

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОГРАФІЇ

**АГАПОВА Олена Леонтіївна**

УДК 528.9:620.92

**КАРТОГРАФУВАННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ  
ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ**

11.00.12 – географічна картографія

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук

Київ – 2016

## Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі фізичної географії та картографії  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор географічних наук, професор  
**Пересадько Віліна Анатоліївна**,  
Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, професор кафедри фізичної  
географії та картографії, декан факультету  
геології, географії, рекреації і туризму

**Офіційні опоненти:** доктор географічних наук, професор  
**Бондаренко Едуард Леонідович**,  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка, професор кафедри  
геодезії та картографії

кандидат географічних наук  
**Молочко Вікторія Валеріївна**,  
ДНВП «Картографія»,  
завідувач редакції довідкових  
тематичних атласів та карт України

Захист відбудеться «13» січня 2017 р. о 14:00 год. на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 26.163.01 Інституту географії НАН України за адресою: 01030,  
м. Київ, вул. Володимирська, 44.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту географії НАН  
України за адресою: 01030, м. Київ, вул. Володимирська, 44.

Автореферат розісланий «12» грудня 2016 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат географічних наук

А. А. Мозговий

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження.** Загострення глобальних енергетичних та екологічних проблем у другій половині ХХ століття призвело до пошуків нових джерел енергії. Як наслідок – переважна більшість країн світу спрямовує зусилля на розвиток альтернативної енергетики (АЕ). Трансформація енергетичної галузі господарства, що проявляється у впровадженні технологій використання альтернативних джерел енергії, вимагає вирішення низки завдань законодавчого, технологічного, інформаційного характеру. Для прийняття рішень стосовно можливості і доцільності розвитку того чи іншого напрямку АЕ, необхідне проведення комплексу науково-дослідних робіт щодо наявності ресурсів, їх просторового розподілу та часової динаміки, економічних, соціальних та екологічних факторів, що лімітують розміщення об'єктів галузі.

Застосування картографічного методу дозволяє не тільки інтегрувати і в зручній формі візуалізувати результати проведення вишукувальних робіт з оцінки ресурсного потенціалу АЕ, а й ефективно вирішувати задачі просторової оптимізації галузі. При цьому, попри традиційність картографування природно-ресурсного потенціалу, картографічне забезпечення АЕ має ряд особливостей, не притаманних традиційним (усталеним) напрямкам тематичного картографування, як то: просторово-часова темпоральність об'єктів картографування як їх онтологічна сутність; стохастичність окремих видів альтернативних енергетичних ресурсів (АЕР); нестача у натурних спостереженнях значної частки вихідних характеристик об'єктів картографування і, як наслідок, потреба їх розрахунку із застосуванням математичних і математико-картографічних методів, а також ГІС-аналізу. Наразі практика укладання картографічних творів для потреб АЕ значно випереджає теорію, що часто призводить до зниження якості й інформативної цінності таких карт і атласів. У зв'язку з цим розробка концепції і методики картографування для потреб АЕ є важливою і актуальною науково-практичною задачею.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тематика дисертаційного дослідження пов'язана з прийнятими в Україні законодавчими, нормативно-правовими актами та програмними документами, спрямованими на розвиток АЕ: Енергетичною стратегією України до 2030 р., схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1071-р від 24 липня 2013 р., Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р., Державною цільовою економічною програмою енергоефективності та розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 рр. Постановою Кабінету міністрів України № 942 від 7 вересня 2011 р. дослідження у сфері АЕ включені до переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок.

Окремі методичні розробки автора реалізовані у науково-дослідній роботі «Карта потреб підвищення енергоефективності малих територіальних громад Харківської та Донецької областей з урахуванням потенціалу нетрадиційних джерел енергії» (2015 р.), № державної реєстрації 0115U002974.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування

концепції і методики картографування для потреб альтернативної енергетики в Україні на національному і регіональному рівнях.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних завдань:

- проаналізувати зарубіжний та вітчизняний досвід, виявити тенденції картографування для потреб АЕ;
- вдосконалити класифікацію карт для потреб АЕ;
- обґрунтувати концепцію картографування для потреб АЕ;
- розробити методику картографування для потреб АЕ;
- розробити модель інформаційного забезпечення картографування для потреб АЕ;
- обґрунтувати структуру системи картографічних творів для потреб АЕ, їх зміст та зображувальні засоби;
- визначити функції та сфери застосування картографічних творів для потреб АЕ;
- здійснити реалізацію методичних розробок шляхом створення експериментальних карт для потреб АЕ.

*Об'єктом дослідження* є альтернативні енергетичні ресурси, об'єкти та потенціал альтернативної енергетики в Україні, а *предметом* – концепція та методика картографування для потреб альтернативної енергетики.

*Методи дослідження.* У процесі виконання дисертаційного дослідження застосовані:

- загальнонаукові методи пізнання: *порівняльно-аналітичний, аналізу та синтезу, узагальнення, хорологічний метод* – у процесі дослідження вітчизняного та зарубіжного досвіду оцінювання та укладання картографічних творів АЕР, під час визначення тенденцій, сутності картографування для потреб АЕ, обґрунтування його концептуальних основ, формулювання висновків; *ієрархічний метод класифікації* – при дослідженні видів джерел енергії та класифікації картографічних творів для потреб АЕ; *метод виділення найближчої родової ознаки та класифікаційних (найбільш суттєвих) ознак*, якими характеризуються досліджувані предмети (явища) і процеси, а також *метод аналогій* – для удосконалення поняттєво-термінологічного апарату області дослідження.

- спеціальнонаукові методи картографії: *метод картографічного моделювання* застосовано у процесі розробки та укладання експериментальних картографічних творів для потреб АЕ; *метод побудови структурно-логічних моделей* – при дослідженні структури об'єкту, логічних зв'язків між об'єктом картографування, методами укладання та напрямками використання карт, у процесі розробки тематичного змісту та системи показників картографічних творів для потреб АЕ; *картографічний метод дослідження* використано під час застосування прийомів математико-картографічного моделювання для побудови карт АЕР; *геоінформаційний метод* – у процесі збору, обробки інформації про ресурси, об'єкти та фактори розвитку АЕ, формування бази геоданих, проведення аналітичних досліджень, компонування карт.

У дисертаційному дослідженні автор спирається на теоретичні та методологічні розробки вітчизняних та зарубіжних вчених у галузі картографії

О. Ф. Асланікашвілі, О. М. Берлянта, Ю. С. Біліч, Т. І. Козаченко, І. Ю. Левицького, О. О. Лютого, Г. О. Пархоменко, В. А. Пересадько, В. П. Разова, Л. Г. Руденка, К. О. Саліщева, В. С. Тікунова, J. Pravda та ін. У процесі розробки методичних основ укладання карт для потреб АЕ враховувався досвід вчених, що досліджували особливості оцінки та картографування АЕР – Н. В. Баденка, Н. С. Бакановічуса, С. А. Величка, О. К. Воронкова, Т. С. Іванова, Ю. Ю. Рафікової, О. С. Третьякова, A. Balance, G. Beardsmore, G. Carroll, D. Elliott, B. Feizizadeh, M. Schwartz, та ін.

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

*Уперше:*

- обґрунтовано концепцію та розроблено методику картографування для потреб АЕ;
- розроблено модель інформаційного забезпечення картографування для потреб АЕ;
- обґрунтовано структуру і зміст системи картографічних творів для потреб АЕ;
- запропоновано підходи до уніфікації показників, характеристик і зображувальних засобів карт АЕ;
- розроблено зразки експериментальних серій карт для пріоритетних напрямків АЕ України;
- обґрунтовано функції і сфери застосування картографічних творів для потреб АЕ.

*Удосконалено:*

- класифікацію карт для потреб АЕ;
- методики застосування інструментів просторового аналізу геоінформаційних систем в процесах укладання карт для потреб АЕ.

*Набули подальшого розвитку:*

- вивчення досвіду картографування для потреб АЕ.

**Практичне значення одержаних результатів.** Концепція картографічного забезпечення АЕ може бути використана при створенні державних програм розвитку АЕ в Україні, методика укладання експериментальних карт – при розробці національної геоінформаційної системи (ГІС) для потреб АЕ. Розроблені у дисертаційній роботі експериментальні серії карт АЕР можуть використовуватися для формування регіональних енергетичних стратегій, для вирішення задач управління та планування розвитку АЕ, а також у навчальній та дослідницькій діяльності.

Розробки автора знайшли практичне впровадження в ході укладання картографічних творів вітроенергетичних ресурсів у рамках науково-дослідної роботи № 0115U002974 «Карта потреб підвищення енергоефективності малих територіальних громад Харківської та Донецької областей з урахуванням потенціалу нетрадиційних джерел енергії» (довідка № 0301-134 від 30 вересня 2016 р.). Результати науково-дослідної роботи, а саме карти вітроенергетичних ресурсів Харківської та Донецької областей, впроваджені у діяльності Громадської організації «Нова енергія» (довідка № 092016-01 від 26 вересня 2016 р.). Серію карт геотермальних ресурсів Закарпатської області використано у роботі Громадської організації «Аналітичний центр регіонального

співробітництва» (довідка № 20/09-01 від 20 вересня 2016 р.)

Наукові положення та окремі практичні результати дослідження впроваджені в навчальний процес Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна на кафедрі фізичної географії та картографії при викладанні курсів «Картографія» та «Тематичне картографування» (довідка № 0202-1093 від 30 вересня 2016 р.).

