карт високої якості, просторові дані, що поставляються з програмним забезпеченням. Відбувається робота з 3D-даними, як робота з побудови ізоліній та тривимірної візуалізації.

Спочатку потрібно підібрати відповідну топографічну основу — це топографічна карта Умані і відцифрувати її у рельєфну карту, на якій будуть показані відповідні об'єкти. Другим етапом є безпосередня робота в програмі. Для того, щоб завантажити топографічну основу у програму потрібно виконати такі кроки: ФАЙЛ → ВІДКРИТИ ТАБЛИЦЮ. Обирається формат файлу РАСТР → ВІДКРИТИ → РЕЄСТРУВАННЯ. Далі задати проекцію растрового зображення, натиснувши кнопку ПРОЕКЦІЯ, і вибрати ПЛАН-СХЕМУ. Встановити одиницю виміру КІЛОМЕТРИ і натиснути ОК. Потім створюється таблиця РЕЛЬЄФ (рис 1). Для цього обирається ФАЙЛ → НОВА ТАБЛИЦЯ. Програма викидає нове робоче вікно НОВА ТАБЛИЦЯ, де потрібно обрати функцію ДОДАТИ КАРТИ, і дана таблиця додається до зареєстрованого після чого потрібно натиснути СТВОРИТИ. Відкривається діалогове вікно створення СТРУКТУРНОЇ ТАБЛИЦІ, яке передбачає визначення кількості колонок і вибір типу даних, що будуть зберігатися в таблиці (рис. 2).

Після цього обирається функція ДОДА-

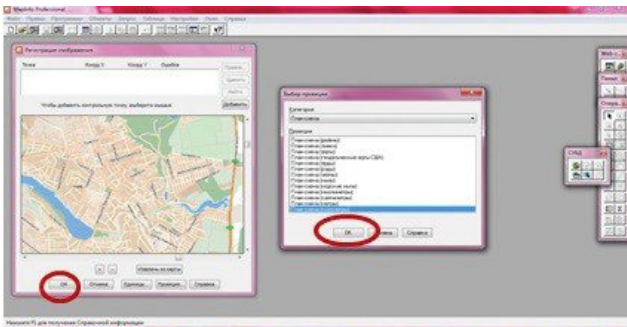


Рис. 1. Віконце створення таблиці рельєф

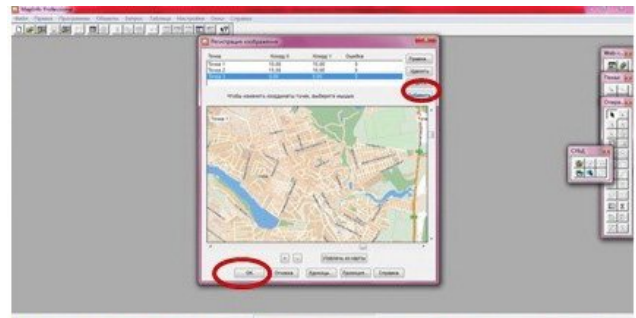


Рис. 2. Відцифровка карти

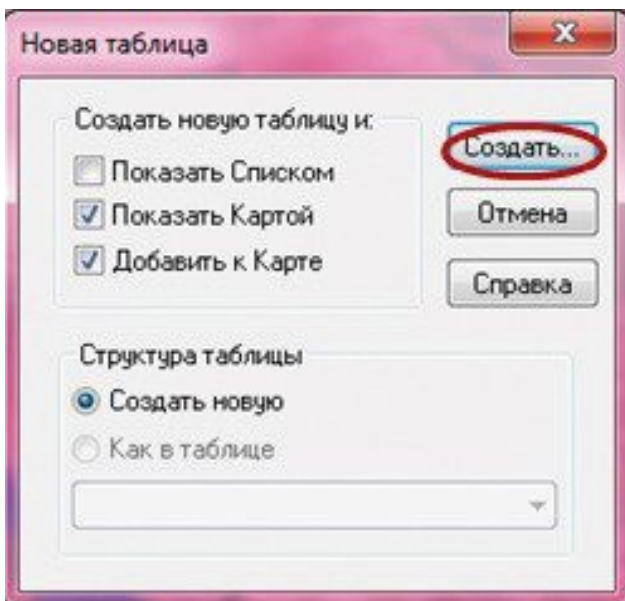


Рис. 3. Нова таблиця

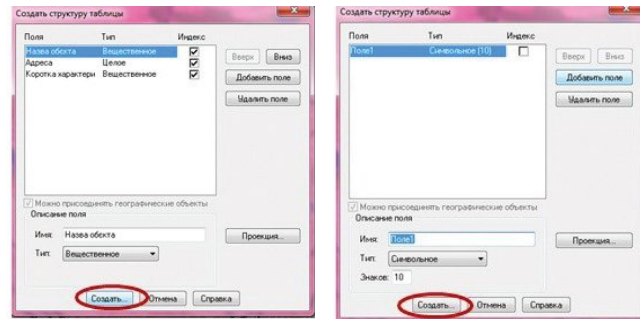


Рис. 4. Створення структури

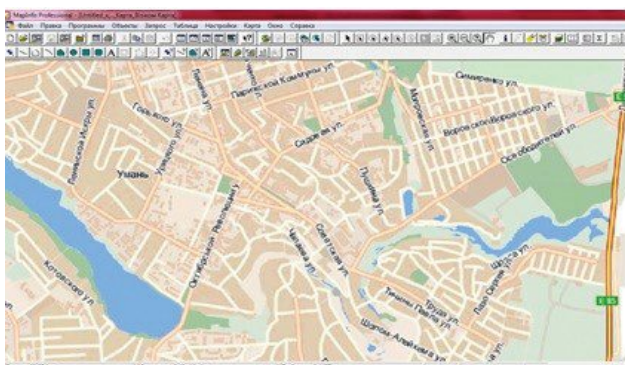


Рис. 5. Відображення основного фрагменту карти

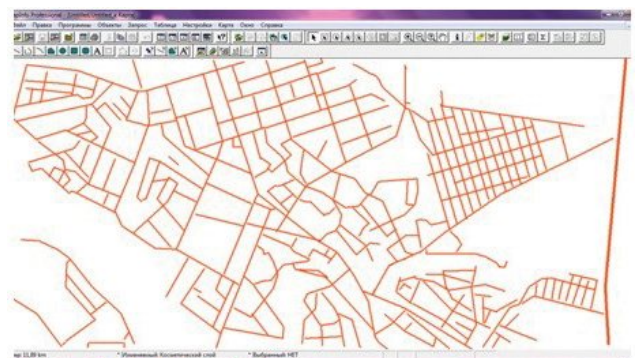


Рис. 6. Відображення доріг

ТИ ПОЛЕ і задається ім'я поля — НАЗВА ОБ'ЄКТУ, це поле має бути індексованим. Тобто, ставиться галочка на позначці індекс. Натискаємо кнопку СТВОРИТИ. Потім відкривається діалогове вікно СТВОРИТИ НОВУ ТАБЛИЦЮ (рис. 4). Зберігаємо НОВУ ТАБЛИЦЮ, і підписуємо РЕЛЬЄФ. Наступним кроком є створення карти туристсько-краєзнавчого маршруту, а саме: малювання всіх структурних компонентів карти по шарах (рис. 5-10).

Варто пам'ятати, що робота з елементами просторових об'єктів поділяється на точкові об'єкти, лінійні об'єкти, контури (ареали, полігони), поверхні та пікселі. Також, розробляючи навчальний туристсько-краєзнавчий маршрут, використовуються просторові дані із застосуванням векторної та растрової моделі краєзнавчих об'єктів. Робота виконується в різних шарах, після чого вони накладаються один на інший, за допомогою чого й створюються карти.

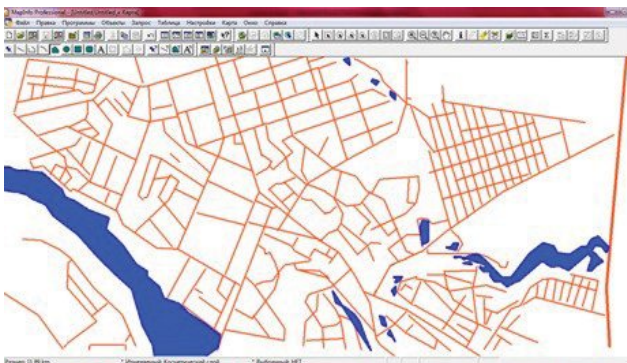


Рис. 7. Відображення доріг та річок

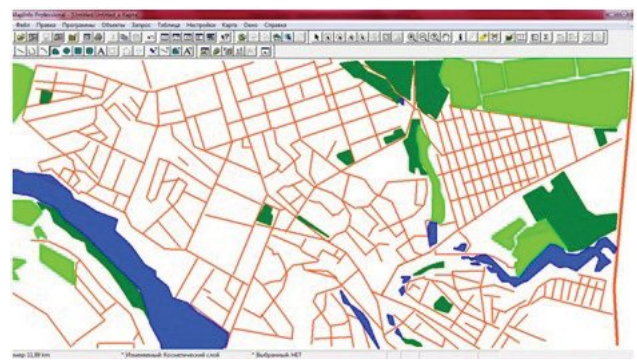


Рис. 8. Відображення річок, доріг, садів, парків

Таблиця 1
Опис об'єктів

Назва об'єкта	Адреса	Тип	Короткий опис
Заповідник «Стара Умань»	вул. Леніна, 1	Архітектурний	Заповідник розташований на території 80 га історичної частини Умані, до нього входить 156 об'єктів культурного нащадку. Описує особливості географічного розташування краєзнавчих об'єктів.
Готель «Брістоль»	вул. Радянська, 10	Архітектурний	Побудований у 1901 р. у стилі раннього модерну як прибутковий будинок. Власником готелю був Йосип Полянський. За радянських часів на I поверсі знаходився кінотеатр «Хроніка».
Парк імені І. Д. Черняховського	вул. Садова, 20	Садово-парковий	Парк носить ім'я двічі Героя Радянського Союзу Івана Черняховського.
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України	вул. Садова, 52	Садово-парковий	«Софіївка» - парк, науково-дослідний інститут Національної академії наук України. На сьогодні це — місце відпочинку. Щорічно його відвідують близько 500 тисяч людей. Площа — 179,2 га. «Софіївка» є пам'яткою ландшафтної типу світового садово-паркового мистецтва кінця XVIII – першої половини XIX століть.

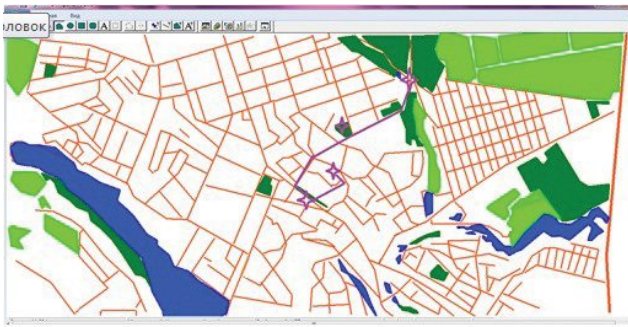


Рис. 9. Приклад маршруту по архітектурним об'єктам м. Умані

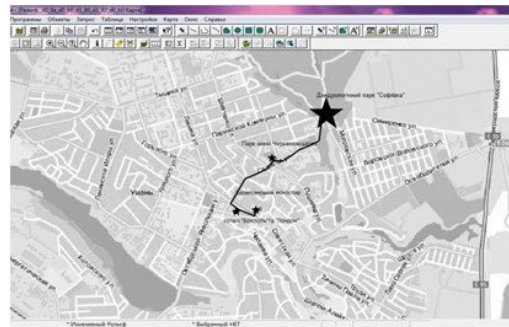


Рис. 10. Приклад маршруту по архітектурним об'єктам м. Умані на основі карти

Висновки. Отже, ГІС — це комп'ютерна система, що дозволяє об'єднати змодельоване зображення території (електронне відображення карт, схем, космо- й аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники тощо). Описуючи розроблений маршрут ми обрали певні краєзнавчі об'єкти, які мають важливе навчальне значення та розширюють світогляд, відкривають можливість краще пізнати історію й географію рідного краю. Під час роботи над маршрутом із застосуванням програми

Mapinfo студенти мають можливість відобразити ілюстровані, картографічні та об'ємні об'єкти туристсько-краєзнавчого напрямку. Використання геоінформаційних систем під час вивчення навчальних програм і відображення їх в плануванні туристсько-краєзнавчих маршрутів, розширює кругозір, дає можливість студентам краще пізнати історію й географію рідного краю, вітчизни, інших держав.

