

**ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ
ДОСЛІДЖЕННЯ**

УДК 911.52:681.3

**В.С. Давидчук, Л.Ю. Сорокіна, Р.Ф. Зарудна, М.Ф. Петров, Н.І. Назарчук
МЕТОДИКА КАРТОГРАФУВАННЯ ЛАНДШАФТІВ ТА ЇХ АНТРОПОГЕННИХ
ЗМІН ДЛЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ ГІС ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ
ВІДЧУЖЕННЯ***

В.С. Давидчук, Л.Ю. Сорокіна, Р.Ф. Зарудна, М.Ф. Петров, Н.І. Назарчук
МЕТОДИКА КАРТОГРАФІРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ И ИХ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГИС ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Институт географии НАН Украины, Киев

Изложена методика создания мультимасштабной многослойной ландшафтной карты. Ландшафт – система иерархично построенных фоновых и субдоминантных природных территориальных комплексов более низких рангов, которые состоят из неравнозначных, взаимоподчиненных природных компонентов, разной степени измененных вследствие деятельности человека. Ландшафты и их антропогенные изменения отображаются как взаимно согласованные векторные крупно-, средне- и мелкомасштабные картографические слои двух блоков – естественного и антропогенного. Исследования выполнены на примере модельного полигона в Чернобыльской зоне отчуждения. Полученная карта использована как основа радиоекологической ГИС, предназначенной для решения комплексных научных и прикладных радиоекологических задач, продолжающих оставаться актуальными для этой территории и через 25 лет после аварии. Разработанная методика мультимасштабного картографирования ландшафтов может быть использована при создании ГИС геоэкологического назначения для зон влияния работающих АЭС и других объектов повышенной опасности.

Ключевые слова: компьютерная ландшафтная карта; разномасштабные векторные слои; природный и антропогенный блоки; ГИС; радиоекология; зона отчуждения.

V. Davydochuk, L. Sorokina, R. Zarudna, M. Petrov, N. Nazarchuk
METHODOLOGY OF LANDSCAPES AND THEIR ANTHROPOGENIC CHANGES MAPPING AS THE BASE FOR THE
RADIOECOLOGICAL GIS OF THE CHORNOBYL ZONE
Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The methodology of the multiscale polylayer landscape map working out is presented. Landscape is a hierarchical system of the background and subdominant natural terrestrial complexes of the lower ranks, which consist of the non-equivalent, co-subjected natural components, changed by the human activity. Landscapes and their anthropogenic changes are represented as the co-ordinated vector large-, middle- and small-scale cartographic layers of the natural and anthropogenic blocks. The survey is realized at the model polygon in the Chornobyl exclusion zone. The multiscale map received was used as a base for the radioecological GIS, followed to the solution of the complex scientific and practical radioecological problems, which are still actual for the territory even 25 years after the Chornobyl nuclear accident. The methodology of the multiscale landscape mapping can be used as the base for the geoecological GIS for the working NPP's and other high-dangerous units.

Keywords: computer landscape map, different scale vector layers, natural and anthropogenic blocks, GIS, radioecology zone.

Мета публікації - методологічне обґрунтування принципів формування структури і змісту багатослоєвої, мультимасштабної ландшафтно-карти, опрацювання методики її укладання із застосуванням ГІС-технологій. Призначення такої карти – формування змістовної основи геоінформаційної системи, яка слугує для розв'язання наукових і прикладних завдань у галузі радіоекології. Актуальність тематики визначається спрямуванням дослідження на удосконалення засобів аналізу, зберігання та ефективного використання інформації, накопиченої під час багаторічних ландшафтних досліджень радіоактивно забруднених територій.

*Статтю підготовлено за результатами науково-дослідної роботи „Методика ландшафтного картографування Чорнобильської зони для радіоекологічної ГІС” [13], яка є логічним продовженням досліджень у галузі ландшафтно-радіоекології, що виконуються в Інституті географії НАН України.

Комп'ютерне картографування ландшафтів є сучасним науковим методом їх комплексного вивчення. Перехід до комп'ютерного укладання ландшафтних карт значно розширює сферу їх застосування, що сприяє подальшому розвитку методичних аспектів ландшафтного картографування, зорієнтованого на удосконалення самої ландшафтно-карти, і водночас – формуванню на ландшафтній основі геоінформаційних систем багатопільового призначення [7].

Дослідження виконано на прикладі модельного полігону у Чорнобильській зоні відчуження і розраховане на подальше використання його результатів у напрямку наукового забезпечення розв'язання комплексних наукових та прикладних радіоекологічних завдань, що залишаються актуальними для цієї території і через 25 років після аварії. Отримані результати, зокрема опрацьована методика мультимасштабного картографування

ландшафтів, можуть також бути використані при створенні ГІС геоecологічного призначення для зон впливу працюючих АЕС та інших об'єктів підвищеної небезпеки.

Досвід комп'ютерного ландшафтного картографування з метою формування ГІС радіоекологічного призначення. Перший досвід укладання ландшафтною карти у комп'ютерному форматі для розв'язання комплексних радіоекологічних завдань можна віднести до 1986-87 рр., коли з метою оцінювання та прогнозування наслідків чорнобильської катастрофи разом із співробітниками інститутів геологічних наук та кібернетики Академії наук України була створена перша вітчизняна регіональна радіоекологічна ГІС на базі вітчизняної ЕОМ "Дельта".