**Особистий внесок здобувача.** У дисертаційному дослідженні реалізовані авторські ідеї стосовно концепції картографічного забезпечення АЕ, розробки системи картографічних творів для потреб АЕ України. Усі результати отримані автором самостійно. На основі методологічних підходів, викладених у дослідженні, розроблені експериментальні карти АЕР, об'єктів АЕ (електростанцій та підприємств з виробництва альтернативних видів палива), умов та факторів, що впливають на їх розташування.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень, викладені у дисертаційній роботі, доповідались, обговорювались та були опубліковані у матеріалах міжнародних та всеукраїнських форумів і конференцій у 2014-2016 роках: на Міжнародній науково-практичній конференції на тему: «Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results» (м. Братислава, 2016 р.); XXI Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ломоносов» (м. Москва, 2014 р.); XI Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молоді науковці - географічній науці» (м. Київ, 2016 р.); щорічних міжнародних наукових конференціях студентів та аспірантів «Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи», присвячених пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 2014 -2016 рр.); XXIII та XXIV Міжнародних наукових конференціях на тему: «Актуальні проблеми безперервної географічної освіти та картографії» (м. Харків, 2014-2015 рр.); IV Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (м. Харків, 2015 р.); XII Всеукраїнських наукових Таліївських читаннях (м. Харків, 2016 р.); ГІС-форумі 2016 (м. Харків, 2016 р.); III міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки та освіти в умовах глобалізації» (м. Переяслав-Хмельницький, 2015 р.); II міжнародній науково-практичній конференції «Наука і сучасність: виклики глобалізації» (м. Київ, 2016 р.); XV міжнародній заочній конференції «Розвиток науки в XXI столітті» (м. Харків, 2016 р.).

**Публікації.** За темою дисертаційного дослідження опубліковано 16 наукових праць (з них 12 одноосібних) загальним обсягом 5,97 авт. арк., з яких 5,24 авт. арк. належить особисто автору. Серед них 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття – у науковому періодичному виданні іншої держави, 1 стаття – у іншому науковому періодичному виданні та 10 матеріалів і тез наукових конференцій і форумів різного рівня.

**Структура й обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Робота викладена на 230 сторінках (із них – 158 сторінок основного тексту); включає 61 рисунок, 12 таблиць. Список використаних джерел містить 180 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

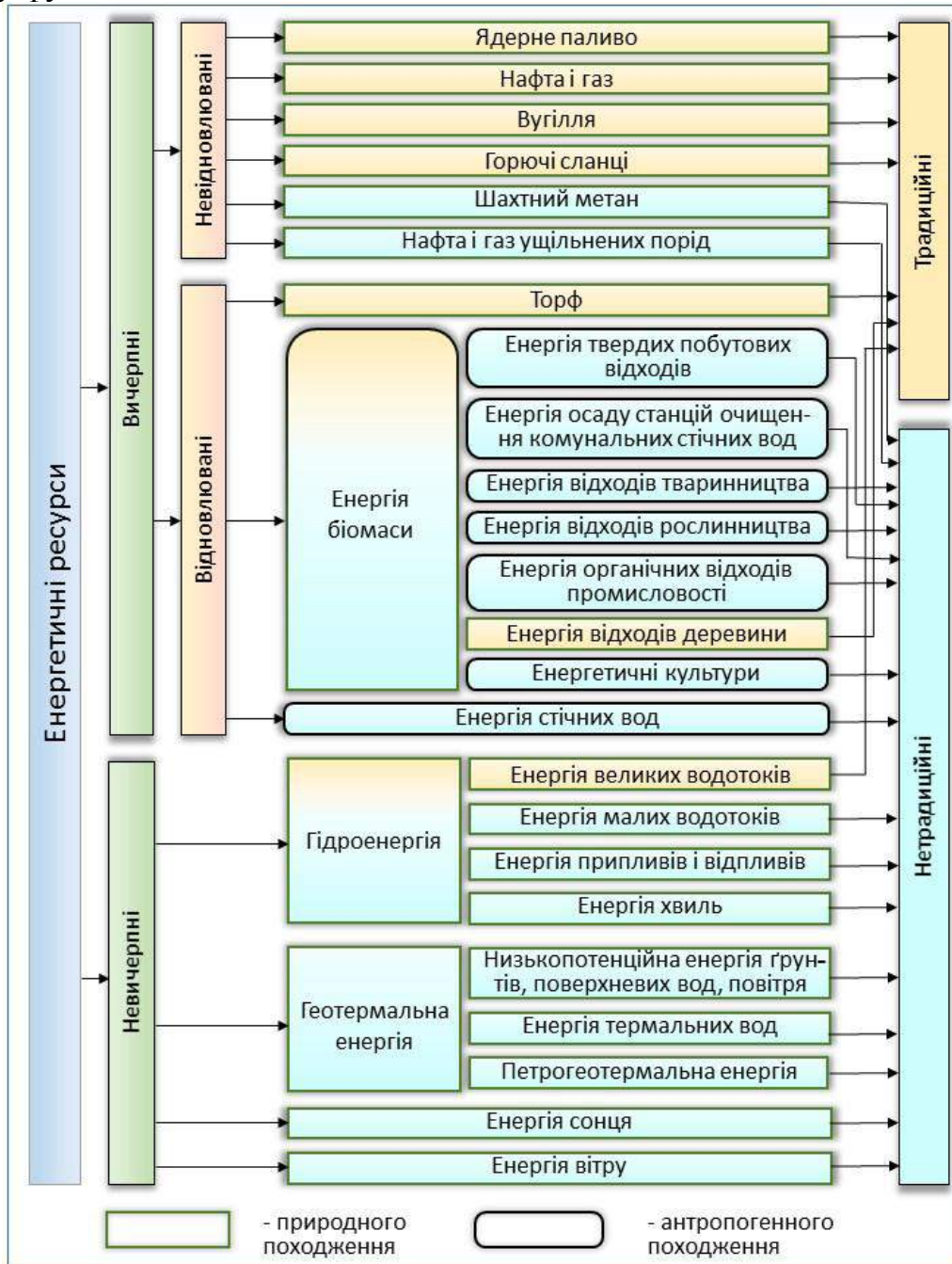
У першому розділі «Альтернативні енергетичні ресурси як об'єкт картографування» проведено аналіз поняттєво-термінологічного апарату альтернативної енергетики, встановлено, що немає однозначного та загальноприйнятого трактування таких понять, як альтернативні, нетрадиційні та відновлювані енергетичні ресурси, існує суттєва розбіжність між поняттєвою базою, що використовується в різних законодавчих та нормативно-правових актах України. Проведена систематизація понять і класифікацій дозволила визначити *нетрадиційні енергетичні ресурси* як такі, що можуть слугувати заміною традиційним, для використання яких застосовують нові види технологій, які на сучасному етапі розвитку суспільства характеризуються низьким рівнем промислового освоєння та не досягли широкого поширення. Поняття нетрадиційні та альтернативні енергетичні ресурси є синонімічними, оскільки останні протиставляються (служать заміником) традиційним.

Запропонована єдина класифікація енергетичних ресурсів (рис. 1), згідно якої до нетрадиційних відносяться всі невичерпні енергетичні ресурси за виключенням гідроенергії великих водотоків, а саме сонячна, вітрова енергія, енергія водних потоків (річок, припливів та відливів, морських і океанічних хвиль та течій), гідро-, гео- та аеротермальна енергія, всі відновлювані – біоенергетичні ресурси (окрім відходів деревини та торфу) та енергія стічних вод, а також частина невідновлюваних, таких як метан вугільних родовищ, нафта та газ ущільнених порід.

Проведені дослідження дозволяють говорити, що АЕР є основним, але не єдиним об'єктом картографування для потреб АЕ. Крім ресурсів, карти для потреб АЕ розкривають структуру й просторову організацію, умови, фактори, стан, перспективи розвитку галузі, її вплив на довкілля. *Картографування для потреб АЕ* визначається як практично орієнтований напрям тематичного картографування, що засобами картографічного моделювання висвітлює ресурси, передумови, стан, перспективи розвитку та наслідки впровадження АЕ з метою забезпечення планування галузі, раціонального та ефективного використання АЕР.

Карти для потреб АЕ охоплюють об'єкти як природної, так і соціально-економічної сфери, тому за тематикою пропонується відносити їх до міжпредметних карт (карт природно-суспільної сфери). Враховуючи багатогранність та специфіку об'єкту картографування для потреб АЕ в межах цього класу пропонується виділяти кілька підкласів карт *за змістом*: - карти об'єктів АЕ (що відображають розміщення тепло- та електростанцій, підприємств виробництва альтернативних видів палива); - карти сучасного та прогнозованого стану розвитку галузей АЕ (вітроенергетики, геліоенергетики, гідроенергетики, геотермальної енергетики, біоенергетики та ін.); - карти АЕР (вітроенергетичних, геліоенергетичних, гідроенергетичних, геотермальних, біоенергетичних ресурсів, нетрадиційних ресурсів нафти та газу, ресурсів надлишкового тиску, руху й тепла речовин на об'єктах промисловості та комунального господарства та ін.); - карти перспективних ділянок розвитку (розташування об'єктів) АЕ та карти оптимізації галузі; - карти впливу АЕ на

довкілля. Картографічні твори АЕ за *призначенням* відносяться до карт господарства та управління, вони можуть бути як вузькоспеціалізованими й використовуватися в управлінській та промислово-планувальній діяльності, так і багатocільовими, останні можуть виконувати інформаційно-пізнавальну, популяризаційну, інвестиційну, виховну, навчально-освітнянську та науково-дослідну функції.



**Рис. 1. Класифікація енергетичних ресурсів**

Другий розділ «Досвід застосування картографічного методу дослідження у вивченні альтернативної енергетики» розкриває результати аналізу зарубіжних та вітчизняних карт для потреб АЕ. Встановлено, що переважача кількість таких карт укладена в науково-дослідних установах та організаціях, що спеціалізуються на вивченні потенціалу АЕР. Основними центрами картографування АЕР можна назвати Національну лабораторію відновлюваних джерел енергії США, Національну лабораторію RISØ Данського

технічного університету, Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії та ін. У період до 2018 р. за підтримки Світового банку впроваджується Ініціатива з картографування АЕР для 12 країн світу (Ефіопії, Лесото, Замбії, Танзанії, Індонезії, Пакистану та ін.). Одним з кращих, на нашу думку, прикладів картографічного твору регіонального рівня, де розглядається комплекс факторів, що обмежують розвиток енергетичної галузі, є електронний «Атлас вітроенергетичних ресурсів департаменту Франції Ізер» (2006 р.).