*Рецензент: кандидат географічних наук,
доцент І. В. Кравцова*

Література:

1. Бубир Н. О. Використання геоінформаційних систем у географічному краєзнавстві / Н. О. Бубир, С. М. Єрмолович // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : збірник наукових праць. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – Вип. 22. – С. 30–33.
2. Браславська О. В. Краєзнавство і туризм : навчальний посібник / О. В. Браславська. – Умань : ВПЦ «Візаві», 2013. – 304 с.
3. ГІС. Словник з кібернетики / [За ред. В. С. Михалевича]. – 2 е вид. – К., 1989. – 242 с.
4. Покась Л. Інноваційна педагогічна технологія як засіб формування методичної компетентності для роботи майбутнього вчителя географії / Л. Покась, О. Браславська // Проблеми підготовки сучасного вчителя : збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань : ФОП Жовтий О.О., 2015. – Вип. 11. – С. 66–74.
5. Костиця М. Ю. Туристично-краєзнавча робота в школі / М.Ю. Костиця. – К. : Рад. школа, 1985. – 128 с.
6. Костиця М. Ю. Шкільна краєзнавчо-туристична робота: навч. посібник / М. Ю. Костиця, В. В. Обозний. – К. : Вища шк., 1995. – 223 с.
7. Рудницька Н. Ю. Використання вчителями краєзнавчого матеріалу в навчально-виховному процесі: історико-педагогічний аспект / Н. Ю. Рудницька // Вісн. Житомирського держ. ун-ту ім. І. Франка. – 2003. – Вип. 12. – С. 230–233.
8. Сербенюк С. Н. Картография и геоинформатика — их взаимодействие / С. Н. Сербенюк. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 159 с.
9. Серебрій В. Історичний аспект розвитку туризму в Україні / В. Серебрій // Фізичне виховання, спорт і туристсько-краєзнавча робота в закладах освіти : збірник наукових праць. – Переяслав-Хмельницький : ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди», 2015. – 78–82 с.
10. Серебрій В. С. Проблеми краєзнавчої підготовки вчителя / В. С. Серебрій // Краєзнавство і туризм: освіта, виховання, стиль життя: матеріали II міжнар. наук. практ. конф. (9-11 листопада 2000 р.) / голова ред. кол. В. С. Серебрій ; Херсонський держ. педагогічний ун-т, Українське географічне товариство. – К., 2000. – С. 69–72.

11. Тикунов В. С. Географические информационные системы : сущность, структура, перспективы / В. С. Тикунов // Картография и геоинформатика. Итоги науки и техники. Серия «Картография». – М. : ВИНТИ АН СССР, 1991. – Т. 14. – С. 6-79.
12. Топузов О. М. Педагогические технологии как основа творческой деятельности учителя географии / О. М. Топузов, Л. П. Вишника // Матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару. – Полтава : ПОІППО, 2006. – 130 с.

References:

1. Buby`r, N. O., Yermolovy`ch, S. M. (2015). Vy`kory`stannya geoinformacijny`x sy`stem u geografichnomu krayeznavstvi [The use of GIS in geographical local lore studies]. Problems of continuous geographic education and Cartography: Collection of scientific works. V. N. Karazin Kharkiv National University. Kharkiv, 22, 30–33.
2. Braslavs`ka, O. V. (2013). Krayeznavstvo i tury`zm : navchal`ny`j posibny`k [Local studies and tourism : tutorial]. Uman` : VPCz «Vizavi», 304.
3. My`xalevy`ch, V. S. ed. (1989). GIS. Slozny`k z kibernetky` [GIS. Dictionary of Cybernetics]. Ky`yiv, 242.
4. Pokas`, L., Braslavs`ka, O. (2015). Innovacijna pedagogichna texnologiya yak zasib formuvannya metody`chnoyi kompetentnosti dlya roboty` majbutn`ogo vchy`telya geografii [Innovative educational technology as means of forming methodical competence for future geography teachers]. The problems of modern teacher training: scientific research journal of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University. Uman`, 11, 66–74.
5. Kostry`cya, M. Yu. (1985). Tury`sty`chno-krayeznavcha robota v shkoli [Tourist and local studying work at school]. Ky`yiv, 128.
6. Kostry`cya, M. Yu., Obozny`j, V. V. (1995). Shkil`na krayeznavcho-tury`sty`chna robota: navch. posibny`k [School regional studies and tourism work : tutorial]. Ky`yiv, 223.
7. Rudny`cz`ka, N. Yu. (2003). Vy`kory`stannya vchy`telyamy` krayeznavchogo materialu v navchal`no-vy`xovnomu procesi: istory`ko-pedagogichny`j aspekt [The use of local hystoty materials by teachers in educational process: historical and pedagogical aspect]. Herald of Ivan Franko Zhytomyr State University, 12, 230–233.
8. Serbenjuk, S. N. (1990). Kartografija i geoinformatika – ih vzaimodejstvie [Cartography and Geoinformatics - their interaction]. Moscow, Russia : Izdatel`stvo Moskovskogo universiteta, 159.
9. Serebrij, V. (2015). Istory`chny`j aspekt rozvy`tku tury`zmu v Ukrayini` [Historical aspect of tourism development in Ukraine]. Physical education, sport and tourism and local history work in educational institutions : Collection of scientific works. Appendix to the Journal of Humanities SHEE «Pereyaslav-Khmelnyskyi State Pedagogical University Named After Hryhoriy Skovoroda». Pereyaslav-Khmelnyskyi, 78-82.
10. Serebrij, V. S. (2000). Problemy` krayeznavchoyi pidgotovky` vchy`telya [Problems of local history teacher training]. Local studies and tourism: education, training, lifestyle. Materials of II international scientific conference (November 9-11, 2000). Kherson State Pedagogical University, Ukrainian Geographic Society. Kyiv, 69-72.
11. Tikunov, B. C. (1991). Geograficheskie informacionnye sistemy : sushhnost', struktura, perspektivy [Geographic information systems: essence, structure, perspectives]. Cartography and Geoinformatics. The results of science and technology. «Cartography» series. Moscow, Russia: VINITI, 14, 6-79.
12. Topuzov, O. M., Vishnikina, L. P. (2006). Pedagogicheskie tehnologii kak osnova tvorcheskoj dejatel`nosti uchitelja geografii [Pedagogical technology as the basis for creative activity of geography teacher]. Materials of Ukrainian scientific-practical seminar. Poltava, Ukraine: POIPPO, 130.

УДК 332.624:528.94

Роман Шульган, к.т.н., доцент

e-mail: romario20073@mail.ru

Олександр Янчук, к.т.н., доцент

e-mail: o.e.yanchuk@nuwm.edu.ua

Юлія Романовська, студентка

e-mail: youliana-13@ukr.net

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВПОРЯДКУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗГІДНО З НАБОРОМ ОЗНАК ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКОНОМІКО-ПЛАНУВАЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Розроблено алгоритм економіко-планувального зонування із застосуванням методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак, який дозволяє автоматизувати такий процес. Досліджено доцільність застосування даного алгоритму на прикладі території смт Зарічне Рівненської області.

Ключові слова: нормативна грошова оцінка, економіко-планувальне зонування, метод впорядкування об'єктів згідно з набором ознак.

Роман Шульган, Александр Янчук, Юлия Романовская

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЛАГОУСТРОЙСТВА ОБЪЕКТОВ В СООТВЕТСТВИИ С НАБОРОМ ПРИЗНАКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОНОМИКО-ПЛАНИРОВОЧНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Разработан алгоритм экономико-планировочного зонирования с применением метода упорядочения объектов согласно набора признаков, который позволяет автоматизировать этот процесс. Исследована целесообразность применения данного алгоритма на примере территории пгт Заречное Ровенской области.

Ключевые слова: нормативная денежная оценка, экономико-планировочное зонирование, метод упорядочения объектов согласно набора признаков

Roman Shulgan, Oleksandr Yanchuk, Yulia Romanovska

APPLICATION OF ARRANGING OBJECTS METHOD IN ECONOMIC AND PLANNING ZONING OF RESIDENTIAL AREA

The authors have developed an algorithm for automated economic-planning zoning based on the method of objects ordering according to a set of characteristics. This approach gives the possibility to use the actual values of the pricing factors. This allows you to automate the discovery process and combine similar value units. The proposed algorithm is tested on the example of the village Zarichne, Rivne region. To check it, a selected number of pricing factors are selected, which are typical for this object. The indicators scales to assess the influence of these factors have been developed. Real values of distances, inverse distance values, quantitative indicators, groundwater levels, points of growth class and others were taken as indicators.

The method of pairwise comparison determined the value of pricing factors. Furthermore, using the method of objects sequencing in accordance with the set of features we calculated weight factors of evaluation areas. Based on the existing method a transition to the indexes of the area value has been done.

Consolidation of the estimated districts into economic planning areas were performed using the GIS programs MapInfo on the calculated index values using the natural groups method.

To confirm the effectiveness of the algorithm application, economic-planning zoning is performed by the expert method. When we compared the results obtained in the territory zoning according to the developed algorithm, it was obvious that a greater number of economic-planning zones had been created as compared to an expert method that needs a more detailed account of the pricing factors.

Keywords: normative monetary evaluation, economic planning zoning, a method of arranging objects in accordance with a set of features.

Вступ. Грошова оцінка земель є економічним механізмом земельних відносин, приватизації земельних ділянок, земельно-іпотечного кредитування, оподаткування та становлення ринку землі, тому актуальність її останнім часом зростає, а сфери застосування розширюються. Важливо мати точні значення нормативної грошової оцінки,

оскільки на її основі справляється земельний податок або орендна плата [1, 2].

Головним в земельно-оціночній структурі є встановлення однорідності території за рентоутворюючими факторами, котрі впливають на потенційну прибутковість та інші соціально-економічні переваги від використання земель населених пунктів.

Процедура економіко-планувального зонування передбачає: 1) аналіз природно-планувальних особливостей території населеного пункту як просторової бази; 2) виділення земельно-оціночних одиниць, що характеризуються відносно однорідними споживчими властивостями; 3) пофакторну та інтегральну оцінку ступеню цінностей території населеного пункту в розрізі земельно-оціночних одиниць; 4) об'єднання земельно-оціночних одиниць в економіко-планувальні зони за ступенем цінностей території та її функціональним призначенням.

У процесі економічної та грошової оцінки земель населених пунктів основною визначальною одиницею їх території виступає економіко-планувальна зона, як частина території населеного пункту, що має однорідні споживчі якості, переважно однотипний характер використання і обмежується чіткими планувальними межами (магістральні вулиці, залізниця, водні рубежі, категорії земель (угіддя) тощо) [1].

Необхідність економіко-планувального зонування або земельно-оціночної структуризації території населених пунктів обумовлюється складним поєднанням природних і антропогенних ландшафтів, різницею в функціонально-планувальних якостях, а відповідно і різним рівнем прибутковості від використання земель, що призводить до неоднорідності прояву рентоутворюючих факторів.

Грошова оцінка земель населених пунктів визначається відповідно до «Методики грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів» [1, 4].

Вихідні передумови. Вагомий внесок у наукову теорію оцінки земель зробили Пантелеймонов А.І. [3], Кілочко В.М. [3], Палок Л.І. [3], Пронько Л.М. [5], Самборська О.Ю. [5]. У їх роботах висвітлено науково-практичні аспекти проведення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. Запропоновано відповідні методологічні підходи, критерії та показники оцінки. Визначено сутність та необхідність здійснення грошової оцінки земельних ділянок.

Однак, на даний час, при проведенні грошової оцінки не в повній мірі застосовуються можливості сучасного програмного забезпечення щодо автоматизації робіт. Немає однозначної відповіді щодо способів визначення показників ціноутворюючих факторів.

Мета дослідження полягає в розробці алгоритму економіко-планувального зонування, який дозволяє за значеннями показників автоматизовано виділяти однорідні земельно-оціночні одиниці на цифровій карті та розраховувати відповідні зональні коефіцієнти.

Виклад основного матеріалу. Для розрахунку коефіцієнта K_{m2} , який враховує зональні фактори місцезположення земельної ділянки, пропонується застосувати математичне моделювання за умов невизначеності. Так як цей метод дозволяє робити відносну оцінку об'єктів за набором певних факторів, які характеризуються відповідними показниками.