Багатоплановість радіоекологічних завдань, починаючи з перших післяаварійних років, застосування для їх розв'язання комп'ютерних засобів та елементів геоінформаційних технологій зумовлюють постійне підвищення вимог до точності та кондиційності базових ландшафтних карт, адже цим визначаються подальша якість похідних прикладних карт, достовірність опрацьованих на їхній основі інженерних та управлінських рішень. Тому систематичні польові дослідження морфології ландшафтів разом із спостереженнями за тенденціями їх еволюції в умовах зони відчуження продовжуються протягом усього післяаварійного періоду. Результатами цієї роботи стали оцінки умов міграції радіонуклідів, опрацювання моделей ландшафтних сукцесій та прогнози ходу процесів подальшого самовідновлення ландшафтів [12].

Укладання базової середньомасштабної ландшафтною карти територій, що після чорнобильської катастрофи потрапили у зону відчуження, було завершено нами у 1985 р. за матеріалами багаторічних польових досліджень ландшафтів Київської області. У процесі її використання для обґрунтування багатьох післяаварійних контрзаходів карта була уточнена, доопрацьована і переукладена у масштабі 1:200 000 при збереженні кондиційності карти попереднього масштабу (1:100 000).

Нова версія середньомасштабної ландшафтною карти була використана для розв'язання радіоекологічних завдань віддаленого післяаварійного періоду зони відчуження загалом і окремих об'єктів та полігонів у її межах. Важливими етапами у формуванні методики комп'ютерного ландшафтного картографування стало відтворення рисунка ландшафтною карти у растровому форматі *.TIF засобами програми PC View від компанії AGFA (1993-94 рр.), що за своїми можливостями була багато в чому подібна до ранніх версій відомих нині Adobe PhotoShop; потім у GRID-форматі засобами програми SPANS 5.3. – продукту компанії ITERA

TYDAC [5], а згодом, у 1998-99 рр., – у векторному форматі з використанням перших версій програми MapInfo.

Перелік радіоекологічних завдань, які поставали під час ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС 1986 року, поступово розширювався. Виникала необхідність й у розширенні масштабового ряду ландшафтних карт. Тому наступним кроком у комп'ютерному ландшафтному картографуванні стало укладання оглядової ландшафтною карти зони відчуження та прилеглої території. Одночасно було розпочато укладання великомасштабної коп'ютерної ландшафтною карти на окремі ділянки – модельні полігони, де виконувалися науково-дослідні експериментальні роботи щодо оцінювання міграційних процесів у компонентах ландшафтів, апробації технологій дезактивації ґрунту тощо.

У зв'язку з можливостями сучасної комп'ютерної техніки щодо масштабування картографічного зображення виникають такі поняття, як мультимасштабність чи позамасштабність комп'ютерних ландшафтних карт. При цьому йдеться не лише про можливості автоматичного масштабування зображення. В разі застосування комп'ютерної техніки для укладання ландшафтною карти можливості зіставлення й аналізу різномасштабних вихідних карт, їх контурів та змісту легенд значно збільшуються і набувають принципово нового методичного значення.

Вимоги до програмних засобів комп'ютерного картографування ландшафтів. Критеріями вибору програмних засобів для картографування різноманітних природно-територіальних комплексів (ПТК) є можливість забезпечити насичення створюваних об'єктів інформацією, що відображає їхні властивості, інтегрованість програм із базами даних та можливість створення (конструювання) багаточасової багатомасштабної ландшафтною карти.

Мають бути враховані й зручність у використанні, досвід виконавців роботи у застосуванні тих чи інших програм або можливість набуття такого досвіду, а також наявність технічних засобів відповідної потужності, доступність програмних продуктів для виконавців і потенційних користувачів створюваної карти.

До обов'язкових властивостей ГІС-пакетів, які застосовують при формуванні та використанні багатомасштабної (мультимасштабної) ландшафтною карти, відносяться:

- координатна прив'язка даних;
- здатність відображати просторово-часові зв'язки об'єктів;
- можливість оперативного оновлення, аналізу та синтезу баз даних;
- максимальний перелік визначених функ-

цій в одному програмному забезпеченні;

- зручний інтерфейс.

Просторові дані можуть бути представлені в растровій або векторній формі. При створенні ландшафтних карт доцільним є застосування векторного формату. Векторні формати економні щодо необхідних об'ємів пам'яті, оскільки зберігається не саме зображення, а основні дані, за якими відповідна програма щоразу його відновлює. Об'єкти векторної форми легко трансформуються, ними можна маніпулювати без втрати якості зображення.

Разом з тим, при роботі з топографічними і тематичними картографічними матеріалами та даними ДЗЗ доцільніше користуватись растровими форматами, де інформація задається масивом чисел, які описують параметри кожної точки.

Структура ГІС є набором інформаційних шарів. При створенні ГІС велике значення надається вибору базових шарів, які в подальшому використовуються для суміщення та узгодження всіх даних. Створення ГІС на ландшафтній основі здійснюється у такій послідовності:

- збирання фактичного матеріалу про ландшафти та їх компоненти;
- укладання комп'ютерної ландшафтної карти-основи ГІС. При цьому використовуються дані ДЗЗ. При створенні ГІС на ландшафтній основі саме цей етап набуває важливого науково-методичного змісту, оскільки якість, детальність, достовірність ландшафтної карти-основи значною мірою забезпечують якість виконання наступних етапів і достовірність отриманих результатів;
- наповнення комп'ютерної карти картографічною та атрибутивною інформацією – для ландшафтних карт це дані про компоненти та елементи ПТК. В окремих шарах міститься інформація про сучасний стан ПТК - антропогенні зміни, забруднення, а також адміністративний устрій та елементи інфраструктури (дорожня мережа, населені пункти тощо);
- ГІС-аналіз – розв'язання завдань обробки та інтерпретації ландшафтних даних з використанням ГІС-забезпечення, часовий та просторовий аналізи, прогнозування та оцінювання;
- візуалізація вхідних даних та результатів розв'язання завдань із використанням можливостей ГІС: побудова карт і діаграм, у тому числі у вигляді тривимірних статичних та рухомих зображень тощо.