В Україні карти вітро-, геліо- та геотермальних енергетичних ресурсів державного рівня представлені у «Національному атласі України» (2007 р., Інститут географії НАН України), «Геотермічному атласі України (2004 р., Інститут геофізики імені С. І. Субботіна НАН України), «Атласі енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України» (2001 р., Інститут електродинаміки НАН України). карти обласного рівня, в основному, укладені за окремими видами АЕР, наприклад, для території Кіровоградської, Полтавської областей, Карпатського регіону та Автономної Республіки Крим. Докладно картографована Харківська область, де дослідниками Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна укладено ряд карт біо- та вітроенергетичних ресурсів.

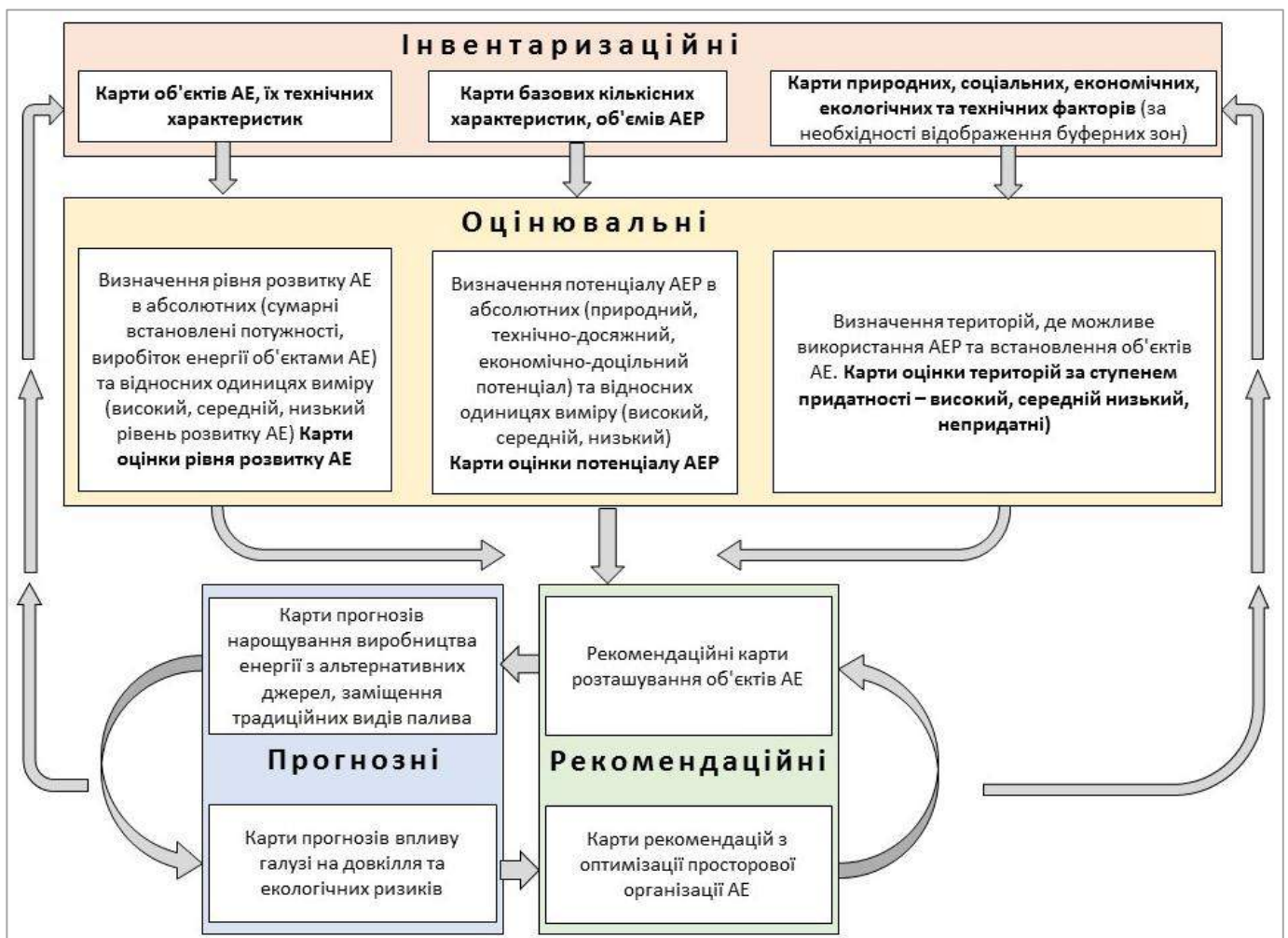
Аналіз досвіду дозволив виявити тенденції картографування для потреб АЕ, серед яких основними є: - зростання кількості картографічних творів АЕР як в Україні, так і за її межами; - активізація регіонального картографування АЕР; - збільшення кількості великомасштабних картографічних творів, деталізація та підвищення точності картографічної інформації; - розширення тематичного змісту карт АЕР, що пояснюється набуттям промислового значення нових видів ресурсів, створенням нових технологій та обладнання, рівнем аналізу та характером представлення інформації; - застосування спеціалізованого аналітичного інструментарію ГІС для оцінки, моделювання та візуалізації енергетичних показників АЕР; - зростання кількості картографічних веб-атласів в мережі Інтернет, в яких інформація про різні види АЕР представлена у вигляді інтерактивних картографічних шарів даних.

У третьому розділі «**Методичні основи картографування для потреб альтернативної енергетики**» відповідно до особливостей досліджуваного об'єкту сформульовано *концепцію* картографування АЕ, яка полягає у створенні для потреб галузі актуальної, повної, інтегрованої інформаційно-картографічної бази даних за рахунок розробки та укладання системи картографічних творів, що розкривають структуру АЕ, відображають ресурси, передумови, потенціал і перспективи її розвитку, а також задовольняють вимоги різних груп користувачів – від державних органів влади та енергетичних підприємств до широких мас населення.

Картографування для потреб АЕ має реалізуватися за наступними принципами: - *врахування національних та регіональних пріоритетів* розвитку АЕ в процесі розробки структури та змісту картографічних творів державного та адміністративно-територіальних рівнів; - *створення однаково репрезентативної та порівнюваної картографічної інформації для різних регіонів України* за рахунок уніфікації процесів збору, обробки даних, формування єдиних вимог до її змісту, оформлення, детальності та якості, розробки єдиних методологічних

засад укладання карт для потреб АЕ; - *повноти розкриття теми* (охоплення всіх аспектів, пов'язаних з умовами і ресурсами, сучасним станом, перспективами та наслідками розвитку галузі, прогнозами її впливу на довкілля); - *забезпечення загальнодоступності картографічної інформації про альтернативні джерела енергії* за рахунок представлення картографічних творів у мережі Інтернет та створення тематичної веб-ГІС, що сприятиме поширенню інформації про альтернативні джерела енергії серед широких верств населення, потенційних вітчизняних та зарубіжних інвесторів; - *урахування в процесі створення картографічної бази даних для потреб АЕ принципів формування національної інфраструктури геопросторових даних України*; - *укладання карт для потреб АЕ різної функціональної спрямованості*; - *поступового переходу в процесі укладання карт АЕ від вищого територіального рангу до нижчого*.

Алгоритм укладання картографічних творів для потреб АЕ (рис. 2) включає розробку інвентаризаційних карт (наявність АЕР та базові (первинні) показники їх обсягів, об'єкти АЕ та фактори, що впливають на їх розміщення), оцінювальних карт (результати оцінки потенціалу АЕР, стану АЕ та придатності території для розвитку галузі), рекомендаційних та прогнозних карт.



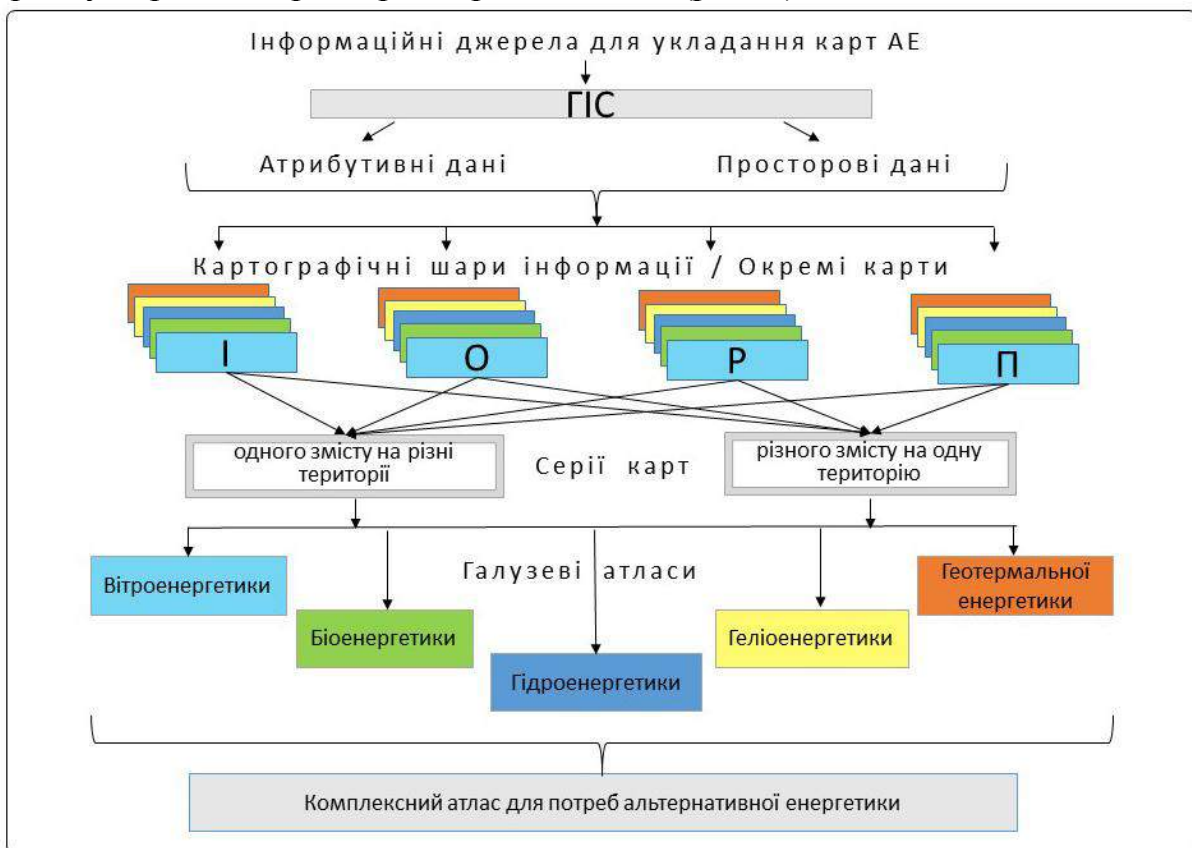
**Рис. 2. Алгоритм картографічного забезпечення АЕ**