В нашому випадку такими факторами є:

1. Неоднорідність функціонально-планувальних якостей території, доступність (обернена відстань, $1/m$) до: центру селища; концентрованих місць прикладання праці; місць відпочинку; до пасажирського транспорту;

2. Рівень чистоти повітря та зашумленість (за 3-бальною шкалою, «3» бали означає найкращий умови, «1» — найгірші);

3. Рівень інженерного забезпечення та благоустрою території (за 2-бальною шкалою, «2» — наявність інженерних комунікацій, «1» — відсутність);

4. Фактори підтоплення ґрунтовими водами та якості ґрунтів (оцінені відповідно глибиною в метрах та середньозважений бал бонітету кожного району);

5. Рівень розвитку сфери обслуговування населення (за 2-бальною шкалою, «2» — наявність, «1» — відсутність);

6. Забезпечення магазинами (кількість);

7. Престижність району для проживання (за 3-бальною шкалою, «3» — найкращий умови, «1» — найгірші).

Зазвичай економіко-планувальне зонування проводиться експертним методом, де експерти виставляють бали для кожного фактору, але така оцінка є доволі суб'єктивною, тому запропоновано наступний алгоритм економіко-планувального зонування на основі методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак, який показано на рис. 1.

Даний метод дозволяє застосувати значення показників в різних системах вимірювання.

При такому підході економіко-планувальне зонування виконується з застосуванням математичного моделювання за умов невизначеності за формулами методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак [6].

Результати попарного порівняння значень показників можна подати у вигляді наступної квадратної матриці порядку n [6]:

$$\begin{matrix}
 & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\
 A_1 & \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_1}{\omega_n} \\
 A_2 & \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_2}{\omega_n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 A_n & \frac{\omega_n}{\omega_1} & \frac{\omega_n}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_n}{\omega_n}
 \end{matrix} \quad (1)$$

Для знаходження вектора ω за матрицею відносних ваг A достатньо розв'язати рівняння:

$$(A - nI)\omega = 0 \quad (2)$$

де I – одинична матриця; ω – вектор відносних ваг факторів, які розглядаються.

$$(A - \lambda_{max}I)\omega = 0 \quad (3)$$

Де λ_{max} – максимальне власне число матриці.

Вектор відносних ваг складається так щоб виконувалась вимога:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (4)$$

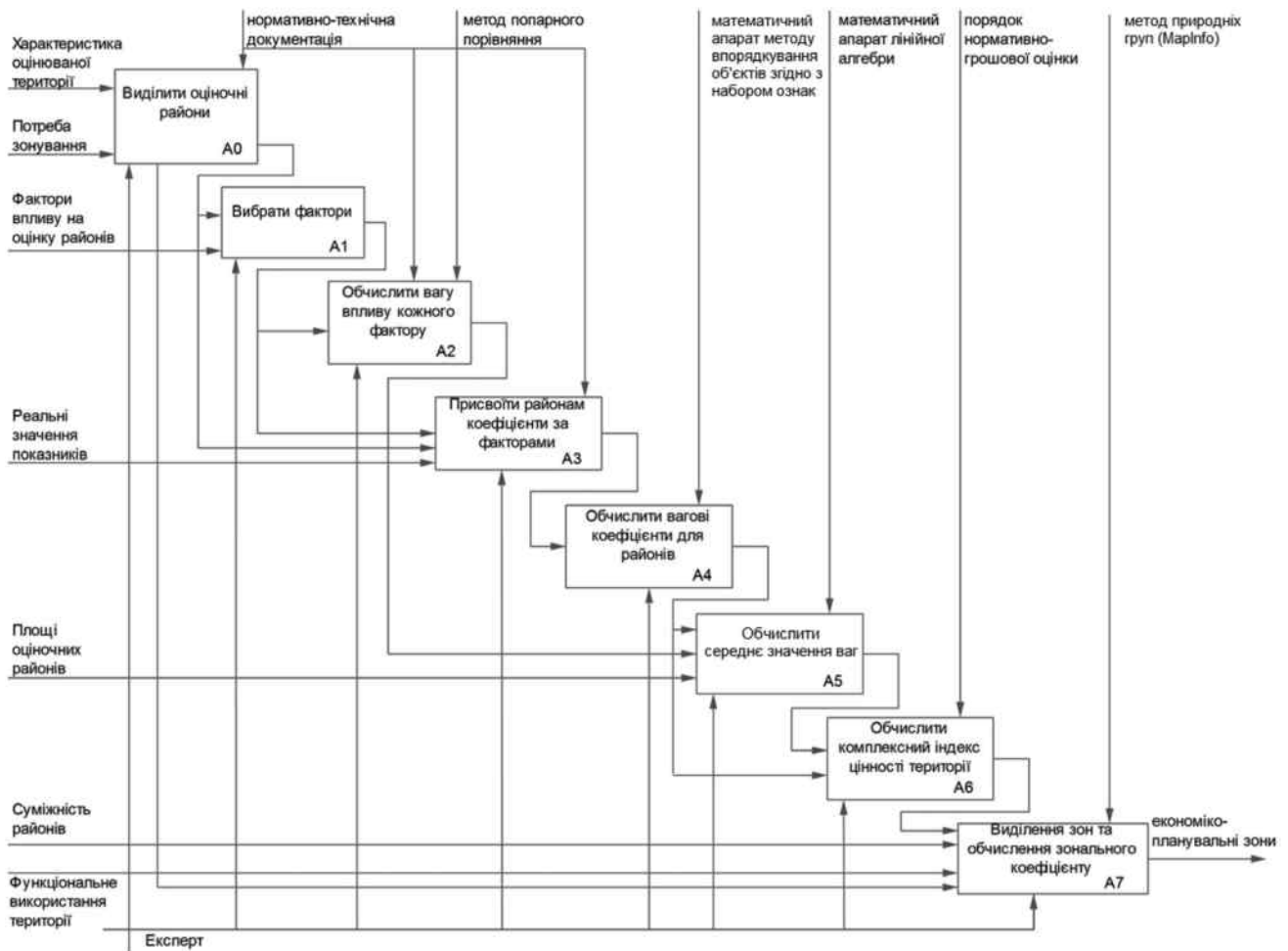


Рис. 1. Алгоритм економіко-планувального зонування на основі методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак

Для апробації розробленого алгоритму виконано зонування території смт Зарічне Рівненської області. Згідно з наведеним переліком факторів за цифровою картою визначено значення ціноутворюючих показників у кожному з 31-го оціночного району.

У дослідженні віддалі вимірювались двома способами: по прямій лінії між двома точками без врахування перешкод та за найкоротшим маршрутом прокладеним в Google Earth по існуючих дорогах і в різних випадках це приводить до різних результатів.

За набором вимірних значень отримано ваги районів. Для обчислення комплексного індексу цінності застосовано формулу:

$$I_i = w / w_c \quad (5)$$

де I_i — комплексний індекс цінності оціночного району; w — вага оціночного району; w_c — середнє значення ваг по населеному пункту.

Економіко-планувальне зонування виконано двома способами: експертним мето-

дом та на основі запропонованого алгоритму (при різних варіантах вимірювання віддалей). У результаті отримали три варіанти індексів цінності (табл. 1). Як бачимо діапазон значень індексів цінності значно розширився. Таке розширення зумовлено більш детальним врахуванням особливостей території, та формою території. На нашу думку це пояснюється витягнутою формою території, адже виміряні віддалі більш точно характеризують цінність оціночних одиниць, ніж бали, що застосовуються в експертному методі.

Розглянемо результат економіко-планувального зонування за традиційним методом, яким виконується більшість технічних звітів та нормативна грошова оцінка (рис. 2, а). При об'єднанні оціночних районів у зони враховувалась дія трьох факторів: 1) суміжність районів; 2) переважно однорідне функціональне використання; 3) близькість значень комплексного індексу цінності території (величини індексів окремих оціночних районів не повинні значно відрізнятися між собою).

Таблиця 1
Комплексні індекси цінності оціночних районів

№	Експертним методом	На основі методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак з вимірними віддальми без врахування перешкод	На основі методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак за найкоротшими маршрутами
1	0.83	0.75	0.7
2	0.85	0.89	0.85
3	0.86	0.87	0.84
4	0.86	0.84	0.79
5	0.89	0.85	0.8
6	0.9	0.84	0.8
7	0.92	0.86	0.84
8	0.95	0.83	0.82
9	0.98	0.95	0.94
10	0.97	0.98	0.98
11	0.98	0.92	0.93
12	1.1	1.03	1.04
13	1.1	1.21	1.25
14	1.14	1.36	1.42
...
31	0.95	0.81	0.82
Сума	30.61	30.22	30.11

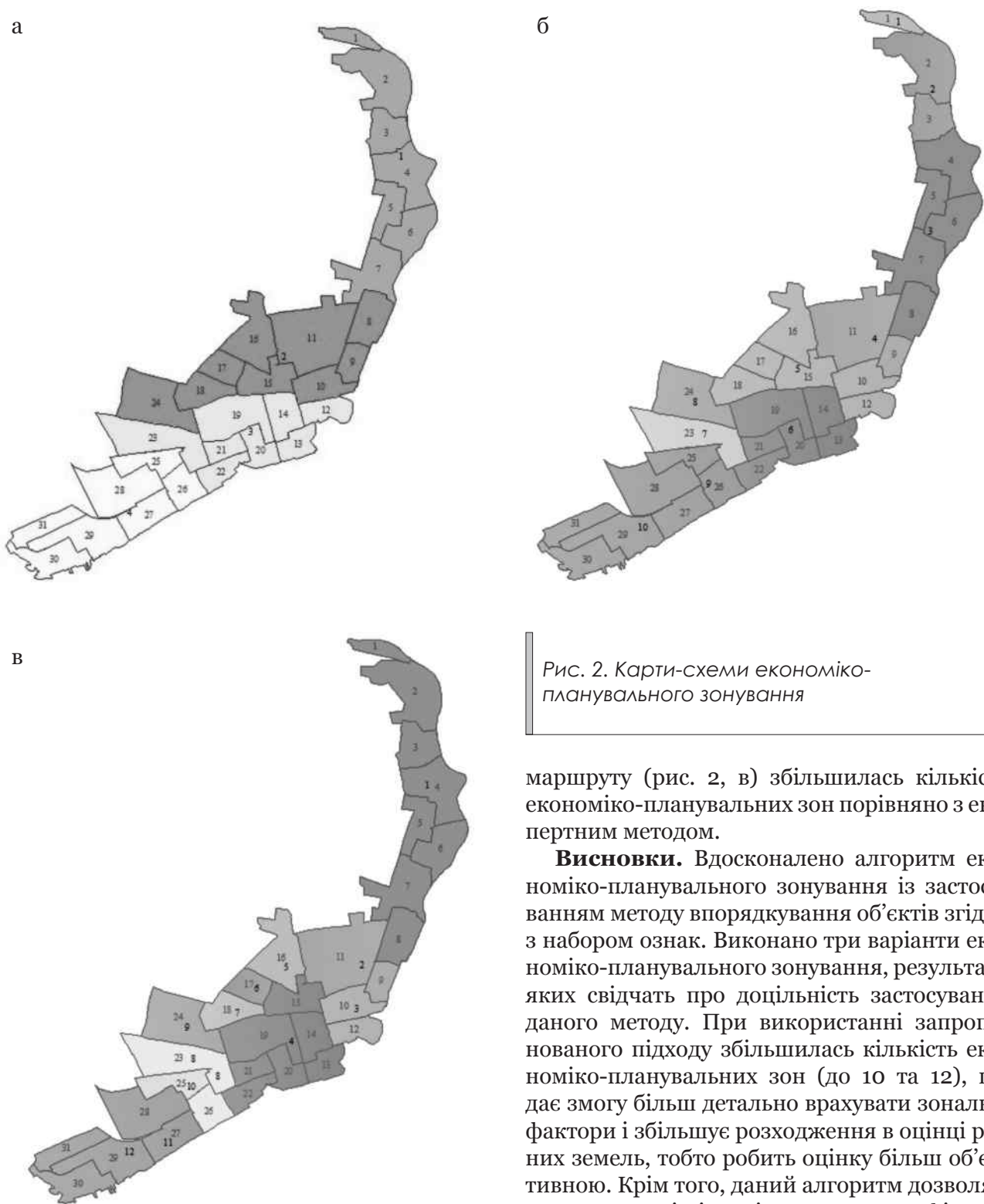


Рис. 2. Карти-схеми економіко-планувального зонування

Карта економіко-планувальних зон на основі методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак утворена шляхом об'єднання оціночних районів за розрахованими індексами цінності методом природних груп в програмі MapInfo.