Всі сучасні ГІС-пакети вміщують вичерпний набір функцій запитів. Алгоритм ландшафтного і геоecологічного моделювання реалізований в геоінформаційних системах: ArcInfo, ArcView, ArcGIS (ESRI Inc), MapInfo (MapInfo Corp), Idris (Clark Labs), MicroStation (Bentley Systems Inc.) [9].

Як основний програмний продукт, що має достатні можливості для створення контурних

частин ландшафтних карт шляхом використання стандартного набору операцій і разом з тим не потребує потужних технічних засобів з великим обсягом пам'яті, є MapInfo Professional (версії від 6 до 9). Для деяких операцій аналізу ландшафтної карти (наприклад, **overlay**-суміщення полігонів із різних векторних шарів з об'єднанням їх атрибутів у новому створеному шарі) можуть бути використані можливості ArcGIS.

Принципи формування синтетичної багатшарової комп'ютерної ландшафтної карти як моделі ієрархічно побудованих ПТК. Методичні основи картографування природних ландшафтів висвітлені у працях А.А.Відиної [1970], А.Г. Ісаченка [1981], В.К. Жучкової та Е.М. Ра-ковської [2004], К.І. Геренчука [1975], Г.П. Міллера [1972], А.В. Мельника і Г.П. Міллера [1993], антропогенно змінених ландшафтів - В.С. Давидчука та Л.Ю. Сорокіної [12], комп'ютерного ландшафтного картографування та використання ГІС-моделювання в дослідженнях природних та антропогенізованих ландшафтів – у роботах В.С. Давидчука із співавторами [6,8], І.С. Круглова [11], інших авторів.

Основоположні принципи ландшафтного картографування сформульовано як: **принцип цілісності ландшафтних комплексів**, що передбачає аналіз та врахування взаємодії та взаємозалежності їх компонентів; **принцип ієрархічності ландшафтних комплексів**, згідно з яким ландшафтні утворення досліджують та картографують як взаємоузгоджені та взаємозалежні різноманітні територіальні одиниці; **принцип емерджентності**, що зумовлює необхідність враховувати наявність властивостей ландшафтних комплексів як цілого. Беручи до уваги антропогенну змінність сучасних ландшафтів, трактування першого з названих принципів слід доповнити положенням про **цілісність природної та антропогенної складових ландшафтного комплексу**, що зумовлює вивчення антропогенно змінених (модифікованих) ландшафтів як варіантів природних систем.

Ми розглядаємо ландшафт як систему ієрархічно побудованих фонових (рівнини, тераси) і субдомінантних (ерозійна мережа, карстові та суфозійні депресії, форми еолової акумуляції та ін.) природних територіальних комплексів, які складаються з нерівнозначних, взаємно підпорядкованих природних компонентів, що різною мірою змінені внаслідок діяльності людини. Виходячи з цього, завдання картографування ландшафтної структури території полягає у відображенні фонових і субдомінантних ПТК як мінімум трьох основних рівнів – фацій, урочищ і ландшафтів, компоненти яких зазнали антропогенних змін різного ступеня.

При ландшафтному картографуванні важливо зберегти уявлення про ландшафт як цілісний, ієрархічно побудований природний об'єкт. Саме таке завдання вирішується при створенні мультимасштабної ландшафтною карти. При цьому розробляється багаторівнева єдина легенда, організована у вигляді взаємоузгоджених шарів інформації про ландшафтні комплекси з деталізацією та узагальненнями, що відповідають певним масштабним рівням.

Побудова комп'ютерної ландшафтною карти здійснюється у вигляді різномасштабних шарів. Ландшафтні векторні шари різних масштабних рівнів мають узгоджені за рисунком контурні частини і, відповідно, змістовно узгоджені легенди природного та антропогенного блоків ПТК. У нашому дослідженні застосовано три масштабні рівні картографування – великий (1 : 10 000), середній (1 : 100 000) і дрібний (1 : 750 000).

Загальна схема побудови взаємоузгоджених різномасштабних карт і формування їхньої єдиної легенди – це перехід від більш узагальненої до детальної інформації про об'єкти картографування – деталізації, або ж, навпаки, – від детального до більш загального подання інформації – генералізації. Саме взаємоузгодження контурних частин та змісту легенд ландшафтних карт різних масштабних рівнів становить новизну пропонованої методики, на відміну від традиційних методів генералізації, що застосовуються в картографії, як це висвітлено К.О.Саліщевим (1982), а також у сучасних роботах з картографічного моделювання [10 та ін.]

Мультимасштабне картографування природної підсистеми ландшафтів. Комплексний, синтетичний характер інформації про ландшафти визначає специфіку форм подання відомостей про різномасштабні ПТК у легендах карт відповідних масштабів. Засоби взаємоузгодження таких легенд – складне дослідницьке завдання. Для його вирішення необхідно обґрунтувати критерії визначення: базового рівня інформації про ландшафти; рангів ландшафтних комплексів, зображених на картах кожного масштабного рівня; способу подання інформації про субдомінантні урочища в легендах різного рівня деталізації і на відповідних картах; ступеня узагальнення контурів ландшафтних комплексів – об'єктів картографування на кожному з обраних масштабних рівнів.

Відповідно до принципу ієрархічної побудови ландшафту виділяються таксони трьох основних рангів. Серед них найнижчий – фація, що займає елементарну поверхню, далі йдуть урочище – елементарний об'єм і ландшафт – макроповерхня, що сформована з елементарних об'ємів. Допоміжні ранги ПТК представлені підурочищем, місцевістю тощо.