Рекомендаційні карти відображають перспективні ділянки розташування об'єктів різних напрямків АЕ, ділянки для проведення подальших досліджень потенціалу АЕР, а також заходи з оптимізації галузі, а прогнозні – потенційні обсяги виробництва енергії з альтернативних джерел, можливий рівень розвитку

АЕ, екологічні ризики розвитку різних галузей АЕ та їх вплив на довкілля. Застосування рекомендаційних та прогнозних карт на практиці спрощує та прискорює процеси прийняття управлінських та оперативних рішень у сфері АЕ.

Послідовність укладання прогнозних та рекомендаційних карт залежить від того, який аспект розвитку АЕ досліджується – економічний чи екологічний. У першому випадку спочатку укладаються карти рекомендацій розміщення об'єктів АЕ, і вже потім з урахуванням територій, що можуть бути відведені під об'єкти АЕ, створюються карти прогнозів розвитку галузі. При дослідженні екологічного аспекту – етапи рекомендаційного та прогнозного картографування мають циклічний зв'язок, оскільки прогнози впливу АЕ на довкілля підлягають картографуванню як до, так і після врахування рекомендацій щодо заходів з оптимізації галузі.

Система картографічних творів для потреб АЕ включає формування загальнодержавної тематичної ГІС, картографічних шарів інформації та розробку окремих карт, серій карт та атласів (рис. 3).



Вид карт: І – інвентаризаційні, О – оцінювальні, Р – рекомендаційні, П – прогнозні.

**Рис. 3. Система картографічних творів для потреб АЕ**

На основі тематичних шарів картографічної інформації, зосередженої у ГІС, укладаються окремі карти АЕ різної функціональної спрямованості, що відображають різні аспекти АЕ та охоплюють різні галузеві напрямки (вітроенергетику, геліоенергетику, біоенергетику, гідроенергетику та геотермальну енергетику). Окремі карти пропонується групувати у наступні *серії карт*: - АЕР; - умов та факторів, що впливають на розташування об'єктів галузі; - оптимізації АЕ; - стану та перспектив розвитку АЕ; - екологічних наслідків розвитку АЕ та впливу на довкілля. Аналогічні за структурою серії карт рекомендується укладати для кожної окремої галузі АЕ. Оскільки усі карти АЕ

формуються на основі даних ГІС та входять у єдину систему, цілком логічним є розробка на їх основі *галузевих і комплексного атласів*.

Основними джерелами інформації для карт АЕ є дані великого переліку державних служб, відомств, установ, як-то: Українського Гідрометцентру, Державної служби статистики, профільних департаментів агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів, енергетики та житлово-комунального господарства обласних та районних державних адміністрацій, обласних управлінь водних ресурсів, лісового та мисливського господарства, відділів земельних ресурсів та земельного кадастру, геологічних служб, різних науково-дослідних установ. Проведений аналіз інформаційного забезпечення картографування для потреб АЕ показав, що незважаючи на актуальність впровадження АЕ в економіку країни, інформація про ресурси галузі не систематизована, не впорядкована, неоднорідна, і для її картографічної візуалізації необхідний розрахунок показників, що ґрунтується на застосуванні спеціального математичного апарату. Для побудови логічних зв'язків у системі інформаційного забезпечення картографування для потреб АЕ розроблено структурно-логічну модель даних про об'єкти, показники та характеристики картографування (рис. 4). Застосування моделі в процесі картографування для потреб АЕ дозволяє систематизувати вихідну інформацію за певними категоріями, шаблонами бази даних ГІС та спрощує процес подальшої їх обробки.

Вибір показників, характеристик та умовних позначень здійснено з урахуванням потреб та інтересів основних груп користувачів карт даної тематики – фахівців у галузі АЕ, а також владних та управлінських структур, що займаються енергетичними питаннями. До основних рекомендацій щодо вибору елементів тематичного змісту та зображувальних засобів карт АЕ слід віднести:

а) застосування показників, що використовуються в АЕ, як-то: - швидкість вітру на висоті осі ротора вітроенергетичної установки; - температури гірських порід на різних глибинах; - надходження сумарної сонячної радіації та інсоляції на одиницю площі поверхонь з різним кутом нахилу; - обсяги утворення біоенергетичної сировини з різних видів біологічних відходів; - витрати води на окремих ділянках річок; - теоретичний та технічно-досяжний потенціал АЕР; - прогнозовані енергогенеруючі потужності АЕ; - об'єкти АЕ та їх характеристики (потужність, тип обладнання, наявність «зеленого тарифу» тощо); - доступність об'єднаної електромережі; - наявність природоохоронних територій та об'єктів історико-культурної спадщини; - категорії земель за цільовим призначенням та ін.;

б) пріоритетне застосування способу ізоляції з пошаровим фарбуванням для відображення характеристик АЕР суцільного поширення (*вітро-, геліо- та геотермальних енергетичних ресурсів*) на картах усіх рівнів, що призначаються для виробничих, довідкових цілей; на картах, призначених для задач управління та стратегічного планування в енергетиці, показники зазначених видів АЕР доцільно відображати як ізоляціями, так і картодіаграмами; для відображення показників гідроенергетичних ресурсів річок рекомендовано спосіб лінійних знаків; для картографування біоенергетичних ресурсів – способи локалізованих

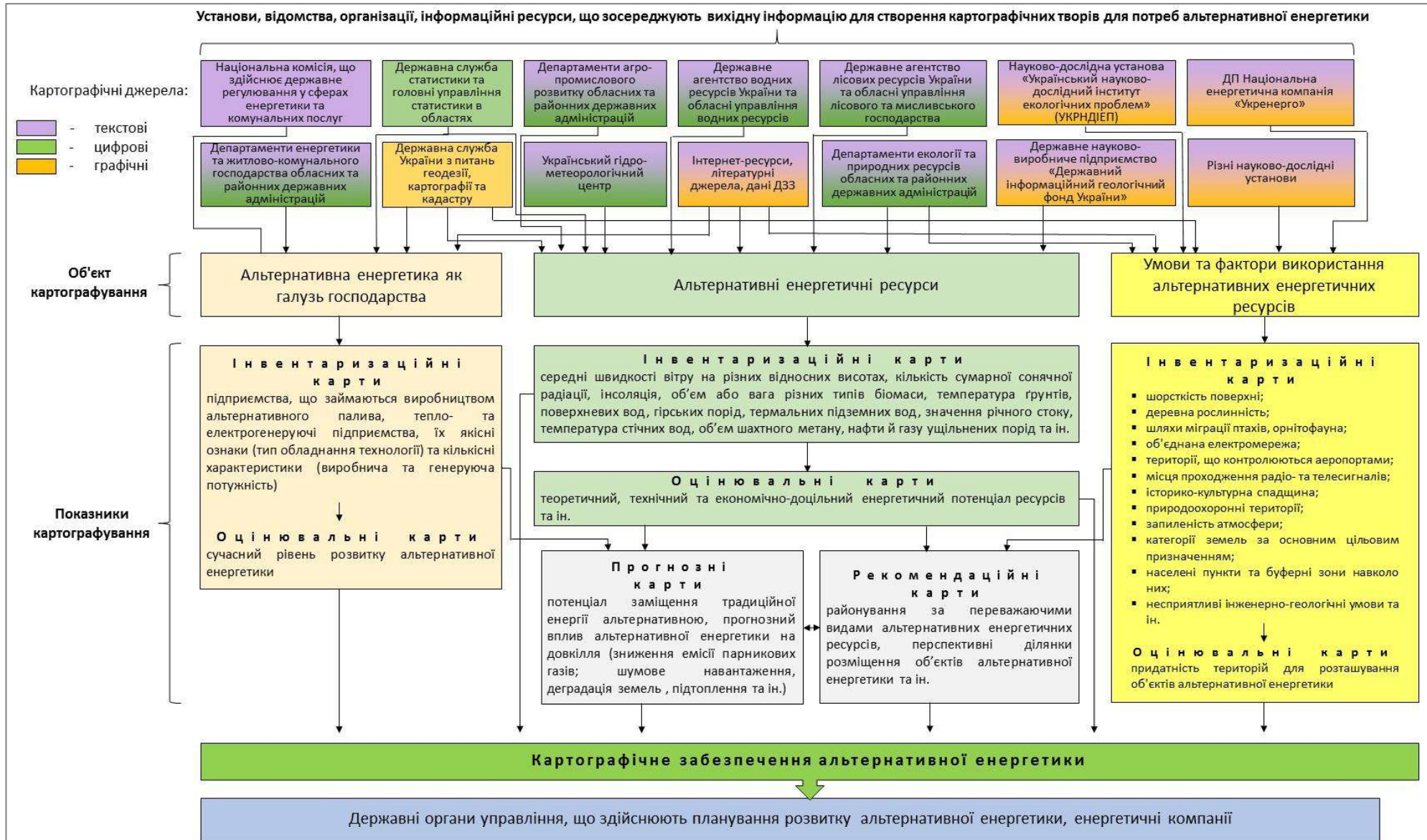


Рис. 4. Інформаційне забезпечення картографування для потреб АЕ

діаграм, картодіаграм та ареалів; для передачі інформації про *об'єкти АЕ* – спосіб значків; для відображення *стану та перспектив розвитку галузі* – способи картограм і картодіаграм; а при створенні карт перспективних ділянок розміщення об'єктів АЕ – спосіб ареалів;