При вимірюванні відстаней без врахування перешкод (рис. 2, б) та по найкоротшому

маршруту (рис. 2, в) збільшилась кількість економіко-планувальних зон порівняно з експертним методом.

Висновки. Вдосконалено алгоритм економіко-планувального зонування із застосуванням методу впорядкування об'єктів згідно з набором ознак. Виконано три варіанти економіко-планувального зонування, результати яких свідчать про доцільність застосування даного методу. При використанні запропонованого підходу збільшилась кількість економіко-планувальних зон (до 10 та 12), що дає змогу більш детально врахувати зональні фактори і збільшує розходження в оцінці різних земель, тобто робить оцінку більш об'єктивною. Крім того, даний алгоритм дозволяє, при наявності відповідного картографічного забезпечення, автоматизувати даний етап грошової оцінки. В подальших дослідженнях планується перевірити даний алгоритм на населених пунктах різної форми, що дасть можливість враховувати такі особливості при проведенні грошової оцінки земель.

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент С.М. Остапчук

Література:

1. Драпіковський О. І. Оцінка земельних ділянок / О. І. Драпіковський, І. Б. Іванова. – К.: «ПРИНТ-ЕКСПРЕС», 2004. – 296 с.
2. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768>.
3. Пантелеймонов А. І. Напрями вдосконалення нормативної грошової оцінки земель населених пунктів (на прикладі Черкаської області) : научное издание / А. І. Пантелеймонов, В. М. Кілочко, Л. І. Панок // Землеустрій і кадастр : науково - виробничий журнал. - 2011. – Вип. 1.
4. Про Методику нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів: Постанова КМУ від 23 березня 1995 р. № 213 – [Електронний ресурс] / За ред. А. С. Даниленка, Ю. Д. Білика, О. О. Погрібного, В. В. Кулініча. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=213-95-%EF>.
5. Пронько Л. М. Методика визначення базової вартості земель населеного пункту [Електронний ресурс] / Л. М. Пронько, О. Ю. Самборська // Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки. - 2014. - Вип. 5(2). – С. 257-260. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2014_5\(2\)_69](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2014_5(2)_69).
6. Сявавко М. С. Математичне моделювання за умов невизначеності / М. С. Сявавко, О. М. Рибіцька. – Л.: Укр. технології, 2000. – 319 с.

References:

1. Drapikovskiy, O. I., Ivanova, I. B. (2004). Ocinka zemel'nykh dilyanok [Estimation of land]. Kyiv: «PRINT-EKSPRES», 296.
2. Zemel'nyy kodeks Ukrainy [Land Code of Ukraine]. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768>.
3. Pantelejmonov, A. I., Kilochko, V. M., Panok, L. I. (2011). Napryamy vdoskonalennya normatyvnoyi groshovoyi ocinky zemel' naselenykh punktiv (na prykladі Cherkas'koyi oblasti) [Areas of improvement of normative monetary value of land settlements (for example Cherkasy region)]. Land Management and Cadastre: scientific and production journal, 1.
4. Danylenko, A. S., Bilyk, Yu. D., Pogribnyy, O. O., Kulinich, V. V. ed. Pro Metodyku normatyvnoyi groshovoyi ocinky zemel's'kogospodars'kogo pryznachennya ta naselenykh punktiv: Postanova KМУ vid 23 bereznya 1995 r. # 213 [About the Methodology regulatory monetary value of agricultural land and settlements: Resolution of the Cabinet of Ministers, March 23, 1995. Number 213]. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=213-95-%EF>.
5. Pronko, L. M., Samborska, O. Yu. (2014). Metodyka vyznachennya bazovoyi vartosti zemel' naselenogo punktu [The method for setting the reference value of land settlement]. Scientific herald of Kherson State University. Series: Economic sciences, 5(2), 257-260. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2014_5\(2\)_69](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2014_5(2)_69).
6. Syavavko, M. S., Rybizka, O. M. (2000). Matematychnе modelyuvannya za umov nevyznachenosti. [Mathematical modeling in conditions of uncertainty]. Lviv, Ukraine: Ukr. texnologiyi, 319.

УДК 528.942:551.577.21

Alexander Mkrtchian, PhD, docent

e-mail: alemkrt@gmail.com

Ivan Franko National University of Lviv

PROCESSING AND GEOSTATISTICAL INTERPOLATION OF DATA ON ANNUAL PRECIPITATION FOR THE METEOSTATIONS OF WESTERN UKRAINE

There is a significant demand for accurate and reliable spatially distributed precipitation data. Modeling and mapping of precipitation fields are best achieved by geostatistical interpolation procedures that also consider explanatory variables like the terrain morphometric parameters that influence the precipitation distribution. The purpose of this research was to create an accurate regional precipitation map by interpolating data on average annual precipitation sums gained through summarizing records of 50 meteorological stations located in Western Ukraine. Daily data have been downloaded from open GHCN database, then preprocessed and summarized in R to obtain average annual precipitation sums for each station. Auxiliary data on terrain morphometric parameters have been gathered by preprocessing of SRTM Version 4.1 DEM. Data were then interpolated in gstat R package using two methods: the ordinary kriging and the multiple regression model that uses a set of terrain morphometric parameter as explanatory variables. Both methods produced an estimated precipitation map accompanied by a map of estimation error quantified with RMSE. The estimation by leave-one-out cross validation revealed that the multiple regression method produced much better accuracy, accounting for more than 90% of initial variance, compared with 63% for an ordinary kriging method. Combining and synthesizing both of these interpolation methods is possible with regression-kriging (being considered the best linear unbiased prediction model for spatial data). However, in this case it is not justified, as one of the methods performed considerably better than the other.

Keywords: climate modeling, precipitation, geostatistics, multiple regression, R.

Олександр Мкртчян

ОБРОБКА ТА ГЕОСТАТИСТИЧНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ДАНИХ ЩОДО КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ МЕТЕОСТАНЦІЙ ЗАХОДУ УКРАЇНИ

Метою дослідження була інтерполяція даних щодо середньорічних сум опадів, обрахованих шляхом обробки даних 50 метеорологічних станцій в західній частині України. Щоденні дані були отримані з відкритої бази даних GHCN. Шляхом їхньої обробки та сумування були виведені середньорічні суми опадів для кожної метеостанції. Опісля ці суми були проінтерпольовані в пакеті R gstat з використанням двох методів: звичайного крігінгу та моделі множинної регресії, у якій в якості пояснювальних змінних використано морфометричні параметри рельєфу. Оцінка методом перехресної перевірки виявила, що другий метод приніс суттєво більш точний результат, який описує понад 90% варіабельності вихідних даних.

Ключові слова: моделювання клімату, опади, геостатистика, множинна регресія, R.

Александр Мкртчян

ОБРАБОТКА И ГЕОСТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ДАННЫХ О КОЛИЧЕСТВЕ ОСАДКОВ МЕТЕОСТАНЦИЙ ЗАПАДА УКРАИНЫ

Целью исследования была интерполяция данных о среднегодовых суммах осадков, рассчитанных путем обработки данных 50 метеорологических станций в западной части Украины. Ежедневные данные были получены из открытой базы данных GHCN. Путем их обработки и суммирования были выведены среднегодовые суммы осадков для каждой метеостанции. Эти суммы затем были проинтерполированы в пакете R gstat с использованием двух методов: обычного кригинга и модели множественной регрессии, в которой в качестве объяснительных переменных использованы морфометрические параметры рельефа. Оценка методом перекрестной проверки выявила, что второй метод принес существенно более точный результат, который описывает более 90% вариабельности исходных данных.

Ключевые слова: моделирование климата, осадки, геостатистика, множественная регрессия, R.

Introduction. Precipitation amount is one of the most practically meaningful climatic elements that directly influences on the water resources and hydrologic processes, the conditions for agriculture and a number of other activities. There is a significant demand for accurate and reliable spatially distributed precipitation data. While precipitation maps are a customary component of thematic atlases, the scales of such maps are usually rather small (e. g. 1:8000000 for the maps in

the National atlas of Ukraine [11]), and the methods of their creation are often vague and not formally defined, thus the accuracy and reliability of their information is unknown.

Modern tools for geospatial and statistical data analyses coupled with the availability of digital data sources make it possible to develop and apply formal and objective methods of mapping the climatic characteristics. As the primary source of climatic data the measurement data

are collected on weather stations, the primary formal task connected with the creation of climatic maps is the one of the spatial interpolation of point data. Modeling of spatial fields through data interpolation is a common task of geostatistics. Simple geostatistical interpolation procedures like ordinary kriging based on the analysis of the spatial autocorrelation structure of the variable can be refined by considering the relationships of the variable of interest with other exhaustively-sampled explanatory variables available in the area of interest. In the case of climatic characteristics, these variables may correspond to the terrain morphometric parameters that influence the climate through their impact on energy balance and air masses movements.

The analysis of recent research. It is only quite recently that the geostatistical methods became commonly applied for the interpolation of climatic and specifically precipitation data. Phillips et al., performing interpolation of precipitation values in mountainous terrain in western Oregon, has found out that methods which take into account precipitation-elevation relationships, like detrended kriging and cokriging, provide better accuracy and precision compared with ordinary kriging [7]. In another study the mapping of the average precipitation from rainfall observations in a region of southern Italy has been performed using several methods, revealing that linear regression and ordinary cokriging has produced better results compared to the inverse distance interpolation while the best results (indicated by cross-validation) were produced by the multivariate geostatistical methods utilizing elevation data as an auxiliary explanatory variable [1]. In the study concerned with the mapping of monthly precipitation in Great Britain from sparse point data it was shown that kriging with an external drift (informed by elevation data) provided more accurate estimates than either ordinary kriging or deterministic moving window regression [6].

P. Goovaerts, comparing the performance of different interpolation techniques for the interpolation of monthly and annual precipitation data for 36 stations located in Southern Portugal, revealed that general linear regression of rainfall versus elevation gave much better predictions than methods which ignore elevation information (like inverse square distance method and ordinary kriging). However, the best results were obtained with methods that took into account elevation data while performing geostatistical interpolation [2]. The description of the general principles and

theoretical foundations of geostatistical mapping, and the software tools for its realization together with some practical examples can be found in [3].

As of regional efforts to create spatially distributed climatic datasets, CARPATCLIM project should be mentioned that has been carried out by a consortium of institutions from nine countries with Hungarian Meteorological Service as the leading organization. Precipitation sums were among a set of examined variables that after quality-checking and homogenization were interpolated into 10-km resolution grids. The interpolation was implemented by MISH software that applies AURELHY method developed in 1980-th at the French Meteorological Service [8].

The purpose of this research is to create an accurate map of annual precipitation distribution with a well-documented and reproducible methodology using open data sources and software.

The main exposition. The area of interest encompasses the western part of Ukraine with the total area of ~156 thousand sq. km. Fifty meteorological stations where precipitation is regularly measured on standardized gauges are located inside the bounds of the study area. The data source used in the study consists of daily precipitation data from the Global Historical Climatology Network (GHCN) database [5], downloaded from the website of the European Climate Assessment & Dataset project <http://www.ecad.eu/>. The pre-processing of data involved several steps aimed at making data comparable and homogeneous and at summarizing data for further analyses. The downloaded data consisted of separate data-files for every 50 meteorological station. R code has been written to remove headers and redundant columns, to merge separate data files into one data frame with columns that correspond to separate stations, to recode "nodata" values to "NA" R standard, and to split the DATE column into separate "year", "month" and "day" parts.

The obtained data frame contained 33512 daily precipitation observations spanning from 1924 to 2011. No station, however, possessed the uninterrupted observation sequence for this time span, and periods of present and missing data values for different stations didn't match. To solve the task, the decision was made to include into analysis only those observation dates for which the data was available for all 50 locations. Additionally, the time span was restricted

to 1960–1990, when global climatic conditions were changing relatively slowly.