Проте ландшафтна структура будь-якої території характеризується тим, що на кожному масштабному рівні в ній виділяються елементи фонові, тобто такі, що створюють простір ландшафту, і субдомінантні, що його ускладнюють, хоч і займають значно менші площі. Серед останніх – ПТК ерозійної мережі, карстових та суфозійних западин, еолових форм тощо. Відповідно, на кожному масштабному рівні ландшафтного картографування необхідно відображати одночасно і фонові, і субдомінантні ПТК різних таксономічних рангів. Ранги фонових ПТК при цьому можуть бути нижчі від рангів субдомінантних ПТК, зображених на комп'ютерній карті того ж масштабного рівня.

З метою інтеграції окремих різномасштабних ландшафтних картографічних шарів, перетворення їх на прототип „мультимасштабної” ландшафтною карти ми пропонуємо три взаємоузгоджені різномасштабні шари, хоч їх може бути й більше. Головна вимога полягає в тому, що контурні частини і легенди всіх шарів карти мають бути сформовані на єдиних методологічних засадах.

У межах модельного полігону зони відчуження, де поширені моренно-воднольодовикові, кінцево-моренні, озерно-льодовикові та алювіальні ландшафти, які відрізняються значною строкатістю структури, нами опрацьовано такі масштабні рівні.

Перший з них – це карта, що відображає фонові ПТК таксономічних рівнів фацій і підурочищ та субдомінантних ПТК рангу підурочища та урочища, що за кондиційністю (детальністю рисунка) відповідає масштабу 1 : 10 000.

Другий – карта фонових підурочищ та урочищ і субдомінантних урочищ, що відповідає масштабу 1 : 100 000 – 1 : 200 000.

Третій – це карта фонових і субдомінантних урочищ та місцевостей, що відповідає масштабу 1 : 750 000 – 1 : 1 000 000 із нанесенням меж індивідуальних ландшафтів. Карті кожного з цих масштабів були неодноразово апробовані при вирішенні численних наукових та прикладних завдань у галузі чорнобильської радіоекології [3, 5, 12 та інші].

Генералізація карти певного масштабу при переході до наступного рівня здійснюється із збереженням, по можливості, природного співвідношення фонових та субдомінантних урочищ.

Варто зазначити, що при переході від середнього до дрібного масштабу частина дрібних контурів втрачається. Передусім це стосується субдомінантних урочищ ерозійної мережі та западин і є небажаним через втрату інформації про потенційні шляхи міграційних потоків речовини у ландшафтах. Цьому слід запобігати, максимально використовуючи можливості комп'ютерної техніки для збереження субдомінантних урочищ на карті дрібномасштабного шару.

Як базовий рівень представлення інформації про ландшафти засобами багат шарової комп'ютерної ландшафтної карти обрано середній масштаб (1 : 100 000), який забезпечує можливість відображення як фонових, так і субдомінантних ПТК рангу урочища, високу детальність інформації про морфологічну і компонентну структуру ландшафтів території зони відчуження ЧАЕС. Важливим аргументом є також наявність укладених і апробованих середньомасштабних карт природного і антропогенного блоків ПТК, які були створені на основі інформації про ландшафти та їх окремі компоненти, отриманої за даними багаторічних польових і камеральних ландшафтних досліджень цієї території. Однією із вимог до цих даних була прив'язка до великомасштабної топооснови.

Наявність значного масиву інформації про ландшафти території дослідження, структурованого у вигляді легенди середньомасштабної карти, – це необхідна і достатня база для опрацювання легенди карти дрібномасштабного (1 : 750 000) рівня, укладеної також для всієї зони. Разом з тим, така легенда завдяки своїй достатній інформативності цілком придатна бути базовою при опрацюванні легенди великомасштабної карти (1 : 10 000).

Легенда багат шарової комп'ютерної ландшафтної карти побудована за синтетичним принципом і подається як текстова характеристика ПТК або у вигляді текстових класифікаторів, які відображають особливості природних компонентів та їх окремих елементів.

Фрагменти ландшафтних карт велико-, середньо- і дрібномасштабного рівнів та приклади трирівневої легенди мультимасштабної ландшафтної карти ключової ділянки у зоні відчуження ЧАЕС подано на рисунках 1 і 2 та у таблиці 1¹.

Мультимасштабне картографування антропогенної підсистеми ландшафтів. Відповідно до раніше опрацьованих принципів класифікації антропогенно змінених ландшафтів, залежно від того, які компоненти ПТК зазнали змін, ми виділяємо літо-, гідро- та фітоваріантні ландшафтні комплекси. Класифікація антропогенізованих ландшафтів, побудована на врахуванні характеру та ступеня змінності компонентів ПТК, відповідає сформульованому М.А. Солнцевим [1948, 2001] принципу нерівнозначності природних компонентів, який у наших дослідженнях – один із головних. Принцип провідного фактора, яким є літогенна основа ландшафту, не заперечує важливості ролі кожного з решти компонентів у формуванні морфологічної структури ландшафтів, у їх функціонуванні та розвитку, при оцінюванні ступеню антропогенізації ландшафтів.

Ранжування ландшафтних комплексів відповідно до ступеня антропогенної перебудови їхніх компонентів у ряду від літоваріантних до фітоваріантних ПТК дає можливість оцінити особливості нинішнього стану ландшафтів та прогнозувати їхній подальший розвиток, зокрема хід відновлення природних властивостей в разі істотного послаблення антропогенного впливу.