в) при виборі кольорового оформлення карт АЕ рекомендовано враховувати асоціативну відповідність картографічного зображення образу об'єкта, що виникає в результаті його сприйняття людиною (наприклад, для карт вітроенергетики застосовувати блакитні, фіолетові відтінки, для сонячної енергетики – жовті та помаранчеві, для гідроенергетики – сині, для біоенергетики – зелені, для геотермальної – перехід від холодних (синього та блакитного) до теплих (помаранчевого та червоного) кольорів).

При виборі масштабів карт для потреб АЕ рекомендовано враховувати призначення картографічних творів, особливості тематичного змісту та способи його відображення, розміри та конфігурацію території, що картографується, а головне – співставність та узгодженість з масштабами національних кадастрових та топографічних планів і карт. Так, для відображення окремих енергетичних об'єктів АЕ слід застосувати масштаби від 1:500 до 1:50 000 в залежності від розмірів території, яку займають ці об'єкти. Наприклад, карти вітроелектростанцій та малих гідроелектростанцій слід укладати в масштабах від 1:500 до 1:50 000, геліоелектростанцій та геотермальних станцій – від 1:500 до 1:10 000. Запропоновано уніфікований масштабний ряд ГІС для потреб АЕ України, узгоджений з масштабним рядом вітчизняних топографічних карт і планів, що дозволяє інтегрувати картографічні розробки, виконані відособлено в різних регіонах країни, в єдині картографічні шари ГІС, а також на основі масивів геоданих за запитами оперативно укладати необхідні карти певного змісту і призначення для заданої території.

У четвертому розділі **«Експериментальні розробки картографічних творів для потреб альтернативної енергетики України»** наведено методики та алгоритми картографування кожного виду АЕР (вітро-, геліо-, гідро-, біоенергетичних та геотермальних ресурсів): висвітлено особливості вибору джерел вихідних даних для укладання карт, їх попередньої обробки, застосування методів математико-картографічного моделювання та інструментів ГІС-аналізу, способів представлення на карті та подано зразки експериментальних карт (рис. 5-7).

Як показав аналіз літератури з питань АЕ, особливостями вітрового поля та інсоляції, які мусять бути відображені у тематичних картах, є нестационарність та стохастичність геоданих. Через це, відповідні карти мають подаватися як часові зрізи полів вітру та радіації або ситуаційно – через відображення залежностей у розподілах зазначених величин відповідно до фізико-географічної ситуації, яка по-різному впливає на потенціал відповідно до темпорального стану нижніх верств тропосфери. Ця задача могла би бути вирішена остаточно, аби була наявна постійно діюча моніторингова система. За її відсутності, можливе часткове висвітлення питання – або через врахування типів погоди (С. А. Величко, 2006 р.), або через використання усереднених за тривалий час відповідних геоданих, що ми і пропонуємо застосувати на картах вітроенергетичного та геліоенергетичного потенціалу територій (рис. 5, 6).

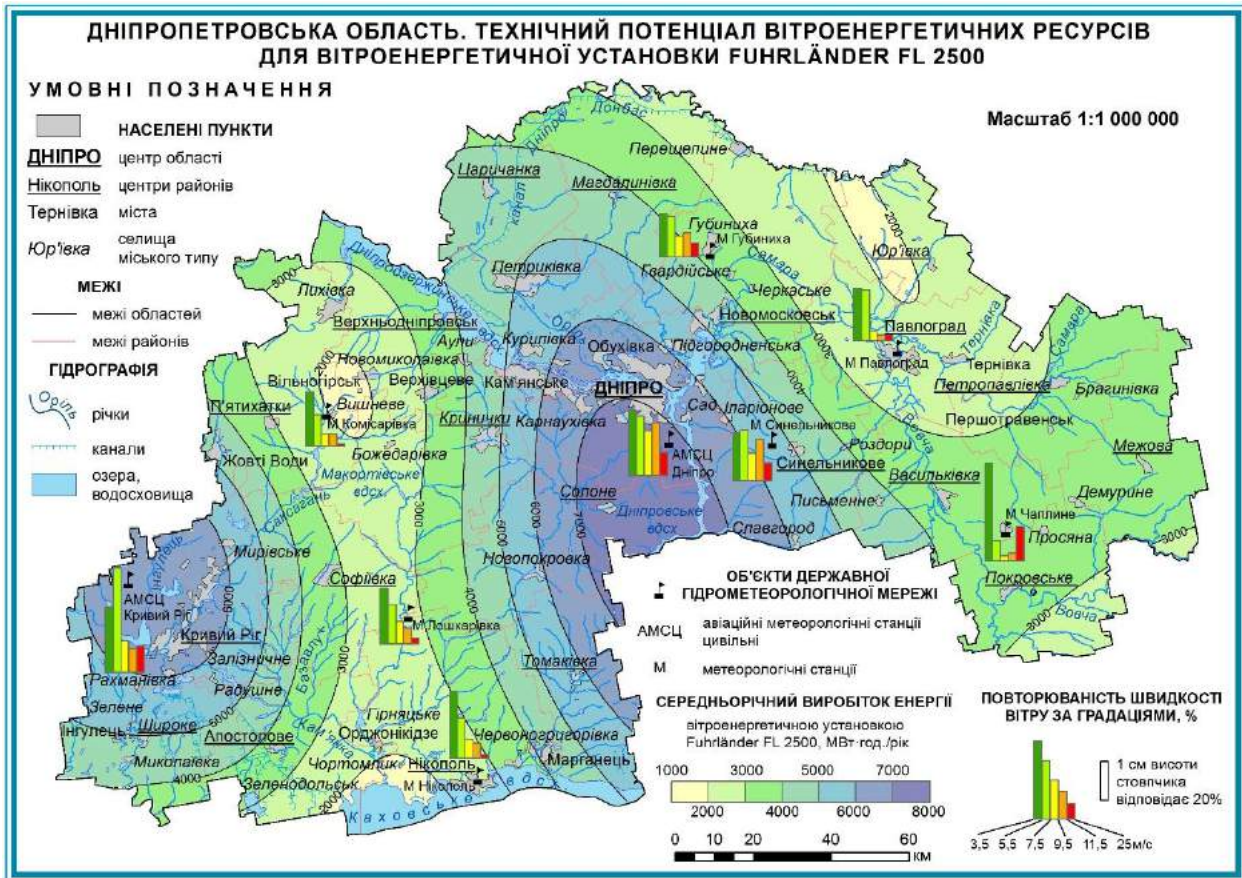


Рис. 5. Технічний потенціал вітроенергетичних ресурсів Дніпропетровської області (масштаб зменшено)