Thus, the total of 3432 daily observations have been selected. Monthly sums and averages were calculated taking care of different numbers of selected observations in different months. The locations of weather stations were mapped onto the shapefile that was imported into R spatial data frame using *rgdal* package, with the calculated annual precipitation sums merged into it by the common name column.

To prepare the data on terrain morphometric parameters, the 4 SRTM Version 4.1 DEM [4] tiles were downloaded (tiles 41_02, 41_03, 42_02, 42_03) and then merged into one raster. It has been then reprojected into UTM 35N coordinate system and resampled to 720 m resolution (this is justified by the low density of stations separated by tens of kilometers). A set of terrain morphometric parameters has been derived from DEM using focal (neighborhood) operators. These regard a terrain roughness factor, calculated as a variance of elevation values inside a circular moving window and aspect factor, calculated as differences in mean elevation values inside two opposite circular sectors. It was hypothesized that increased terrain roughness could positively correlate with precipitation due to increased air flow turbulence that promotes vapor condensation, while the aspect influences precipitation values through well-known rain shadow and orographic precipitation effects. Each of these factors can be calculated on moving windows of different sizes, thus capturing the effects of different-scaled processes, and for the aspect factor different values of angles defining opposite circular sectors and corresponding cardinal points can be specified.

In our previous studies, different factors and scales combinations were tested for the strengths of their relationships with the precipitation sums for two separate years (1961, 1970) [9,10]. The terrain roughness factor was thus selected with 7.2 km moving window, while three different versions of aspect factor appeared to be independently significant, namely for the 36 km moving window (the aspect factors NW/SE and W/E), and for the 50.4 km moving window (the aspect factor NW/SE). The DEM data preprocessing and the derivation of morphometric parameters have been accomplished using appropriate SAGA GIS modules and *gdal* tools under QGIS.

The first part of the analysis aimed at the interpolation of data using ordinary kriging, that ignores the terrain morphometric parameters

and interpolates data exploiting only the spatial distribution of precipitation values at data points. The R *gstat* package has been used for the task. To produce a sample (experimental) semivariogram, *variogram ()* function was used. The *vgm ()* function was used to specify a theoretical variogram, which requires specifying the values of variogram parameters and the selection of model type. Then *fit.variogram ()* function was used to adjust the specified variogram parameters to better fit the data. Lastly, the theoretical variogram was used as a parameter to *krige ()* function that carries out the interpolation, producing a spatial data frame that can be converted to raster object of either predicted values or prediction variance (rasterize function of raster package) and then to customary raster format like GeoTIFF. *Krige.cv ()* function was used to perform cross-validation for kriging.

In our case, a well-pronounced empirical variogram has been produced, with nugget 30000 mm², partial sill 66000 mm², and range 468 km. The available theoretical variogram models have been tested by cross-validation, revealing that the best accuracy has been obtained by exponential model, following by spherical and Gaussian. The interpolated map visually lacks spatial detail and produces doubtful results for areas remote from nearest data points.

Another interpolation method applied was a multiple regression of precipitation values on terrain attributes mentioned above (fig. 1). To implement it, *krige ()* function has been applied with the appropriate input formula and parameter *model=NONE*. The produced model shows pretty good fit (adjusted R-squared 0.9313, F-statistic 133.9 on 5 and 44 DF, p-value of model < 2.2e-16). Each of the terrain parameters used as predictors appeared to be statistically significant with $p < 0.01$. It appears that the terrain parameter having the strongest impact on precipitation is not the elevation ($t = 4.8$) but the terrain roughness ($t = 8.3$) which is in compliance with our former findings [9,10].

The precipitation map produced by regression model is characterized by much better spatial detail. Yet the best test of relative accuracy of two methods is given by cross-validation (Tab. 1). It appears that 36,2% of initial variance of values has been retained after the interpolation by ordinary kriging, while the regression model retains only 9.65 of initial data variability.

The validity of regression model has been assessed by examining the distribution of residu-

al values, e.g. their normality being confirmed by Shapiro-Wilk test (shapiro.test () R function). Its obtained values ($W = 0.986$, $p\text{-value} = 0.8125$) suggest that the distribution of residual values is undistinguishable from normal. The model could be further refined by combining and synthesizing the two interpolation approaches into regression-kriging model that is considered the best linear unbiased prediction model for spatial data [3].

The gstat R package provides also for this most general interpolation technique. Yet in our case regression model residuals are not spatially correlated.

Conclusions and further prospects.

The research demonstrates the opportunities that modern geostatistical methods provide for objective and reproducible analysis and spatial interpolation of point data of weather station records. Nowadays decent results can be obtained using open access data and software. The interpolation of precipitation values for 50 stations located in the western part of Ukraine showed that multiple regression of precipitation values on terrain morphometric attributes produced much better results compared with ordinary kriging. Further, the residuals of regression model showed no spatial autocorrelation, rendering unjustified in this case a more sophisticated regression-kriging method.

Table 1.
The initial and residual variance of precipitation values after application of two interpolation methods, estimated by leave-one-out cross validation

Initial	After ordinary kriging	After regression modeling
63096	22856 (36,2%)	6087 (9,6%)

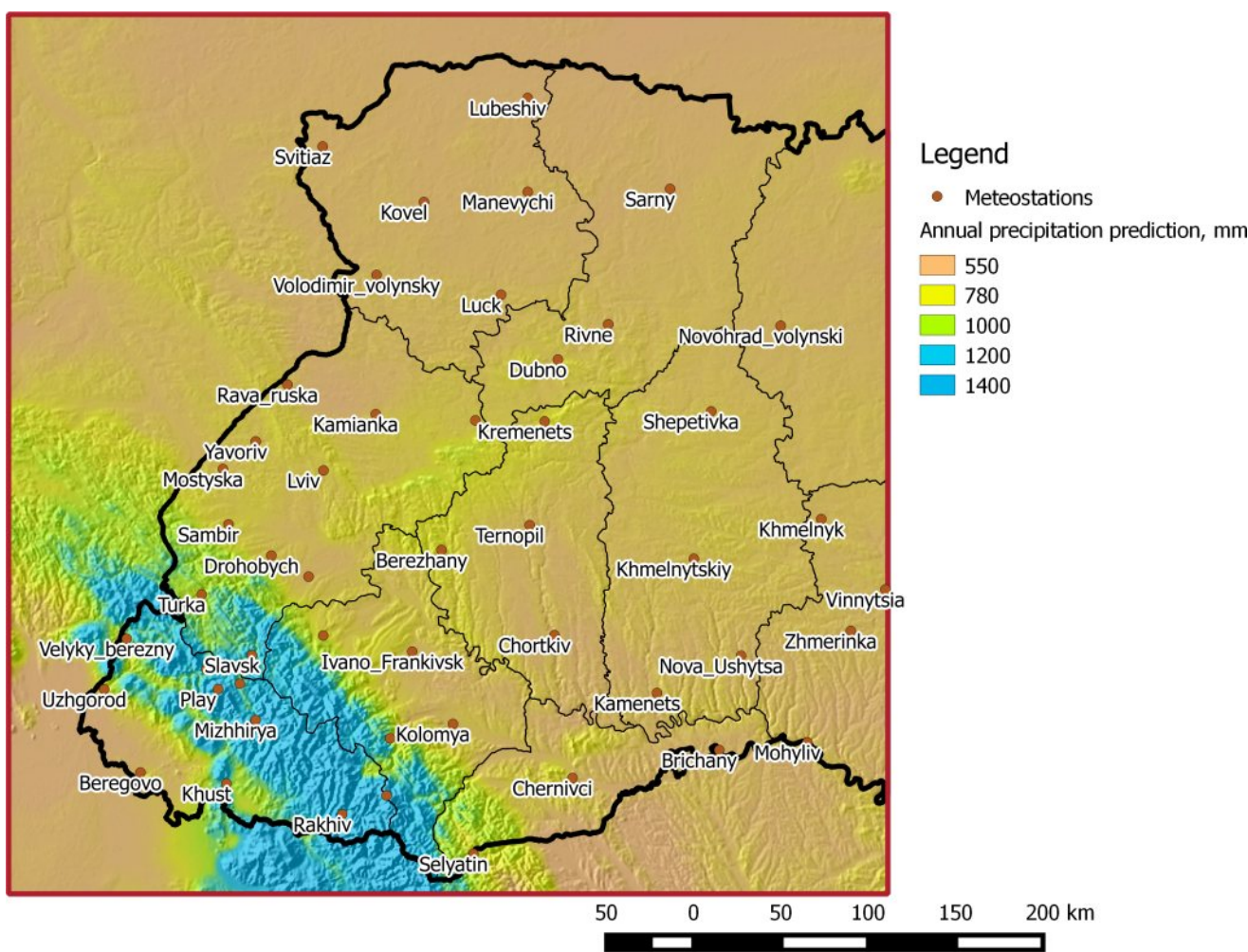


Fig. 1. Precipitation map produced by regression model

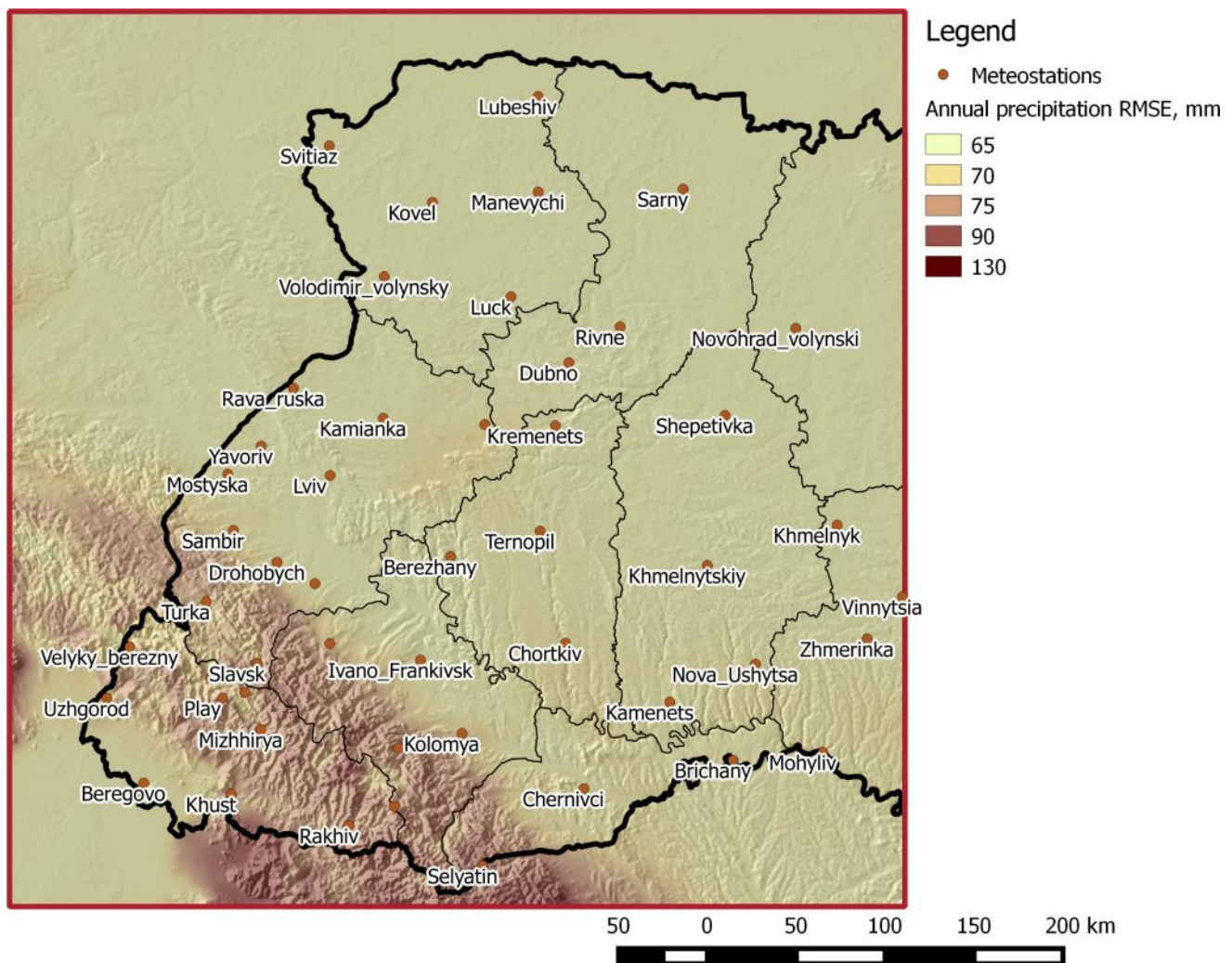


Fig. 2. Estimated RMSE of precipitation map produced by regression model

The spatial detail and accuracy of the interpolated result can be significantly increased by including the records of rain gauges, yet the problem arises of their correct and precise georeferencing. Another commonly acknowledged problem is the undersampling of high elevation and complex terrain locations, making them underrepresented in factor space [7,8].