Розробку та апробацію такої класифікації виконано для ландшафтів Чорнобильської зони відчуження. На основі цієї класифікації розроблено легенду карти антропогенних модифікацій ландшафтів території впливу ЧАЕС, яка зафіксувала стан антропогенно змінених ПТК протягом першого післяаварійного періоду з урахуванням радіаційного забруднення екосистем та впливу на них контрзаходів щодо подолання наслідків аварії [1].

Формування антропогенного блоку мультимасштабної комп'ютерної ландшафтної карти базується на результатах середньомасштабного картографування антропогенних змін ландшафтів зони відчуження ЧАЕС.

Дрібномасштабну карту антропогенних змін ландшафтів отримано шляхом генералізації середньомасштабної карти, із переукладанням її контурної частини на топооснову масштабу 1 : 750 000. Структура легенди середньомасштабної карти при цьому зберігається, а зміст її приводиться у відповідність з генералізованим змістом дрібномасштабної карти. При укладанні дрібномасштабної карти рівень узагальнення поданих в її легенді відомостей відповідає фоновим ПТК рангу місцевості та складного урочища.

Призначення блоку антропогенних змін ландшафтів у дрібномасштабному шарі полягає в аналізі змін структури землекористування та еволюції рослинного покриву, які є найбільш динамічними процесами у ландшафтах зони відчуження протягом післяаварійного періоду, у зв'язанні інших наукових завдань регіонального рівня. Приклад такого дослідження – аналіз залежності еволюційних процесів у ландшафтах від гідрометеорологічних показників [2].

Деталізація інформації щодо сучасних антропогенних перетворень ландшафтів при їх великомасштабному картографуванні здійснюється зі збереженням принципів класифікації, які були використані при середньомасштабному картографуванні, і на їх основі опрацьовуються детальніші класифікація і легенда.

Подання інформації про антропогенні зміни ПТК на великомасштабній карті відповідає характеристикам властивостей ландшафтних одиниць рівня підурочищ або фацій і спрямоване на опрацювання наукових і прикладних завдань вивчення та оцінки міграційних, еволюційних процесів, завдань реабілітаційного змісту.

При цьому з'являється можливість наочно

¹Повні легенди до рисунків 1 та 2 вміщено в [13].

Таблиця 1. Приклад легенди мультимасштабної ландшафтної карти зони відчуження ЧАЕС (природний блок)

Масштаби		
1:750 000	1:100 000	1:10 000
	Рівнини воднольодовикові на палеоген-неогеновій основі:	
2	М-2 Рівнини воднольодовикові, хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю понад 2 м, з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосновими з домішкою дуба трав'яними зеленомоховими лісами, частково розорані	М-2а Основні поверхні воднольодовикових рівнин, хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю понад 2 м, з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосновими з домішкою дуба трав'яними лісами, частково під багаторічними перелогами
		М-2б Основні поверхні воднольодовикових рівнин, хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю понад 2 м, з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, з дерново-підзолистими слабоглеуватими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосновими з домішкою дуба трав'яними лісами, частково під багаторічними перелогами
		М-2в Основні поверхні воднольодовикових рівнин, хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю понад 2 м, з прошарками оглинених пісків, з дерново-підзолистими глеуватими пілуватопіщаними ґрунтами, вологосуборові, під дубово-сосновими чорнично-трав'яними лісами
Рівнини моренно-воднольодовикові на палеоген-неогеновій основі		
3	М-4 Рівнини моренно-воднольодовикові, підвищені, хвилясті, складені пілуватими пісками з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, що підстеляються середніми валунними суглинками пластової морени на глибині 2,5-3,5 м, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами, частково розорані	М-4а Основні поверхні моренно-воднольодовикових рівнин, підвищені, хвилясті, складені пілуватими пісками з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, що підстеляються середніми валунними суглинками пластової морени на глибині 2,5-3,5 м, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами, частково під багаторічними перелогами
		М-4б Основні поверхні моренно-воднольодовикових рівнин, відносно знижені, хвилясті, складені пілуватими пісками з прошарками оглинених пісків на глибині 0,8-1,5 м, що підстеляються середніми валунними суглинками пластової морени на глибині 2,5-3,5 м, з дерново-підзолистими слабоглеуватими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосудібровні, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравними лісами, частково під перелогами
		С-14 Сідловини пологоввігнуті, вислані делювіальними супісками, з дерново-підзолистими глеуватими супіщаними ґрунтами, вологодібровні, під ясенново-дубовими гравілятовими лісами, переважно під багаторічними перелогами
4	М-6 Кінцево-моренні пасма, підвищені, горбисто-хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю 0,4-1,0 м, що підстеляються легкими суглинками напірної морени, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами, переважно розорані та заміщені сосновими лісокультурами	М-6б Вершинні поверхні кінцево-моренних пасом, підвищені, горбисто-хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю 0,4-1,0 м, що підстеляються легкими суглинками напірної морени, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами, переважно під багаторічними перелогами та заміщені культурними сосняками
		М-6в Вершинні поверхні кінцево-моренних пасом, відносно знижені, вирівняні, складені пілуватими пісками потужністю 0,4-1,0 м, що підстеляються легкими суглинками напірної морени, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами, переважно під багаторічними перелогами та заміщені сосновими лісокультурами
		С-6а Схили кінцево-моренних пасом, делювіальні, стрімкі (>12°), хвилясті, складені пілуватими пісками потужністю 0,4-1,0 м, що підстеляються легкими суглинками напірної морени, з дерново-підзолистими пілуватопіщаними ґрунтами, свіжосуборові, під сосново-дубовими з домішкою граба різнотравно-широкотравними лісами