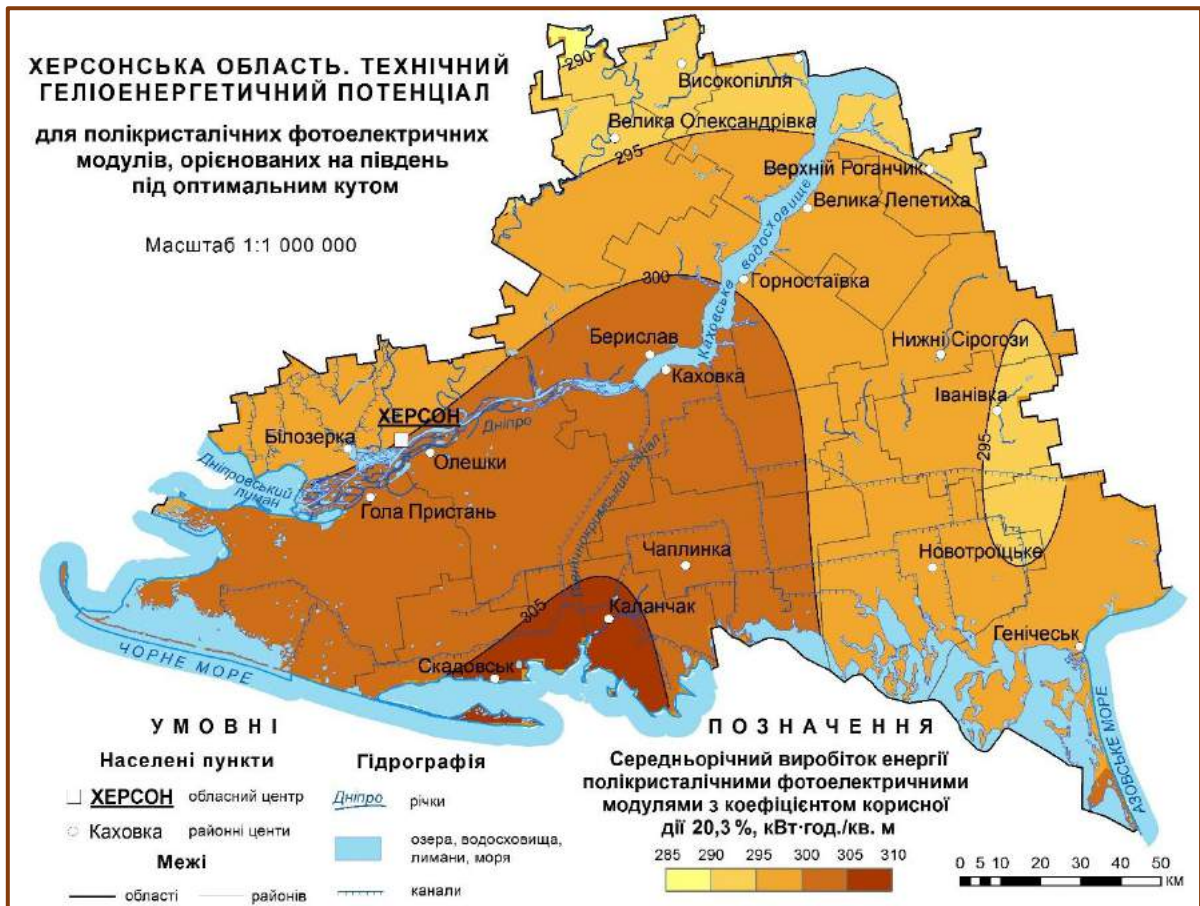


Рис. 6. Технічний геліоенергетичний потенціал Херсонської області (масштаб зменшено)

Для характеристики геотермальних енергетичних ресурсів досліджуваної території пропонується укласти карти температурних умов глибинних шарів гірських порід, теплового потоку, теоретичного та технічного енергетичного потенціалу. При цьому застосовуються два підходи – перший включає створення серії карт температур (або енергетичного потенціалу) на різних глибинах, другий – карт глибин для різних температурних відміток. На рис. 7 представлено приклад карти ізотермічної поверхні 100 °С, для експериментальної ділянки в районі Єфремовсько-Хрестищенської групи нафтогазових родовищ, укладеної на основі даних геологічної розвідки.



**Рис. 7. Глибини ізотермічної поверхні експериментальної ділянки в районі Єфремовсько-Хрестищенської групи нафтогазових родовищ**

Інноваційні розробки у сфері АЕ спрямовані на спільне використання кількох видів АЕР, що відбивається у змістовому навантаженні карт. Як приклад, укладено оглядову карту геліоенергетичних ресурсів України для виробництва електроенергії та водневого палива, яка крім генерації енергоносіїв відображає витрати дистилляту, виробіток кисню, потенціал заміщення традиційного палива (бензину) та зменшення викидів CO<sub>2</sub> (рис. 8). Укладання карти включало розрахунок показників картографування, проведення інтерполяції з використанням детермінованих методів, розробку інтегрованої шкали та табличної легенди.

Розроблено алгоритм укладання карт гідроенергетичних ресурсів річок, що базується на застосуванні прийомів багатоступеневого математико-картографічного моделювання. На основі цифрової моделі рельєфу та карти модуля стоку з використанням комплексу інструментів ГІС-аналізу аналітичним шляхом визначено показники витрат води, теоретичного та технічного

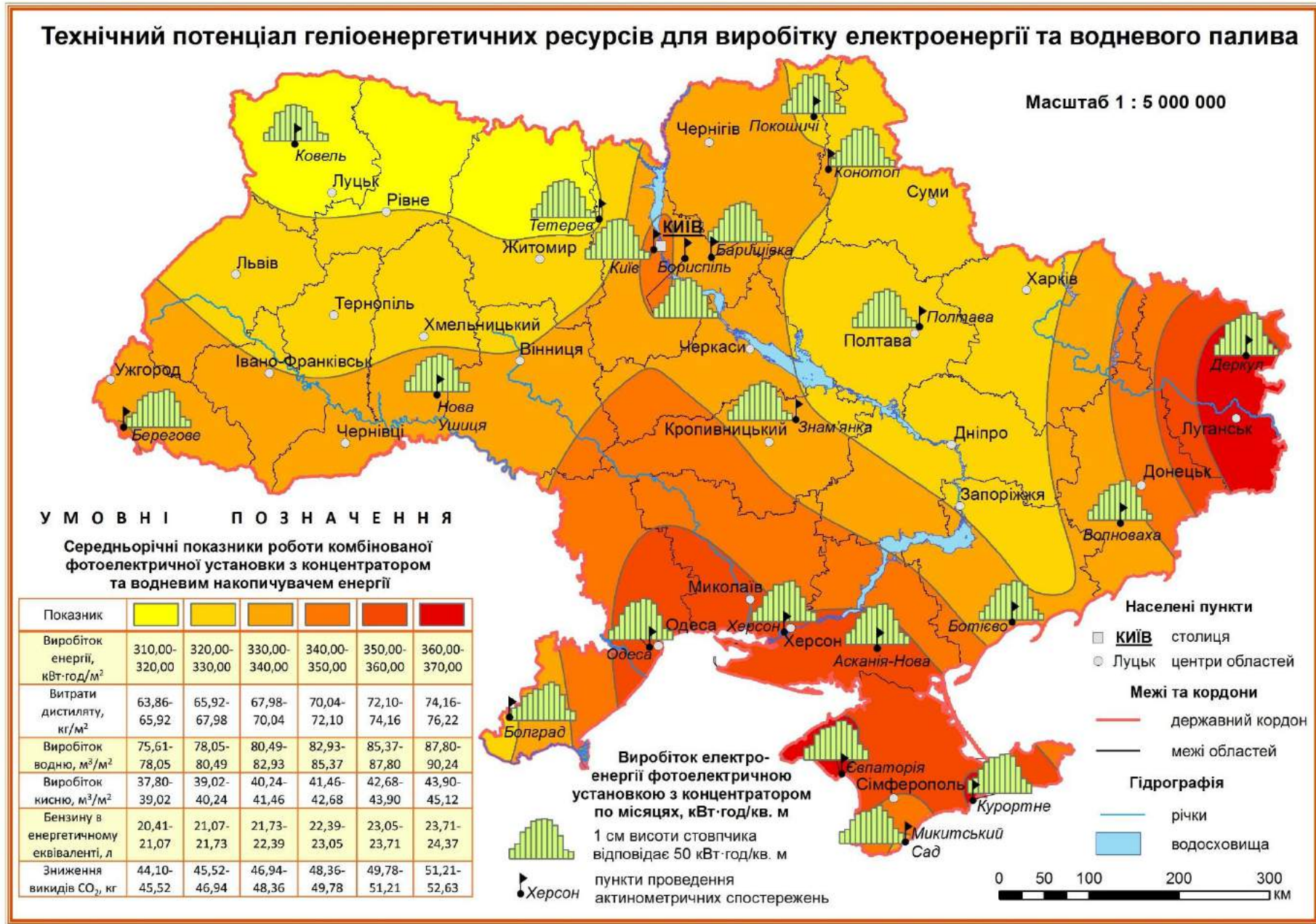
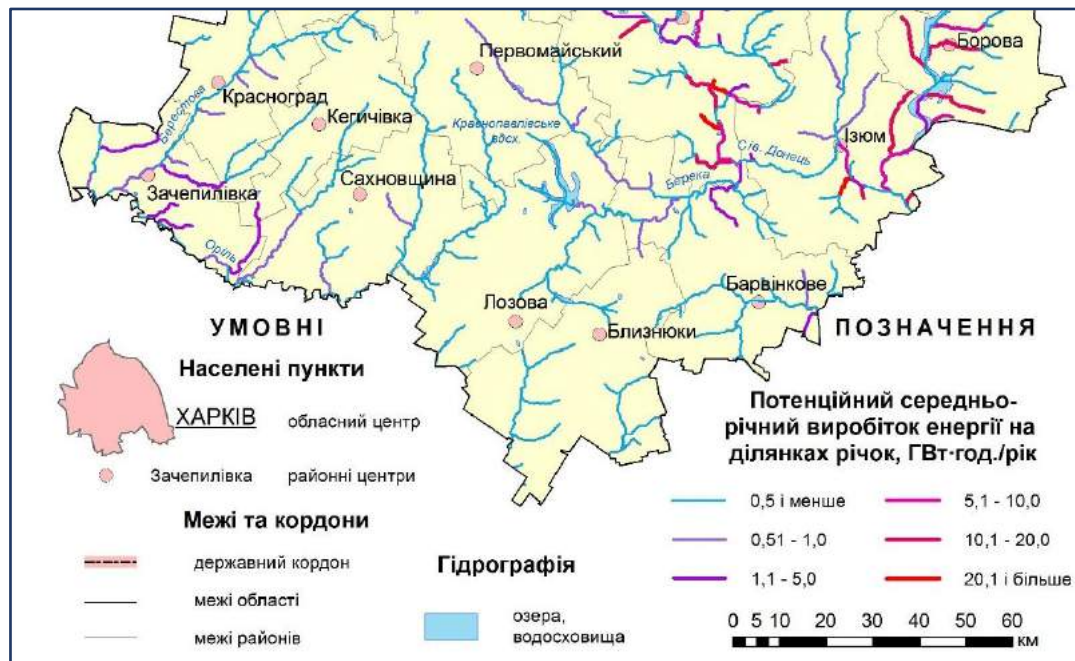


Рис. 8. Технічний потенціал геліоенергетичних ресурсів України для виробітку електроенергії та водневого палива

потенціалу на окремих ділянках річок та укладені відповідні карти (рис. 9). Особливістю запропонованої методики є те, що на відміну від інших подібних розробок, вона передбачає застосування стандартних функцій універсальних ГІС і не потребує спеціалізованого програмного забезпечення.