The resulting map of annual precipitation is reproducible due to the formal and transparent method of its creation. It is also accompanied by the map showing the spatial distribution of its estimated accuracy (Fig. 2).

The accuracy of interpolated results were compared with those of CARPATCLIM by

calculating the REP parameter (see [8]) for a common subset of stations (those located in Ukrainian Carpathians) by leave-one-out cross-validation. The obtained value of 0.69 is slightly better than 0.66 of CARPATCLIM precipitation prediction grid. While our modeling result cannot match the latter with its daily temporal detail and scores of predicted climatic variables, it has finer resolution (1 vs. 10 km) and no less accuracy, even while ignoring data records of rain gauges.

Reviewer: PhD in Geography, Associate Professor I.S. Kruglov

Література:

1. Diodato N. Interpolation processes using multivariate geostatistics for mapping of climatological precipitation mean in the Sannio Mountains (southern Italy) / N. Diodato, M. Ceccarelli // *Earth Surface Processes and Landforms*. – 2005. – Vol. 30, Iss. 3. – P. 259–268.
2. Goovaerts P. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall / P. Goovaerts // *Journal of Hydrology*. – 2000. – Vol. 228. – P. 113–129.
3. Hengl T. A practical guide to geostatistical mapping / T. Hengl. – Amsterdam: University of Amsterdam, 2009. – 291 p.
4. Jarvis A. Hole-filled seamless SRTM data v4 [Електронний ресурс] / A. Jarvis, H. I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. – International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), 2008. – Режим доступу : <http://srtm.csi.cgiar.org>.
5. Klein Tank A.M.G. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment / Klein Tank A.M.G. and Coauthors // *Int. J. of Climatol.* – 2002. – Vol. 22. – P. 1441-1453.
6. Lloyd C. D. Assessing the effect of integrating elevation data into the estimation of monthly precipitation in Great Britain / C. D. Lloyd // *Journal of Hydrology*. – 2005. – Vol. 308 (1–4). – P. 128–150.
7. Phillips D. L. A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain / D. L. Phillips, J. Dolph, D. Marks // *Agric. For. Meteorol.* – 1992. – Vol. 58. – P. 119–141.
8. Spinoni J. Climate of the Carpathian Region in 1961-2010: Climatologies and Trends of Ten Variables / J. Spinoni and the CARPATCLIM project team (39 authors) // *International Journal of Climatology*. – 2015. – Vol. 35, Iss. 7. – P. 1322–1341.
9. Мкртчян О. Інтерполяція даних метеоспостережень кількостей опадів та інших кліматичних змінних методом регресійного кригінгу / О. Мкртчян, П. Шубер // *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр.* – 2013. – Вип. 42. – С. 258-264.
10. Мкртчян О. Методика геопросторового моделювання та картування кліматичних характеристик за даними спостережень метеостанцій / О. Мкртчян, П. Шубер // *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр.* – 2011. – Вип. 39. – С. 245-253.
11. Національний атлас України. – К.: ДНВП “Картографія”, 2007.

References:

1. Diodato, N., Ceccarelli, M. (2005). Interpolation processes using multivariate geostatistics for mapping of climatological precipitation mean in the Sannio Mountains (southern Italy). *Earth Surface Processes and Landforms*, 30 (3), 259–268.
2. Goovaerts, P. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228, 113–129.
3. Hengl, T. (2009). A practical guide to geostatistical mapping. Amsterdam: University of Amsterdam, 291.
4. Jarvis, A., Reuter, H. I., Nelson, A., Guevara, E. (2008). Hole-filled seamless SRTM data v4. International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Available at: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
5. Klein Tank, A. M. G., et al. (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *Int. J. of Climatol.*, 22, 1441-1453.
6. Lloyd, C. D. (2005). Assessing the effect of integrating elevation data into the estimation of monthly precipitation in Great Britain. *Journal of Hydrology*, 308 (1–4), 128–150.
7. Phillips, D. L., Dolph, J., Marks, D. (1992). A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain *Agric. For. Meteorol.*, 58, 119–141.
8. Spinoni, J., the CARPATCLIM project team (39 authors). (2015). Climate of the Carpathian Region in 1961-2010: Climatologies and Trends of Ten Variables *International Journal of Climatology*, 35 (7), 1322–1341.
9. Mkrтчian, A., Shuber, P. (2013). Interpolyaciya dany`x meteosposterezhen` kil`kostej opadiv ta inshy`x klimaty`chny`x zminny`x metodom regresijnogo kry`g`ing`u [Interpolation of weather observation data on precipitation and other climatic variables by the regression kriging method]. *Visnyk of Lviv University. Ser. geogr.*, 42, 258-264.
10. Mkrтчian, A., Shuber, P. (2011). Metody`ka geoprostorovogo modelyuvannya ta kartuvannya klimaty`chny`x karaktery`sty`k za dany`my` sposterezhen` meteostancij [Methods of geospatial modeling and mapping of climatic characteristics from the meteorologic stations records]. *Visnyk of Lviv University. Ser. geogr.*, 39, 245-253.
11. Nacional`ny`j atlas Ukrayiny` [National atlas of Ukraine]. (2007). Ky`yiv : DNVP “Kartografiya”.

УДК 912.648:911.9

Anastasiia Splodytel, postgraduate student

e-mail: asplodytel@gmail.com

Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine

THREE-DIMENSIONAL MODELING OF THE TERRITORY AND WATER AREA OF NATIONAL NATURE PARK «NYZHOSULSKYI» USING GIS

The article presents the experience in developing digital elevation models (DEMs) of Sul'ska Cove's territory and water area near the national park «Nyzhnosul'skyy». General digital models were created using existing topographic and bathymetric maps. The processing and data visualization were performed with GIS technologies applications. DEMs present as the basis for a comprehensive study of the national park's landscape diversity as well as means of fundamental ways of its functioning and activity optimization.

The required usage of 3D-modeling representation of NNP «Nyzhnosul'skyy» is explained by its better visualization and interpretation of the data. In general, it allows information exchange about the changes of the environmental objects under research. At the same time, it decreases a list of applied tasks which were not possible to be solved using two dimensional data. The tasks which can be solved with the help of digital elevation modeling are very different, especially the following:

- inclination and slope exposure calculation;
- analysis of the runoff area;
- the network of thalwegs and watersheds network generalization, generation of the form a carcass relief system, special points and lines of the relief, local minima (depression) and local maxima;
- ortho-correction of the images;
- measuring the areas and volumes, received from the surface profiles;
- viewing the data in three dimensions, virtual flights creation and light-and-shadow models;
- precise definition of the space and geographical coordinates of the objects;
- combining thematic layers of the digital map, especially air- and space shots using 3D objects;
- performing the realistic representation of the territory and virtual mobility as to the model;
- the analysis of the visibility zones;
- conducting the extrapolation of the longitude points

DEMs of the surface and the based map are integrated into one map, using the common scale for depths and altitudes which gives a better image of the territory (and water area) of the NNP. The creation of this model permits to define the flooded area and to predict the changes in landscape structure of the territory. The relative DEM from Sula Cove's water area bottom was created based on that data. Using the cartographical composition, the separation of the water landscapes of different types with the complex analysis of the bottom and special biota distribution will be provided.

Keywords: digital elevation models (DEM), national nature park, landscape diversity.

Анастасія Сплодител

ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ТА АКВАТОРІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «НИЖНЬОСУЛЬСЬКИЙ» З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС

У статті викладено досвід розробки цифрових моделей рельєфу (ЦМР) території та акваторії Сульської затоки у районі національного природного парку «Нижньосульський». Оглядові цифрові моделі створено із використанням існуючих топографічних та батиметричних карт. При обробці та візуалізації даних застосовані геоінформаційні технології. ЦМР слугують основою для комплексного вивчення ландшафтного різноманіття національного парку та обґрунтування шляхів оптимізації його діяльності.

Ключові слова: цифрові моделі рельєфу (ЦМР), національний природний парк, ландшафтне різноманіття.

Анастасія Сплодител

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ И АКВАТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «НИЖНЕСУЛЬСКИЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

В статье изложен опыт разработки цифровых моделей рельефа (ЦМР) территории и акватории Сульского залива в районе национального природного парка «Нижнесульский». Обзорные цифровые модели созданы с использованием существующих топографических и батиметрических карт. При обработке и визуализации данных применены геоинформационные технологии. ЦМР служат основой для комплексного изучения ландшафтного разнообразия национального парка и обоснования путей оптимизации его деятельности.

Ключевые слова: цифровые модели рельефа (ЦМР), национальный природный парк, ландшафтное разнообразие.

Introduction. Presentation of the landscape researches of national nature parks (NNP) is better to be shown in digital format based on con-

struction of digital elevation models (DEM). The actuality of the application of three-dimensional modeling in natural environment researches of

the NNP is due to the fact that it provides greater visibility and data interpretation, as well as it is the best way to provide the information about changes in the landscape of the observable area. It allows to solve a number of applied tasks, impossible without using two-dimensional data.

By applying DEMs, there are various problems which can be solved: inclination and slope exposure calculation; analysis of the runoff area; modeling of flooding territories, analysis of visibility/invisibility; building three-dimensional images, including block diagrams, cross-sectional profiles, evaluation forms of slopes created by the curvature of the cross and longitudinal section; thalwegs and watersheds network generates a carcass relief system, special points and lines of the relief, local minima (depressions) and local maxima etc. [3,6,8,14,15]. The use of GIS technologies in the study of the landscape structure of NNPs can enrich the content and direction of the applied and regional research.

Brief review of publications and researches on the subject. The problem of 3D reliefs models visualizing is a subject of many scientific papers, in particular, works by the national scientist I.J. Vasylykha [2] were deeply considered. Researches on this subject were provided also by the following scientists: H. V. Burshtynska [1], A. A. Glotov [3], C. Kuzyk [5], O. R. Musin [8], A. Mkrtchyan [9], J. G. Puzachenko [10] Filatov, V. [13], Chromih, V. [15] and others. This problem is considered more widely by V. N. Filatov and K. Mazur, works of whom are dedicated to the problems of spatial display areas, by G. Y. Firsov [14], whose work is devoted to creating DEMs of the bottom basins. The algorithm of modeling and digital approximation methods of surface were developed by Karl Kraus, R. Finsterwalder. Theoretical description and usage of DEM in GIS systems were highlighted in the works of B. I. Suhovirsky [12].

The aim of the article is to analyze the usage of technical methods and results of creating digital elevation model (DEM) for the national nature park (NNP) «Nyzhniosulskyi», to study the possibilities of their usage and optimization, and also to examine the software, which was used to create them.

Results and discussion. Digital elevation models, identified as mathematical interpretations of the terrain, based on a discrete set of reference points, allow virtual recreation of the actual surface and its structure with required accuracy. To solve these tasks the DEMs with different

horizontal and vertical accuracy are required. The sources of information, required to build DEMs are topographic maps, stereos of aero images and satellite images. People receive data to create DEMs from photogrammetric measurements, geodetic photos, horizontal scanning on maps with results in digital form, materials of distant sounding or using other systems, which give spatial coordinates and high levels of the area points.

Nowadays, quite a large number of software products have been used for creation and analysis of DEMs. In this study 3D Analyst GIS-package ArcGIS (ESRI) has been used. This package contains a lot of advantages because it allows texturing the surface, putting additional objects, conducting the scene's calculation in real time and maintaining map coordinate systems and projections. In fact, it complements the products of ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) with instruments for creation and surface analysis, and also with two applications for creation and presentation of three-dimensional models: ArcScene (local areas of territory) and ArcGlobe (planetary scale models). As well as the whole line of ArcGIS, the module of 3D Analyst is developed based on the COM-model and uses basic components of ArcObjects which allows to apply the prepared data with analytical functions and means of three-dimensional visualization for creation local and server GIS-applications. 3D Analyst gives many opportunities for highly accurate modeling of little areas using TIN models. TIN models are usually used for accurate modeling of small areas. For TIN-model creation one or more layers are needed, which have the date of absolute altitudes in the attributive table.

