

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 м<sup>3</sup>/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, представленої 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)



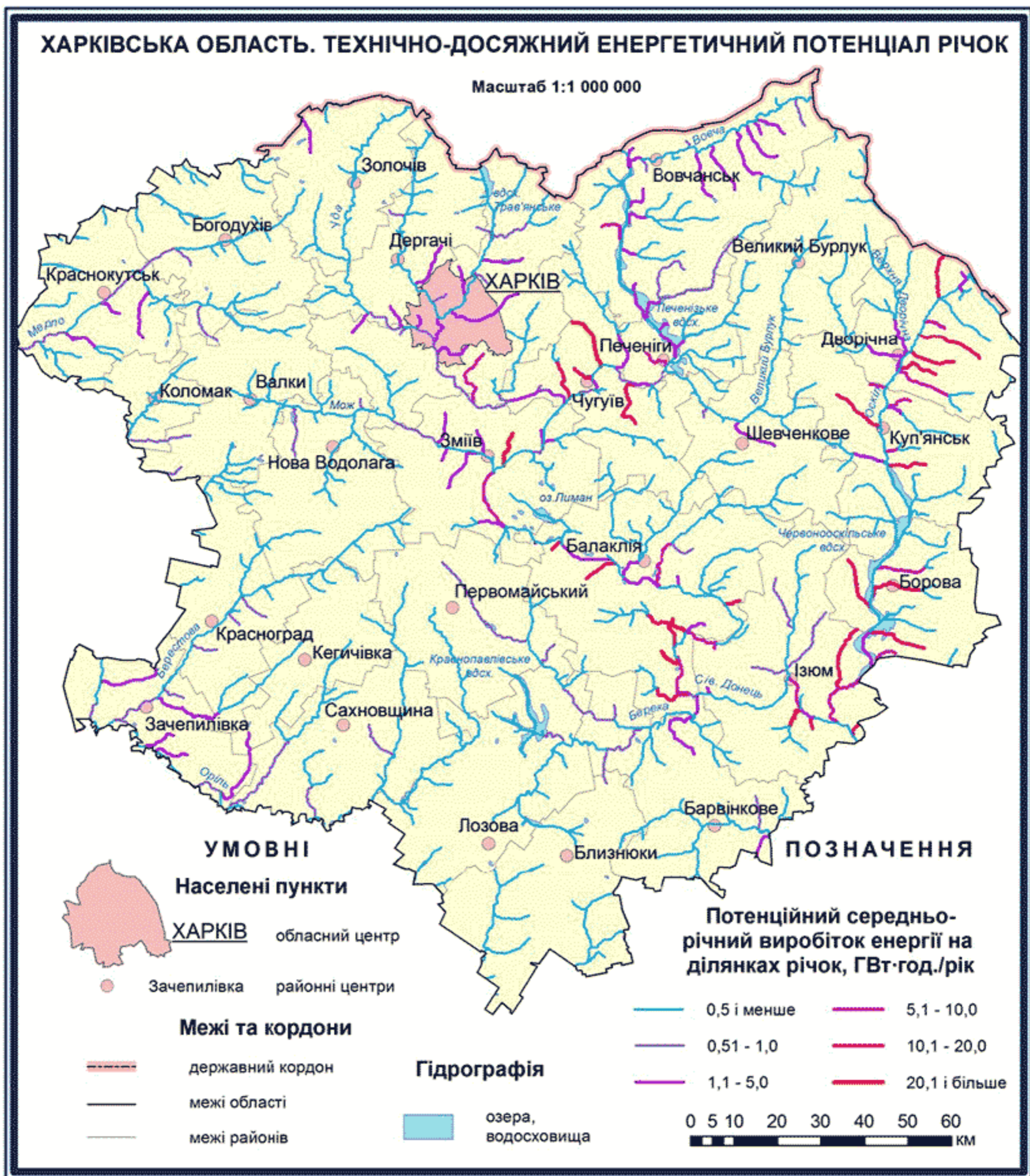


Рис. 3. Карта «Харківська область. Технічно-досяжний енергетичний потенціал річок» (масштаб зменшено)

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. Исследована 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.