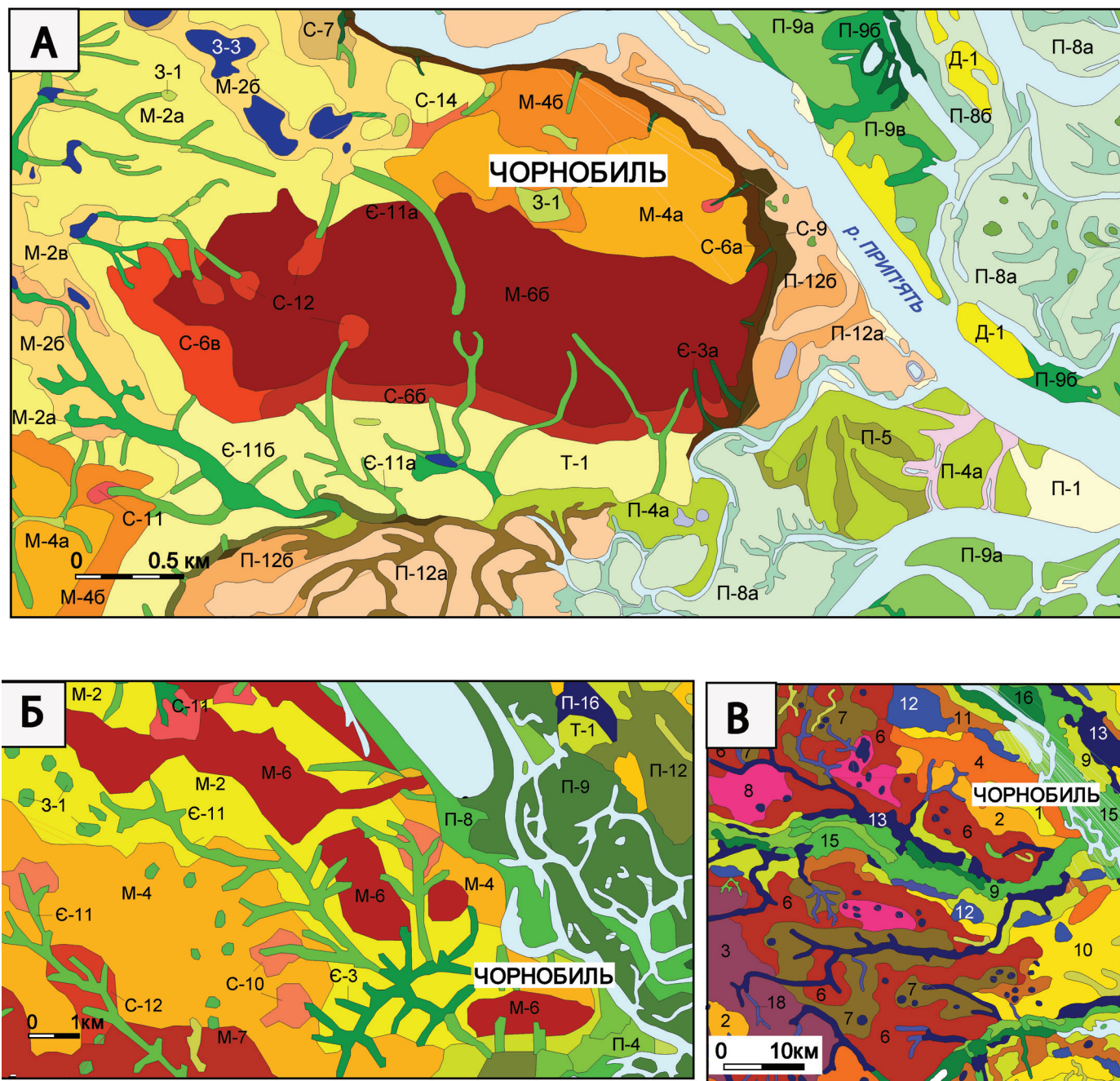


Рисунок 1. Ландшафтна структура зони відчуження ЧАЕС (фрагмент).

- А. Великомасштабний рівень (базовий м-б 1:10 000);
 Б. Середньомасштабний рівень (базовий м-б 1:100 000);
 В. Дрібномасштабний рівень (базовий м-б 1:750 000)