Construction of the digital elevation model of the national nature park «Nyzhniosulskyi» territory is based on application of topographic maps with the scale 1:50 000. The surface of the area is generally undulating and slowly decreases to the southwest. The area along the inside part of the floodplain, which has marks of the absolute altitude — 60–79, lies in the lowest point. Decrease within the territory of the research is uneven. Layering of the relief is caused by greater intensity of lifting in north parts. The minimum value of the altitude in the represented area is 79.3 m, maximum is 141.7 m. Horizontals on the map are drawn in 5 m considering additional horizontals.

In this paper the layer of horizontals (linear layer) was used. From the beginning, the downloaded layers had been exported from the EasyTrace. Layers include linear objects (thick horizontals, basic,

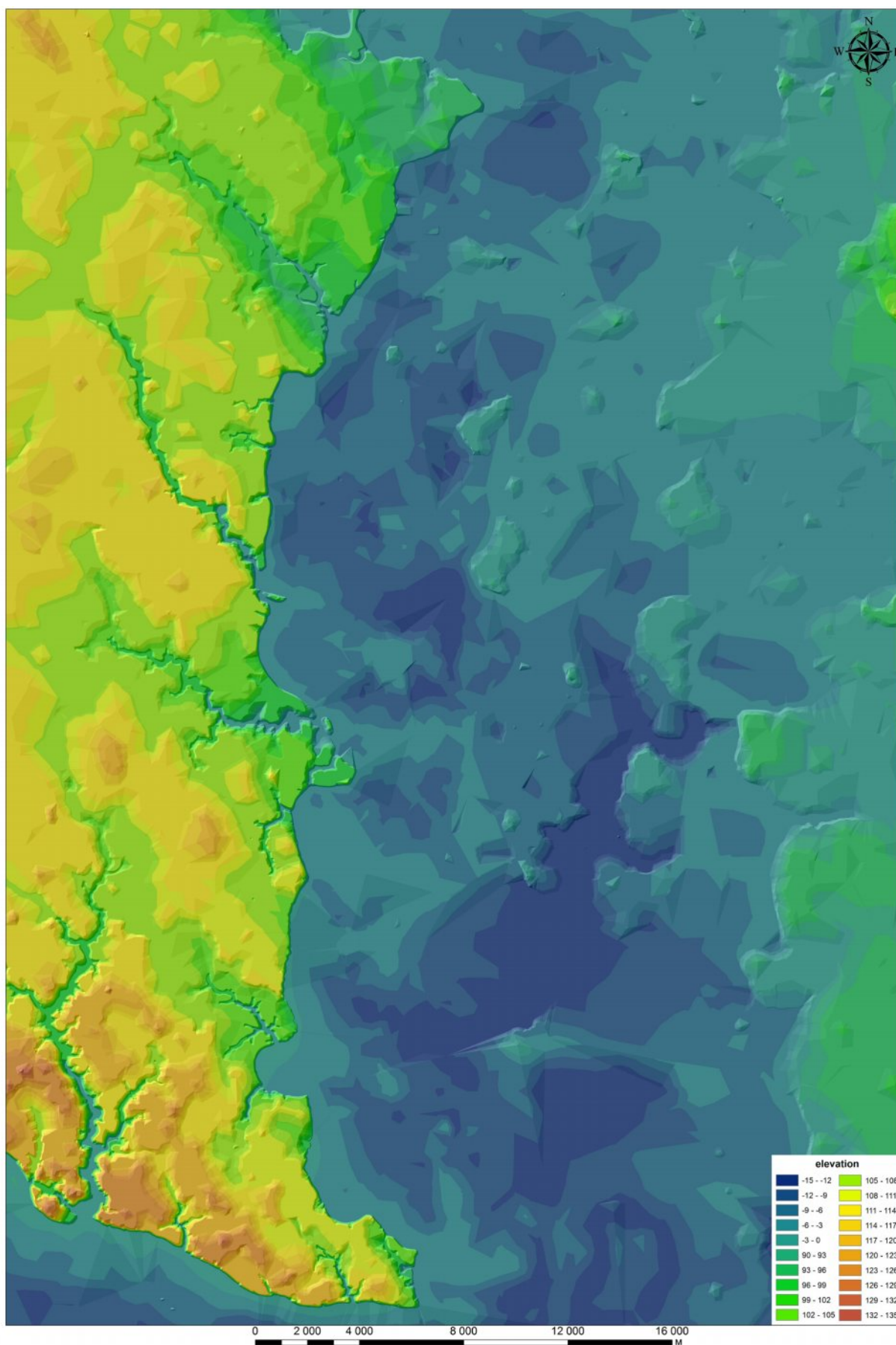


Fig. 1. Digital elevation model of the national park «Nyzhnosulskyy»

additional, landforms such as ravines, rills, pits, screes, precipices) and polygonal objects (landforms). The next step requires horizontals' combination in one layer. In this case function "merger" should be implemented and saved with other layers. Next part is to fill the table with the required attribute information: the name, height and horizontal topo-code. To construct the TIN-model series of commands should be done: Arc Toolbox — 3D Analyst Tools — Tin Management — CreateTin. After that the layer and the margin of the height should be selected, based on which the future TIN-model will be constructed [7].

In model construction a legend edition is also required (in layer's features Symbology should be chosen). ArcMap gives wide opportunities for image elevation (color scales) and classification (Classify option). Any numbers of gradations and any intervals between them can be set, colour scales are also editable. By that part of the work TIN-model can be modified and refined by adding new layers of any types that have absolute heights in their attributes. The program Arc Scene, which is part of a full-featured GIS package Arc GIS, was created to build three-dimensional models of computer animations based on Arc GIS data. The first step is to create three-dimensional models from downloaded DTM (TIN or GRID) by using the command Add Data, then to click twice on the name of the added layer of DEM, and to choose the style of model displaying [6–7] in Layer Attributes panel. Vector layers of the scene must be added: relief and relief forms. To display an added vector layer, it is required to open Layer Attributes panel and to choose the symbols. It should be mentioned that new data in Arc Scene are loaded not over the three-dimensional model of relief, but under it — on the zero plane [7,11].

Construction of the digital elevation model of the national nature park «Nyzhnosulskyi» water area bottom belongs to a particular group of works, which addresses the interpretation of the relief of the NNP (National Natural Park) «Nyzhnosulskyi». It was integrated into the DEM (digital elevation model) of the studied area surface using a raster calculator, which is a powerful tool in the Spatial Analyst. These two models — the surface one and the bottom one are integrated into a single map with the general scale of the heights and depths, giving a whole view of the territory (and waters) of the NNP (Fig. 1).

In perspectives, construction of this model will allow to define the flooded areas and to predict

changes in the landscape structure of the territory. This problem is relevant for various reasons, particularly due to dynamic changes of water in the Kremenchug reservoir.

The idea of more detailed study of water topography near the Sula in the NNP «Nyzhnosulskyi» area appeared as a result of the previous work organized during landscape field works (July–October 2015). Paying attention on the fact that about 70% of the park is the water surface, the necessity of a large research is clear. Landscape conditions of the NPP are determined by a complex of interactions where biotic and abiotic components are in a unity. Abiotic components (hydrological, hydrophysical, hydrochemical regimes) are shaped by the river Sula and waters of Kremenchug reservoir, creating a unique landscape. The process of interaction of the system is unstable in time because the conditions of the lower landscapes of the Sula is characterized by complexity and dynamics, and requires more detailed study and regular monitoring.

Data processing of measurements of the river depth as well as specifying contours had been made by the data of the waters depths in the studied area using navigational maps and measurement works conducted by the Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine in 2012–2013.

Processing of these data was conducted by «Topo to Raster» tool in Spatial Analyst [7]. Based on the data, relatively detailed DEM of the Sulka Cove bottom waters were developed. Defining different types of water landscapes with the complex analysis of the bottom and spatial distribution of biota will be done based on the map.

Conclusions. Digital elevation model of NPP «Nyzhnosulskyi» is an important instrument that provides a lot of measurements to solve many scientific problems: efficient organization of natural resources usage, prediction and evaluation of potential threats, environmental monitoring and improving functional and zoning regime. The usage of specialized morphometric analysis with basic geospatial base will permit to build distributed geographical information systems with analytical elements. Geoprocessing tools and web-services will allow us to obtain the information from different spatial processes online and make management decisions more effective.

*Reviewer: PhD in Geography,
Senior Research Scientist L. Yu. Sorokina*

Список використаних джерел:

1. Бурштинська Х. Цифрове моделювання рельєфу з використанням ПЗ Surfer та ГІС ArcGis / Х. Бурштинська, О. Дорожинський, П. Зазуляк, О. Заєць // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2003. – Вип. 63. – С. 196-200.
2. Василюха І. Особливості цифрового моделювання складних типів рельєфу / І. Ю. Василюха // Геодезія, картографія та аерофотознімання. – 2007. – Вип. 68. – С. 269-279.
3. Глотов А. Геоинформационное моделирование долинно-речных ландшафтов Среднерусской лесостепи / А. А. Глотов, В. Б. Михно // Вестник ВГУ. – 2013. – Вип. 1. – С. 47-52.
4. Дорожинський О. Л. Фотограмметрія / О. Л. Дорожинський, Р. Тукай. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
5. Кузик З. Цифрове моделювання рельєфу засобами ГІС-технологій для Національного Карпатського заповідника «Сколівські Бескиди» / З. Кузик // Зб. наук. пр. Зах. геодез. т-ва УТГК. – 2010. – Вип. 1. – С. 242-246.
6. Луцанова А. М. Особливості створення та візуалізації 3D моделей рельєфу за допомогою сучасних програмних продуктів / А. М. Луцанова // Часопис картографії. – 2013. – Вип. 7. – С. 44-52.
7. Митчелл Э. Руководство ESRI по ГИС анализу. Географические закономерности и взаимодействия / Э. Митчелл. – М: МГУ, 2001. – 190 с.
8. Мусин О. Р. Цифровые модели для ГИС / О.Р. Мусин // Информационный бюллетень ГИС Ассоциации. – 1998. – Вип. 4(16)-5(17). – С.28-29.
9. Мкртчян О. С. Принципи автоматизованого ландшафтно-екологічного картування [Електронний ресурс] / О. С. Мкртчян. – Режим доступу : <http://www.lnu.edu.ua/faculty/geography/Strukt/Biblio/alphavit/Ukr/Ukr%20M/Mkrtchian/12.pdf>
10. Пузаченко Ю. Г. Многовариантность картографического отображения ландшафта / Ю. Г. Пузаченко, Д. Н. Козлов // Материалы XI международной ландшафтной конференции «Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика». – 2006. – С. 123-125.
11. Сінна О. І. Тривимірне моделювання за допомогою ГІС та його використання у ландшафтно-екологічних дослідженнях [Електронний ресурс] / О. І. Сінна. – Режим доступу: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/4102>.
12. Суховірський Б. І. Географічні інформаційні системи / Б. І. Суховірський. – Чернігів: Державний інститут економіки і управління, 2000. – 196 с.
13. Филатов В. Н. Основные проблемы пространственного представления местности в цифровых картографических изделиях / В. Н. Филатов, К. В. Мазур // Геодезия и картография. – 2007. – Вип. 4. – С. 35-38.
14. Фирсов Г. Ю. Цифровые модели рельефа дна в электронной геодезии / Г. Ю. Фирсов // Геодезия и картография. – 2008. – Вип. 4. – С. 49-53.
15. Хромых В. В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие / В. В. Хромых, О. В. Хромых. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 164 с.