**Рис. 9. Фрагмент і легенда карти «Харківська область. Технічно-досяжний енергетичний потенціал річок» (масштаб зменшено)**

Апробація результатів дослідження дає право стверджувати, що картографічні твори для потреб АЕ мають важливе практичне значення, характеризуються широкими можливостями використання в різних сферах людської діяльності та здатні виконувати різні функції. За призначенням картографічні твори АЕ пропонується поділяти на дві групи: спеціалізованого (профільного, цільового) та неспеціалізованого (багатоцільового) призначення. Перші переважно використовують для вирішення практичних завдань, пов'язаних з управлінням та розвитком АЕ, плануванням та впровадженням нових енергетичних об'єктів, що використовують ресурси альтернативних джерел енергії. Друга група картографічних творів АЕ призначена для широкого кола користувачів, і її можна використовувати у різних сферах – освітньому процесі, науково-дослідній діяльності, для залучення інвесторів, популяризації альтернативних джерел енергії серед широких верств населення, в довідкових цілях тощо.

## ВИСНОВКИ

1. Картографування для потреб АЕ визначається як практично орієнтований напрям тематичної картографії, основним завданням якого є забезпечення АЕ просторово-координованою інформацією про ресурсний потенціал, умови, фактори, стан та перспективи розвитку галузі, що реалізується шляхом розробки картографічних творів різного типу (окремі карти, серії карт, атласи, ГІС, веб-атласи та веб-ГІС), територіального охоплення (від карт світу до карт окремих енергетичних об'єктів) та функціонального призначення.

Встановлено, що картографування ресурсів, умов, стану та перспектив розвитку АЕ передбачає послідовне укладання інвентаризаційних, оцінювальних, рекомендаційних та прогнозних карт, крім карт екологічного призначення, де прогнозні карти укладаються до і після рекомендаційних.

2. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду дозволив виявити наступні особливості картографування для потреб АЕ: - при доволі поширеній практиці укладання картографічних творів даної тематики, практично відсутні теоретичні розробки, не систематизовано та не обґрунтовано тематичний зміст карт АЕ; - більшість картографічних творів для потреб АЕ являють собою інвентаризаційні та аналітичні карти ресурсів АЕ; - закордонний досвід укладання карт АЕ, особливо карт АЕР, випереджає вітчизняний; - у світі сформувалися центри картографування для потреб АЕ, що прив'язані до передових науково-дослідних установ у сфері вивчення потенціалу АЕР (в США, Данії, Франції, Німеччині та ін.); - карти АЕР, зокрема біо-, геліо- та вітроенергетичних ресурсів представлені, в основному, у конструктивно-географічних роботах з оцінки енергетичного потенціалу.

Серед основних тенденцій картографування для потреб АЕ виділено: - зростання кількості картографічних творів АЕР в Україні та за її межами; - збільшення кількості комплексних та галузевих веб-атласів АЕР і кількості карт прогнозного та рекомендаційного змісту; - активізацію регіонального картографування АЕР; - розширення тематичного змісту карт АЕР, що пояснюється створенням нових технологій та промисловим освоєнням нових видів джерел енергії; - застосування спеціалізованого аналітичного інструментарію та автоматизованих алгоритмів ПС в процесах математичного моделювання характеристик АЕР, просторової оптимізації галузі АЕ, при створенні комплексних та синтетичних карт.

3. Аналіз підходів до класифікації енергетичних ресурсів і вивчення досвіду картографування АЕ дозволили виділити кілька підкласів карт за змістом: - альтернативних енергетичних ресурсів (вітро-, геліо-, біо-, гідроенергетичних, геотермальних та ін.); - об'єктів АЕ; - сучасного та прогнозованого стану розвитку галузей АЕ; - просторової оптимізації АЕ; - впливу АЕ на довкілля.

4. Відповідно до особливостей досліджуваного об'єкту сформульовано концепцію картографування АЕ, яка полягає у створенні для потреб галузі актуальної, повної, інтегрованої інформаційно-картографічної бази даних за рахунок розробки та укладання системи картографічних творів, що розкривають структуру АЕ, відображають ресурси, передумови, потенціал і перспективи її розвитку, а також задовольняють вимоги різних груп користувачів – від державних органів влади та енергетичних підприємств до широких мас населення. Відповідно до концепції, сформульовано основні принципи картографування для потреб АЕ: - створення однаково репрезентативної та порівнюваної картографічної інформації для різних регіонів країни; - врахування національних та регіональних пріоритетів розвитку АЕ в процесі розробки структури та змісту картографічних творів державного та адміністративно-територіальних рівнів; - повноти розкриття теми (охоплення всіх аспектів,

пов'язаних з умовами і ресурсами, сучасним станом, перспективами та наслідками розвитку галузі, прогнозами її впливу на довкілля тощо); - забезпечення загальнодоступності картографічної інформації про альтернативні джерела енергії за рахунок представлення картографічних творів в мережі Інтернет; - укладання карт для потреб АЕ різної функціональної спрямованості.

5. Розроблено методику картографування для потреб АЕ, що ґрунтується на теоретичних засадах вітчизняної картографії, сучасних методах визначення показників картографування та їх візуалізації. Особливість алгоритму створення карт АЕ полягає у широкому застосуванні міжнародних баз даних та картографічних веб-ресурсів на етапі збору інформації, ГІС-технологій на етапах обробки та моделювання змісту та традиційних підходів при прийнятті дизайнерських рішень. Запропоновано авторську методику оцінювання і картографування гідроенергетичних ресурсів річок, що базується на використанні прийомів багатоступеневого математико-картографічного моделювання з застосуванням аналітичного інструментарію універсальної ГІС і не потребує придбання або розробки спеціалізованих програмних засобів.

6. Встановлено, що основними джерелами інформації для карт АЕ є дані широкого переліку державних служб, відомств, установ та організацій. Разом з тим, доведено можливість застосування в якості інформаційних джерел для створення карт АЕ відомостей з електронних картографічних веб-сервісів і міжнародних баз даних (наприклад, GEOELEC, ZTIER та ін.), що містять результати попередніх досліджень і оцінок АЕР, представлених як у картографічній, так і в табличній формі. Розрізнений характер вихідних джерел картографування для потреб АЕ обумовлює необхідність додаткової обробки та впорядкування первинної інформації. На практиці доведено доцільність застосування методів структурно-логічного моделювання в процесі збору, систематизації, обробки та формалізації картографічних джерел на етапі формування єдиної інформаційно-картографічної бази даних та структури ГІС для потреб АЕ.

7. Обґрунтовано створення системи картографічних творів для потреб АЕ, в основу якої має бути покладена загальнодержавна ГІС, що інтегрує набори геоданих про АЕР, стан, умови та фактори розвитку АЕ, які в свою чергу складають основу для створення окремих карт, серій карт, галузевих атласів та комплексного атласу АЕ різного територіального охоплення, призначені для різних груп користувачів, а також їх веб-аналогів для широкого використання в мережі Інтернет.

Відповідно до запропонованої системи – обґрунтовано показники картографування АЕ: *для карт АЕР* – первинні характеристики та результати оцінки теоретичного та технічно-досяжного енергетичного потенціалу; *для карт умов та факторів*, що впливають на розташування об'єктів та підприємств галузі, – доступність об'єднаної електромережі, природоохоронні об'єкти та об'єкти історико-культурної спадщини, категорії земель та ін.; *для карт стану АЕ* – енергетичні та промислові об'єкти галузі та їх характеристики (потужність, тип, наявність «зеленого тарифу» тощо). При виборі зображувальних засобів карт для потреб АЕ рекомендовано враховувати: - відповідність сутнісним

особливостям зображуваного об'єкту; - призначення та напрямки використання карт; - асоціативну відповідність картографічного зображення образу об'єкта, що виникає в результаті його сприйняття людиною.

8. Встановлено основні функції карт АЕ: спеціалізовані (управлінську, промислово-проектну) та неспеціалізовані (інформаційно-пізнавальну, навчально-освітнянську та науково-дослідну). Найбільш перспективним є використання картографічних творів АЕ у сфері формування державної політики щодо розвитку АЕ та переходу на місцеві альтернативні види палива, в процесі проектного планування нових енергетичних об'єктів та для популяризації альтернативних джерел енергії серед широких верств населення.

9. Апробацію запропонованих методичних розробок здійснено шляхом проектування і укладання окремих карт і серій карт вітро-, геліо-, геотермальних та гідроенергетичних ресурсів, об'єктів і підприємств АЕ та лімітуючих факторів, що впливають на розвиток галузі, на прикладі ряду адміністративних областей України. Обґрунтовано доцільність застосування досвіду проектування змісту карт біоенергетичних ресурсів інших авторів у процесі укладання картографічних творів для потреб біоенергетики. Сформовано базу геоданих для геоінформаційного картографування, що дозволяє оперативно розробляти аналогічні картографічні твори для всіх областей України та держави в цілому.

## **ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у наукових фахових виданнях України**

1. Агапова О. Л. Досвід картографічного забезпечення альтернативної енергетики в Україні та світі / О. Л. Агапова, В. А. Пересадько // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – Вип. 20. – С. 3-6. – (0,4 авт. арк.). *(Особистий внесок автора: представлено вітчизняний та закордонний досвід картографування альтернативних енергетичних ресурсів, відзначені цільове призначення та напрямки використання досліджуваних картографічних творів різного територіального охоплення – 0,3 авт. арк.)*

2. Агапова О. Л. Дрібномасштабне картографування з метою планування розвитку альтернативної енергетики в Україні / О. Л. Агапова // Часопис картографії: Збірник наукових праць. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. – Вип. 14. – С. 6–21. – (0,7 авт. арк.)

3. Агапова О. Л. Картографічне моделювання гідроенергетичного потенціалу малих річок Харківської області з використанням ГІС-технологій / О. Л. Агапова // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. – Вип. 23. – С. 3-10. – (0,7 авт. арк.)