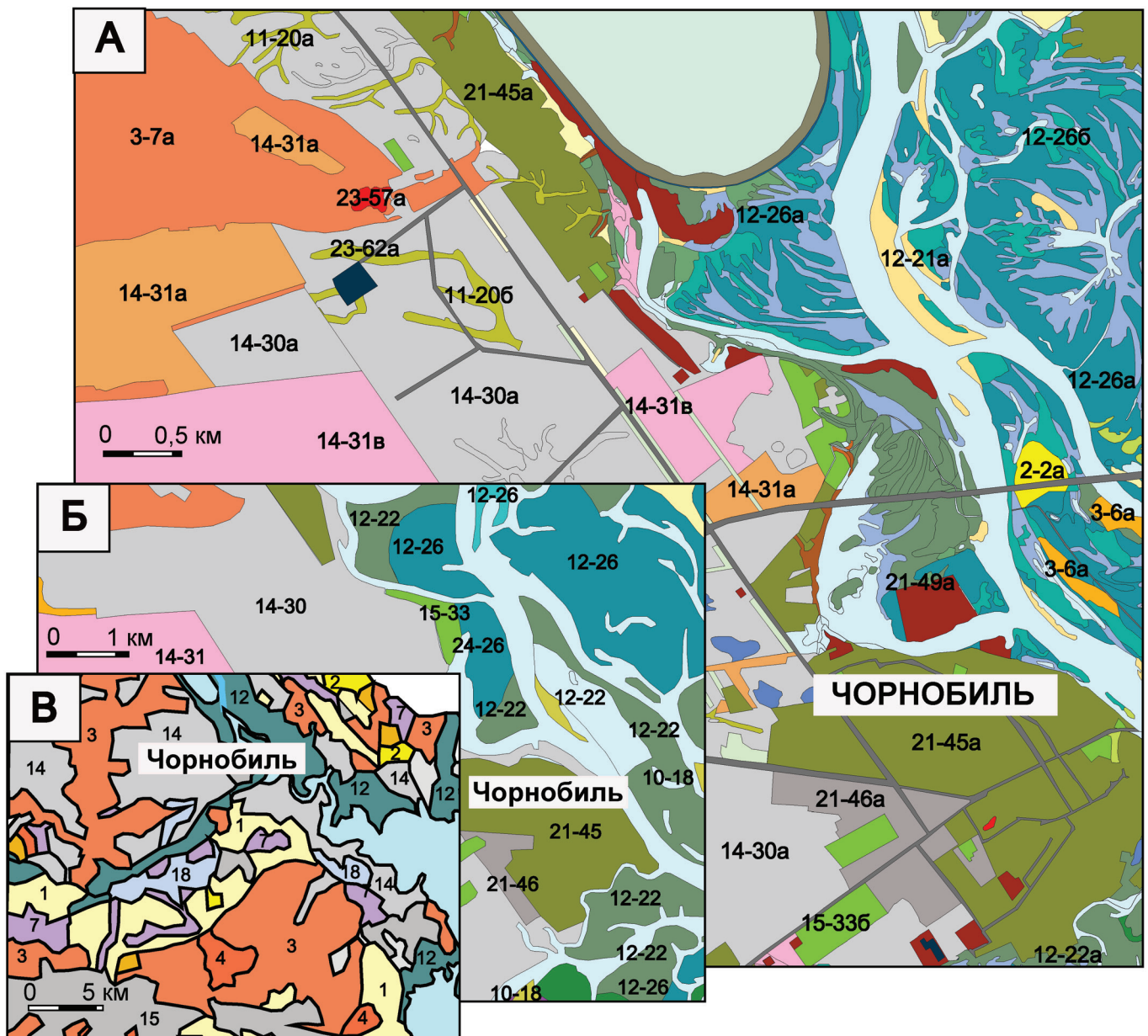


Рисунок 2. Антропогенні зміни ландшафтів зони відчуження ЧАЕС (фрагмент).

- А. Великомасштабний рівень (базовий м-б 1:10 000);
 Б. Середньомасштабний рівень (базовий м-б 1:100 000);
 В. Дрібномасштабний рівень (базовий м-б 1:750 000)

Таблиця 2. Приклад легенди карти антропогенних модифікацій ландшафтів зони відчуження ЧАЕС

	1 : 750 000		1 : 100 000		1 : 10 000	
	індекс	Характеристика	індекс	характеристика	характеристика	індекс
ФІТОВАРІАНТНІ ПТК Ліси						
Ліси з переважанням сосни	2	Соснові та сосново-березові брусничево-зеленомохові ліси	2-2	Соснові брусничево-зеленомохові		2-2-а
			2-3	Сосново-березові різнотравно-зеленомохові		2-3-а
			2-4	Березово-соснові осоково-пухівково-сфагнові		2-4-а
			2-5	Березово-соснові на перелогах:	природного поновлення на перелогах	2-5-а
					культурні насадження на перелогах	2-5-б
Інші деревні насадження (у дрібному та середньому масштабах не відображено)						
Зелені насадження	9	Зелені насадження у населених пунктах	9-17	Парки та цвинтри (у середньому масштабі не відображено)	Парки та цвинтари	9-17-а
					Парки та цвинтари в умовах самовідновлення рослинності	9-17-б
Луки						
	12	Заплавні луки	12-26	Різнотравно-злакові в комплексі з осоково-вологотравно-крупнозлаковими	Різнотравно-злакові (на гривах)	12-26-а
					Осоково-вологотравно-крупнозлакові – у міжгрибних зниженнях	12-26-б
Перелоги						
	14	Перелоги	14-30	Багаторічні перелоги в умовах природного зволоження	Багаторічні перелоги в умовах природного зволоження	14-30-а
				14-31	Поновлення деревної рослинності на місці перелогів	Природне поновлення сосни на перелогах
						Культурні насадження сосни на місці перелогів
ГІГРОВАРІАНТНІ ПТК Перелоги в умовах впливу меліоративних систем						
	18	Перелоги на меліорованих ділянках	18-41	Багаторічні перелоги в умовах осушення	Багаторічні перелоги в умовах осушення	18-41-а
					Природне поновлення сосни на місці перелогів в умовах осушення	18-41-б
ЛІТОВАРІАНТНІ ПТК з антропогенними змінами літооснови						
	23	Інше	23-54	Пункти захоронення радіоактивних відходів (утилізації радіактивно забрудненої техніки, ґрунту та інші)		23-54-а
			23-55	Ділянки суцільного зняття ґрунту при здійсненні заходів з дезактивації території		23-55-а
			23-58	Греблі		23-58-а
			23-60	Польдери		23-60-а
	24		24-62	Штучні водойми		24-62-а

відстежувати сукцесійні зміни у рослинному покриві ландшафтів, тобто виявляти процеси – індикатори еволюційних змін антропогенно модифікованих ПТК загалом, аналіз і прогноз яких створює передумови для прогнозування подальшого розвитку радіоекологічної ситуації.