References:

1. Burshty`ns`ka, X., Dorozhy`ns`ky`j, O., Zazulyak, P., Zayecz` O. (2003). Cy`frove modelyuvannya rel`yefu z vy`kory`stannyam PZ Surfer ta GIS ArcGis [Digital terrain modeling using Surfer and ArcGIS software]. Geodesy, cartography and aerial photography, 63, 196-200.
2. Vasy`ly`xa, I. (2007). Osobly`vosti cy`frovogo modelyuvannya skladny`x ty`piv rel`yefu [Special features of digital modeling of complex terrain types]. Geodesy, cartography and aerial photography, 68, 269-279.
3. Glotov, A. A., Mihno, V. B. (2013). Geoinformacionnoe modelirovanie dolinno-rechnyh landshaftov Srednerusskoj lesostepi [GIS modeling of valleys and river landscapes of Central Russian forest]. Vestnyk VHU, 1, 47-52.
4. Dorozhy`ns`ky`j, O. L., Tukaj, R. (2008). Fotogrammetriya [Photogrammetry]. L`viv, Ukraine: Vy`davny`cztvo Nacional`nogo univerty`tetu «L`vivs`ka politexnika», 332.
5. Kuzy`k, Z. (2010). Cy`frove modelyuvannya rel`yefu zasobamy` GIS-texnologij dlya Nacional`nogo Karpats`kogo zapovidny`ka «Skolivs`ki Besky`dy`» [Digital terrain modeling by means of GIS technology for the National Carpathian reserve “Skolivski Beskydy”]. Scientific Papers of the Western geodesic association UGCA, 242.
6. Luczanova, A. M. (2013). Osobly`vosti stvorenniya ta vizualizaciyi 3D modelej rel`yefu za dopomogoyu suchasny`x programny`x produktiv [Special features of creation and visualization of 3D terrain models using modern software]. Journal of Cartography, 7, 44-52.
7. Mitchell, Je. (2001). Rukovodstvo ESRI po HYS analyzu. Geograficheskie zakonomernosti i vzaimodejstvija [The ESRI Guide to GIS Analysis. Geographic laws and interaction]. Moscow, Russia: MGU, 190.

8. Musin O. R. (1998). Cifrovye modeli dlja GIS [Digital models for GIS]. Newsletter of the GIS Association, 4(16)-5(17), 28-29.
9. Mkrtchyan, O. S. Pry`ncy`py` avtomaty`zovanogo landshaftno-ekologichnogo kartuvannya [Principles of automated landscape and environmental mapping]. Available at : <http://www.lnu.edu.ua/faculty/geography/Strukt/Biblio/alphavit/Ukr/Ukr%20M/Mkrtchian/12.pdf>
10. Puzachenko, Ju. G., Kozlov, D. N. (2006). Mnogovariantnost' kartograficheskogo otobrazhenija landshafta [Multivariancy of landscape mapping]. Proceedings of the XI International Conference of landscape «Landscape Science: theory, methods, regional studies, practice», 123-125.
11. Sinna, O. I. (2011). Try`vy`mirne modelyuvannya za dopomogoyu GIS ta jogy`kory`stannya ulandshaftno-ekologichny`x doslidzhennyax [Three-dimensional modeling using GIS and its application in landscape and environmental studies]. Available at: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/4102>.
12. Suxovirs`ky`j, B. I. (2000). Geografichni informacijni sy`stemy` [Geographic Information Systems]. Chernigiv, Ukraine: Derzhavny`j insty`t ekonomiky` i upravlinnya, 196.
13. Filatov, V. N., Mazur, K. V. (2007). Osnovnye problemy prostranstvennogo predstavlenija mestnosti v cifrovih kartograficheskikh izdelijah [The main problems of spatial representation of the area in digital map products]. Geodesy and Cartography, 4, 35-38.
14. Firsov, G. Ju. (2008). Cifrovye modeli rel'efa dna v jelektronnoj geodezii [Digital models of bottom terrain in electronic surveying]. Geodesy and Cartography, 4, 49-53.
15. Hromyh, V. V., Hromyh, O. V. (2007). Cifrovye modeli rel'efa: Uchebnoe posobie [Digital terrain models : tutorial]. Tomsk, Russia: TML-Press, 164.

НАШІ АВТОРИ

Агапова Олена Леонтіївна – аспірант кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Бодня Оксана Вікторівна – кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Браславська Оксана Володимирівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри географії та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Гнеденко Ангеліна Євгеніївна – магістрантка першого року навчання кафедри біогеографії географічного факультету МДУ ім. М. В. Ломоносова.

Грищенко Михайло Юрійович – кандидат географічних наук, науковий співробітник кафедри картографії та геоінформатики географічного факультету МДУ ім. М. В. Ломоносова.

Константінов Павло Ігоревич – кандидат географічних наук, старший викладач кафедри метеорології та кліматології географічного факультету МДУ ім. М. В. Ломоносова.

Макаревич Ілона Миколаївна – аспірант Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Мкртчян Олександр Сергійович – кандидат географічних наук, доцент кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка.

Овчаренко Аліна Юріївна – бакалавр географії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Олійников Іван Андрійович – бакалавр географії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Рожі Інна Георгіївна – аспірант Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Романовська Юлія Іванівна – студентка навчально-наукового інституту агроєкології та землеустрою Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне

Сінна Олена Іванівна – кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії та картографії факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Сплодитель Анастасія Олегівна – аспірант Інституту географії НАН України

Шульган Роман Богданович – кандидат технічних наук, доцент кафедри землеустрою, кадастру, моніторингу земель та геоінформатики Національного університету водного господарства та природокористування, м.Рівне

Янчук Олександр Євгенович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЗМІСТ

Олена Агапова КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МАЛИХ РІЧОК ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ.....3	Alexander Mkrtchian PROCESSING AND GEOSTATISTICAL INTERPOLATION OF DATA ON ANNUAL PRECIPITATION FOR THE METEOSTATIONS OF WESTERN UKRAINE.....47
Ілона Макаревич ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ.....10	Anastasiia Splodytel THREE-DIMENSIONAL MODELING OF THE TERRITORY AND WATER AREA OF NATIONAL NATURE PARK «NYZHNOSULSKYI» USING GIS.....53
Оксана Бодня, Олена Сінна, Іван Олійников, Аліна Овчаренко ЛАНДШАФТНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ» ЗАСОБАМИ МОБІЛЬНИХ, НАСТІЛЬНИХ ТА ВЕБ-ДОДАТКІВ ARCGIS.....15	
Михаил Грищенко, Ангелина Гнеденко ДЕШИФРИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА КУНАШИР ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ ОЧЕНЬ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ....22	
Михаил Грищенко, Павел Константинов ДЕШИФРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ОСТРОВА ТЕПЛА МОСКВЫ ПО ТЕПЛОВЫМ КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С РЕСУРСНЫХ СПУТНИКОВ.....27	
Інна Рожі, Оксана Браславська ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ПРИ ПЛАНУВАННІ НАВЧАЛЬНИХ ТУРИСТСЬКО- КРАЄЗНАВЧИХ МАРШРУТІВ НА ПРИКЛАДІ МІСТА УМАНЬ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....34	
Роман Шульган, Олександр Янчук, Юлія Романовська ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВПОРЯДКУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗГІДНО З НАБОРОМ ОЗНАК ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКОНОМІКО- ПЛАНУВАЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ.....41	

Тези доповідей, збірники матеріалів та збірники наукових праць, які видані за тематикою Міжнародних наукових конференцій (до 2011 р. — семінарів), що проводяться щороку на кафедрі фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна — опорній кафедрі (методичному центрі) з дисциплін картографо-топографічного циклу для університетів, які входять до Євразійської асоціації і здійснюють підготовку бакалаврів, спеціалістів та магістрів географії:

1. Досвід удосконалення навчального процесу з топографії та картографії на географічних факультетах університетів: Тези доп. Міжуніверситет. навч.-метод. семінару, Харків, травень 1993 р. — Х., 1993. — 45 с.

2. Сучасний стан та перспективи вивчення географії рідного краю у школах: Тези доп. Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 12–16 вересня 1994 р. — Х., 1994. — 141 с.

3. Шкільна топографія та картографія: реалії та перспективи: Тези доп. і повідом. наук.-метод. семінару викладачів ун-тів та засідання секції географічної картографії Навчально-методичної ради з географії Євразійської асоціації університетів, Харків, 12–15 вересня 1995 р. — Х., 1995. — 90 с.

4. Безперервна географічна освіта (дошкільна, шкільна, вузівська, післядипломна): нове у змісті і методиці: Матеріали III Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 9–13 вересня 1996 р. — Х., 1996. — 121 с.

5. Посилення практичної підготовки студентів-географів з топографії і картографії та координації і результативності досліджень з географічної картографії на картографічних кафедрах державних університетів: Матеріали 3-го Міжнарод. наук.-метод. семінару викладачів топографії та картографії держ. ун-тів, Харків, 7–11 липня 1997 р. — Х., 1997. — 80 с.

6. Безперервна географічна освіта: інноваційні методи і технології: Матеріали IV Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 13–17 вересня 1998 р. — Х., 1998. — 148 с.

7. Науково-методичне забезпечення навчального процесу з топографії і картографії на факультетах університетів та в школах з поглибленим вивченням географії: Матеріали 4-го Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 14–17 вересня 1999 р. — Х., 1999. — 140 с.

8. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К.: Антекс, 2000. — Вип. 1. — 208 с.

9. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Вінниця: Антекс, 2001. — Вип. 2. — 240 с.

10. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. — Вінниця: Консоль, 2002. — Вип. 3. — 338 с.
11. Модернізація і реформування середньої, вищої і післядипломної географічної та картографічної освіти в країнах СНД: досвід, проблеми, перспективи: Матеріали 12-го Міжнарод. наук.-метод. семінару, Харків, 8–12 вересня 2003 р. — Вінниця: Антекс-У Лтд., 2003. — 376 с.
12. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. — Вінниця: Антекс-УЛТД, 2004. — Вип. 4. — 300 с.
13. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2005. — Вип. 5. — 208 с.
14. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2006. — Вип. 6. — 240 с.
15. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2007. — Вип. 7. — 208 с.
16. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2008. — Вип. 8. — 324 с.
17. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2009. — Вип. 9. — 264 с.
18. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — К: Інститут передових технологій, 2009. — Вип. 10. — 248 с.
19. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. — Вип. 11. — 188 с.
20. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. — Вип. 12. — 216 с.
21. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. — Вип. 13. — 118 с.
22. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. — Вип. 14. — 128 с.
23. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. — Вип. 15. — 120 с.
24. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. — Вип. 16. — 138 с.

25. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. — Вип. 17. — 74 с.
26. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. — Вип. 18. — 186 с.
27. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. — Вип. 19. — 124 с.
28. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. — Вип. 20. — 166 с.
29. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. — Вип. 21. — 92 с.
30. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. — Вип. 22. — 150 с.



Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет геології, географії, рекреації і туризму

КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ ТА КАРТОГРАФІЇ

Кафедра бере свої витoki від кафедри статистики і географії Держави Російської Харківського імператорського університету відповідно до його першого Статуту 1804 року. В різні роки кафедру очолювали професори А. М. Краснов, О. А. Івановський, І. І. Попов, Г. П. Дубинський, І. Ю. Левицький.





Сьогодні кафедра здійснює підготовку бакалаврів за напрямом «Географія» та магістрів і спеціалістів і магістрів за напрямками «Географія», «Географія рекреації та туризму» за спеціалізаціями: «Кадастр і моніторинг земель», «Краєзнавство і туризм», «Географічна картографія», «Фізична географія та геоecологія», «Фізична географія і гідрометеорологія», «Менеджмент освіти».

Фахову підготовку здійснюють 2 професори, доктори наук; 2 професори, кандидати наук, 6 доцентів, кандидатів наук; 7 старших викладачів та наукові співробітники.

Випускники кафедри працюють викладачами в освітніх закладах, спеціалістами у географічних, гідрометеорологічних, екологічних і природоохоронних установах, у науково-дослідних інститутах, у державних і приватних установах та підприємствах картографо-геодезичного, земельно-кадастрового, туристичного і краєзнавчого профілів, у державних органах влади.

Завідує кафедрою д. геогр. н., професор Пересадько Віліна Анатоліївна.

Контактна інформація:

-  Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022
-  physgeo@karazin.ua
-  +38-057-707-55-60
-  physgeo.univer.kharkov.ua

Наукове видання

**ПРОБЛЕМИ
БЕЗПЕРЕРВНОЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ
І КАРТОГРАФІЇ**

Збірник наукових праць

Випуск 23

Українською, російською та англійською мовами

Комп'ютерне верстання К.Ю. Аксьонов, О.В. Бодня

Макет обкладинки В.С. Попов, О.В. Волковая

Формат 60x84/8. Ум. друк. арк. 7, 67. Тираж 100 пр.

Видавець і виготовлювач

Друкарня ФОП Олейнікова Ю.В.

м. Харків, вул. Енгельса, 29А.

Тел.: +38(057) 7-529-729, +38(057) 764-63-54

Свідоцтво про реєстрацію:

серія ХК, №163 від 20.12.2005 р.