4. Агапова О. Л. Концепція картографічного забезпечення альтернативної енергетики / О. Л. Агапова // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. – Вип. 24. – С. 3-7. – (0,6 авт. арк.)

### **Статті у наукових періодичних виданнях інших держав**

5. Агапова Е. Л. Математическое и картографическое моделирование потенциала энергетических ресурсов ветра на региональном и локальном уровне / Е. Л. Агапова, А. А. Волковая // Магілєўскі мерыдыян. – Магілєў, 2016. – Том 15–16. – Вып. 1–2 (31–32). – С. 40-48. – (0,8 авт. арк.). *(Особистий внесок автора: розкрито особливості математичного та картографічного моделювання енергетичних ресурсів вітру на регіональному рівні – 0,4 авт. арк.)*

### **Статті у інших наукових періодичних виданнях**

6. Агапова О. Л. Альтернативні енергетичні ресурси як об'єкт картографування / О. Л. Агапова // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015.

– Вип. 1-2. – С. 95-102. – (0,7 авт. арк.)

### Матеріали та тези наукових заходів

7. Агапова О. Л. ГІС-технології у картографічному забезпеченні альтернативної енергетики // Молоді науковці - географічній науці: Збірник наукових праць XI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – К.: Прінт Сервіс, 2015. Випуск XI. – С. 46-49. – (0,2 авт. арк.)

8. Агапова О. Л. Змістове навантаження карт нетрадиційних енергетичних ресурсів / О. Л. Агапова // Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: Матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (10-11 квітня 2013 року) / Голова ред. колегії д. геогр. н. В. А. Пересадько. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – С. 96-98. – (0,1 авт. арк.)

9. Агапова О. Л. Картографічне забезпечення альтернативної енергетики для потреб раціонального використання альтернативних енергетичних ресурсів / О. Л. Агапова // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали IV Міжнародної наукової конференції молодих вчених. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – С. 109-111 – (0,2 авт. арк.)

10. Агапова О. Л. Картографування вітроенергетичних ресурсів для потреб альтернативної енергетики / О. Л. Агапова // Матеріали III Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Збірник наукових праць. – Переяслав-Хмельницький, 2015. – Вип. 3. – С. 21- 25 – (0,4 авт. арк.)

11. Агапова О. Л. Картографування для потреб альтернативної енергетики: досвід, тенденції, перспективи / О. Л. Агапова // Охорона довкілля: збірник наукових статей XII Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – С. 6-10. – (0,4 авт. арк.)

12. Агапова О. Л. Класифікація карт для потреб альтернативної енергетики / О. Л. Агапова // Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: Матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (14-15 квітня 2016 року) / Голова ред. колегії д. геогр. н. В. А. Пересадько. – Х.: ХНУ : Видавництво «Лідер», 2016. – Вип. 9. – С. 79-81. – (0,1 авт. арк.)

13. Агапова Е. Л. Особенности картографирования нетрадиционных энергетических ресурсов / Е. Л. Агапова // XXI Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов»: Материалы международного молодежного научного форума «Ломоносов – 2014» [Электрон. ресурс] / МГУ им. Ломоносова. – Электрон. данные. – Москва, 2014. – электрон. диск (CD-ROM). – (0,1 авт. арк.)

14. Агапова О.Л. Оцінка та картографічне моделювання потенціалу вітру на етапах розробки вітроенергетичного проекту / О. Л. Агапова, В. В. Филенко // Сборник статей научно-информационного центра «Знание» по материалам XV международной заочной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке» 2 часть, г. Харьков. – Х. : Научно-информационный центр «Знание», 2016. – С. 72-78. – (0,4 авт. арк.). (Особистий внесок автора: обґрунтовано особливості картографічного моделювання вітроенергетичних ресурсів на національному, регіональному та локальному рівні, розроблено експериментальну карту технічно-досяжного потенціалу вітроенергетичних ресурсів Харківської області – 0,2 авт. арк.)

15. Агапова О. Л. Сучасні тенденції картографічного забезпечення альтернативної енергетики / О. Л. Агапова // Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results – 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15 – 18 March 2016). – К. : LLC “NVP” Interservice”, 2016. – Р. 156-157. – (0,1 авт. арк.)

16. Филенко В. В. Комбіноване використання водневої та сонячної енергетики в Україні / В. В. Филенко, О. Л. Агапова // Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції: «Наука і сучасність: виклики

глобалізації», 1 част. м. Київ: зб. статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2016. – С. 110 - 114. – (0,2 авт. арк.). (Особистий внесок автора: дослідження виробітку водневого палива на основі використання геліоенергетичної системи з концентратором, розроблено карту України «Технічний потенціал геліоенергетичних ресурсів для виробітку електроенергії та водню» - 0,1 авт. арк.).

### АНОТАЦІЯ

**Агапова О. Л. Картографування для потреб альтернативної енергетики в Україні. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук: 11.00.12. – Географічна картографія. – Інститут географії НАН України, м. Київ, 2016.

У дисертаційній роботі обґрунтовано концепцію та методичні основи картографування для потреб альтернативної енергетики (АЕ). Визначено сутність даного картографічного напрямку, проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід, виявлено тенденції картографування для потреб АЕ. Особливу увагу приділено систематизації поняттєво-термінологічного апарату дослідження, розроблено загальну класифікацію енергетичних ресурсів.

Обґрунтовано основні принципи, алгоритм розробки, структуру системи картографічних творів для потреб АЕ, запропоновано показники та зображувальні засоби карт АЕ, визначено функції та сфери їх застосування.

Практична реалізація методичних розробок здійснена шляхом створення експериментальних карт для потреб АЕ. В роботі наводяться методики та алгоритми картографування кожного виду альтернативних енергетичних ресурсів (вітро-, геліо-, гідро-, біоенергетичних та геотермальних): висвітлено особливості вибору джерел вихідних даних для укладання карт, їх попередньої обробки, застосування методів математико-картографічного моделювання та інструментів ГІС-аналізу, способів представлення на карті та подано експериментальні зразки карт.

**Ключові слова:** альтернативна енергетика, картографування для потреб альтернативної енергетики, карта, альтернативні енергетичні ресурси.

### АННОТАЦИЯ

**Агапова О. Л. Картографирование для нужд альтернативной энергетики в Украине. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук: 11.00.12. - Географическая картография. - Институт географии НАН Украины, Киев, 2016.

В диссертационной работе обоснованы концепция и методические основы картографирования для нужд альтернативной энергетики (АЭ). Определена сущность данного картографического направления, проанализированы отечественный и зарубежный опыт, выявлены тенденции картографирования для нужд АЭ. Особое внимание уделено систематизации понятийно-терминологического аппарата исследования, разработана общая классификация энергетических ресурсов.

Обоснованы основные принципы, алгоритм разработки, структура системы картографических произведений для нужд АЭ, предложены показатели и изобразительные средства карт АЭ, определены функции и сферы их применения.

Практическая реализация методических разработок осуществлена путем создания экспериментальных карт для нужд АЭ. В работе приводятся методики и алгоритмы картографирования каждого вида альтернативных энергетических ресурсов (ветро-, гелио-, гидро-, биоэнергетических и геотермальных): освещены особенности выбора источников исходных данных для составления карт, их предварительной обработки, применения методов математико-картографического моделирования и инструментов ГИС-анализа, способов

представления на карте, а также представлены экспериментальные образцы карт.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, картографирования для нужд альтернативной энергетике, карта, альтернативные энергетические ресурсы.

## SUMMARY

### **Olena Agapova. Mapping for needs of alternative energy in Ukraine. – Manuscript.**

Thesis for the degree of the Candidate of Geographic Sciences: 11.00.12 – Geographical cartography. – Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to the concept and cartographic methodical bases development for the needs of alternative energy (AE).

A primary concern is with systematization of the research's conceptual and terminological apparatus. General classification of energy resources defining alternative (unconventional) ones as substitute for the traditional resources has been developed. These alternative resources require new types of technologies, at present are characterized by a comparatively low level of industrial implementation and not widely spread.

Mapping for alternative energy needs is determined as a practically oriented direction in thematic mapping, highlighting various aspects of AE by cartographic modeling in industry development planning, rational and efficient use of alternative energy resources (AER).

Native and foreign experience of AE maps design has been analyzed. Consequently, it was defined that a great number of maps on this topic was created in the research institutions and organizations specialized in the study of the AER potential.

The study identified some tendencies in AE mapping, such as increase in number of AER cartographic products in Ukraine and abroad, complex and industrial web atlases of AER, as well as the forecast and recommendation maps; more active regional AER mapping; expansion of the thematic content on AER maps due to the creation of new technologies and industrial development of new energy sources.

The concept of AE mapping has been formulated. It consists in creating a current complete, integrated information and cartographic database for the needs of the industry through the development of cartographic products system, revealing the AE structure; showing the resources, preconditions, potential and prospects of the industry as well as the existing limitations of its development in the form of natural, social, economic and environmental factors of the area; meeting the requirements of different groups of users: from public authorities and energy enterprises to the population at large.

A mapping technique for the needs of the AE has been developed. In particular, the author has proved the basic principles, the structure of cartographic products system, their design algorithms using GIS technology tools, proposed indicators and means of AE maps' cartographic representation, determined the functions and scope of their application.

Practical implementation of the methodological developments has been achieved through the creation of experimental maps for the AE needs. The thesis presents the methodology and algorithms for mapping of each AER type (wind, solar, small hydro, biomass and geothermal resources); it also explains the choice of the original data sources for mapping, their pre-processing, application of mathematical and cartographic modeling methods and GIS analysis tools, ways of cartographic representation. Models of experimental maps are presented as well.

**Keywords:** alternative energy, mapping for the alternative energy needs, a map, alternative energy resources.