Інтеграція легенд окремих різномасштабних картографічних шарів у цілісну легенду багатомасштабової карти антропогенних модифікацій здійснюється за тим самим принципом, що й інтеграція легенд карт природного блоку, тобто з урахуванням якісного характеру антропогенних змін та ієрархіч-

ного підпорядкування морфологічних одиниць ландшафтів.

Багаторівнева будова комп'ютерної карти антропогенних модифікацій відповідає ієрархії відображених ПТК, що дає можливість представити інформацію про антропогенні зміни ландшафтів із різними ступенями деталізації. Це відповідає різним цілям її використання – від загально інформаційного, оглядового ознайомлення з сучасним станом ландшафтів території дослідження до розв'язання конкретних радіоекологічних завдань локального рівня.

Створення мультимасштабної ландшафтної карти як основи ГІС радіоекологічного призначення передбачає її періодичну актуалізацію з метою забезпечення придатності для оперативного цільового використання.

Заходи, спрямовані на оновлення та удосконалення комп'ютерної ландшафтної карти території досліджень, включають кілька операцій. По-перше, це коригування обох блоків такої карти з метою врахування еволюційних змін, які відбулися у природній та антропогенній підсистемах ландшафту протягом певного часу під впливом природних процесів і господарської діяльності; по-друге, – доопрацювання мультимасштабної комп'ютерної ландшафтної карти

в разі надходження додаткових матеріалів або програмно-технічних засобів, зокрема удосконалення контурних частин та легенд раніше укладених інформаційних шарів, аж до формування нових і додаткових масштабних рівнів.

Формування комп'ютерної ландшафтної карти у вигляді інформаційних шарів кількох окремих різномасштабних рівнів забезпечує можливість застосування в разі потреби кожного з них або автономно – у вигляді самостійного блоку ГІС, що використовується для розв'язання наукового чи прикладного завдання, яке потребує ландшафтного обґрунтування відповідного масштабного рівня, або у вигляді єдиної мультимасштабної ландшафтної карти.

Ландшафтна карта разом з картою антропогенних змін ландшафтів послужили основою для прикладного оцінювання території зони відчуження Чорнобильської АЕС щодо ландшафтних передумов міграції радіонуклідів [12]; балансу радіоцезію в ландшафтах [4]; запасів фітомаси як основи для оцінки і прогнозу біогенного накопичення ^{137}Cs [4,5]; змін структури угідь у ландшафтах радіоактивно забрудненої території [3] і як змістовна основа радіоекологічної ГІС має значний потенціал для подальшого використання.

1. Антропогенные изменения ландшафтов и современная растительность зоны Чернобыльской АЭС: Карта масштаба 1:100000. - К.: Мапа, 1992, на 4 листах (авт. Давыдчук В.С., Сорокина Л.Ю., Фоменко Ю.Я.)
2. Гриневецкий В.Т., Давидчук В.С., Петров М.Ф. Гідротермічні передумови міграції радіонуклідів у Чорнобильській зоні // Бюлетень екологічного стану зони відчуження і безумовного (обов'язкового) відселення. - №2(22)- 2003. - С. 13-22.
3. Грицюк Н.Р., Давидчук В.С. Радіоекологічна критичність ландшафтів // Вісник Львівського університету. Серія географічна. Вип. 31. – Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, 2004. – С. 253-256.
4. Давидчук В.С. Баланс Cs-137 у ландшафтах зони відчуження Чорнобильської АЕС // Укр. геогр. журн. - 1996. - №1. - С. 44-48.
5. Давидчук С.В., Давидчук В.С., Сорокіна Л.Ю. Оцінка радіонуклідного забруднення лісів засобами ГІС на ландшафтній основі // Укр. геогр. журн.- 1998. - №3.- С.54-59.
6. Давидчук В. С., Линник В. Г. Ландшафтный подход к организации геоинформационных систем // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтоведения: VIII всес. совещ. по ландшафтоведению, сентябрь, 1988 г.: тез. докл. – Л., 1988. – С. 53–54.
7. Давыдчук В.С., Линник В.Г., Чепурной Н.Д. Моделирование и прогнозирование миграции радионуклидов на основе ландшафтного подхода // Сб. «Докл. I научно-технич. семинара по основным результатам ЛПА на ЧАЭС (Чернобыль, сентябрь 1988)», в 3 томах. - Т. 2, Чернобыль, 1988.- С. 261-274.
8. Давидчук В.С., Сорокіна Л.Ю., Родіна В.В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій // Вісник Львів. ун-ту, 2004. – Серія географічна. – Вип. 31. – С. 263 – 270.
9. Иванов С.А. Методика геоінформаційного моделювання / В кн.: Ландшафти гірничопромислових територій.- Львів, 2007. – С.73-80.
10. Картографічне моделювання: Навчальний посібник / Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко; за ред. А.П. Золовського. – Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. – 238 с.
11. Круглов І.С. Методика напіваавтоматизованого створення геопросторового шару педоморфологічних одиниць Басейну Верхнього Дністра // Вісн. Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2004. – Вип. 31. – С. 312-320.
12. Ландшафты Чернобыльской зоны и их оценка по условия миграции радионуклидов / В.С.Давыдчук, Р.Ф.Зарудная, С.В.Михели, М.Ф. Петров, Л.Ю.Сорокина, А.Н.Ткаченко; под ред. А.М. Маринича. – К.: Наук. думка, 1994. -112 с.
13. Методика ландшафтного картографування Чорнобильської зони для радіоекологічної ГІС / В.С. Давидчук, Р.Ф. Зарудна, Н.І. Назарчук, М.Ф. Петров, Л.Ю. Сорокіна / Звіт про НДР Інститут географії НАН України, К., 2010. – 76 с. (№ Держреєстрації 0108U007590)