

УДК 528.4 : 528.92

ГЕОІНЖИНІРИНГОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

*Р.Ю. Шевченко, канд. геогр. наук
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)*

Досліджуються особливості геоінжинірингових технологій в інженерно-картографічному дослідженні системи раціонального природокористування. Представлено термінологічне обґрунтування, класифікації карт, удосконалений алгоритм впровадження відповідних методів, визначений тематичний зміст електронних карт природокористування.

Исследуются особенности применения геоинжиниринговых технологий в инженерно-картографическом исследовании системы рационального природопользования. Представлено терминологическое обоснование, классификации карт, усовершенствован алгоритм внедрения соответствующих методов, определено тематическое содержание электронных карт природопользования.

In article are discussed questions of the particularities of the using of geoengineering in engineering-cartographic technology in practical person rational of use of the nature. It is presented of terminological argumentation of studies, classification of map, is shown of designed algorithm of the introduction corresponding to methods, is determined of thematic contents of the electronic maps of the use of the nature.

Постановка наукової проблеми. Геоінжиніринг – комплекс технологій, методик та прийомів отримання та маніпулювання геопросторовими даними. Геоінжинірингове дослідження в системі природокористування та реалізація відповідних наукових та проектних досліджень ґрунтується на теоретико-методологічних положеннях та концепціях про картографування системи “суспільство-природа” як однієї з головних і найважливіших методичних проблем сучасної картографії. Функціонування та реалізація на практиці відповідного методичного апарату інженерних досліджень починається з методологічного

© Р.Ю. Шевченко, 2012

обґрунтування підходів до технологій інженерно-картографічного вивчення загальнонаукової проблеми природокористування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним фундаментом реалізації геоінжинірингових досліджень є наступні апробовані наукові теорії прикладного геоінформаційного картографування і моделювання антропогенного та природного середовищ, що сформульовані проф. Е.Л. Бондаренком, С.М. Білокриницьким, Б.І. Волосецьким, управління базами даних, маніпулювання ними, а також економічні обґрунтування відповідних досліджень, розроблені М.А. Хвесиком, В.А. Голяном, О.В. Яроцькою, Н.В. Коржуною [3, 5].

Невирішені частини проблеми. Окреме застосування вищевикладених технологій у природокористуванні не дає повноцінного результату. Поєднання методів геодезії, картографії, технічних і географічних наук є основою розробки програми масштабних досліджень. Методика повинна кореспондуватися з державною програмою раціонального природокористування. Не вирішеним з наукової точки зору є обґрунтування полікомпонентності, структурованості, термінології та технологічного процесу прийомів геоінжинірингу системи природокористування. У методику необхідно закласти функції багатоаспектності та мультiformатності отриманих результатів. Реалізація відповідної методичної програми дасть найвищий результат достовірності і стане основою до прийняття управлінських рішень.

Формулювання цілей статті. Постановка наукових завдань. Мета досліджень ставить наступні наукові завдання вирішення проблеми, а саме: термінологічне визначення поняття "карта системи природокористування", вишукати масив картографічних творів, що висвітлюють проблему природокористування та природоохоронну тематику, дати стислий огляд відповідного шару картографічної продукції, прокласифікувати їх та обґрунтувати відповідний ранжир, розробити критерії оцінки інформаційної достовірності та цінності для проведення дослідження трансформації системи природокористування в Україні. Проведення спеціалізованих інженерно-картографічних досліджень (геоінжинірингу) повинні ґрунтуватися на виконанні наступних наукових завдань: розробці алгоритму спеціального дослідження та розкритті призначення і тематичного змісту електронної карти природокористування як результату реалізації алгоритму дослідження.

Виклад основного матеріалу. Визначення карти системи природокористування або карти природоохоронної спеціалізації можна сформулювати, виходячи з термінологічного визначення "природокористування", інженерних та географічних особливостей реалізації. [1].

Карта системи природокористування — картографічна модель, що демонструє національну та міжнародну інфраструктуру геопросторових даних про сферу виробничої та наукової діяльності, спрямованої на комплексне

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

вивчення, освоєння, використання, відновлення, поліпшення й охорону природного середовища і природних ресурсів з метою сталого розвитку продуктивних сил і збереження сприятливих умов життєдіяльності людини.

Природоохоронна карта – модель геопросторової інфраструктури в системі забезпечення охорони природи та раціонального і сбалансованого природокористування.

У процесі дослідження карт природокористування вишукані: першою відомою картою системи природокористування в Україні є “Межирицька карта” [4], серія карт системи організації раціонального природокористування Комплексного атласу України [2]: “Природоохоронна діяльність”, “Забезпечення водними ресурсами та їх використання”, “Еродовані орні землі”, “Деградовані та малопродуктивні орні землі” та “Особливо цінні продуктивні ґрунти” тощо. Результатом комплексного аналізу системи картмоделей стала укладена авторська схема класифікації картографічних творів природоохоронної тематики та природокористування (Рис.1).

Відповідно до схеми комплекс карт розподіляється на власне карти природокористування при фундаментальних географічних дослідженнях змін навколишнього природного середовища та прикладні матеріали – плани-схеми при розв’язанні задач оцінки землі, земельно-кадастрових відносин та робіт із землеустрою та землевпорядкування приватних сільськогосподарських підприємств.

Кarti системи природокористування поділяються на історичні (демонструють зміни у часі систем розселення населення, територій господарювання, змін і трансформації рельєфу, долин річок тощо), власне природоохоронні (екологічні) карти, на яких показуються сучасні процеси в системі “суспільство-природа”, природно-ландшафтні зміни в містах під час урбанізаційних змін у його довіллі, захисту довіллі тощо. Природно-ресурсні карти є похідними від загально-географічних карт копалин, але з особливостями у легенді, де представлені умовні позначення інтенсивності виробничого природокористування в основних державних кадастрових системах: водній, земельній, лісовій, міській, повітряній, морській тощо. До природо-ресурсних карт також необхідно відносити й карти систем забезпечення та утилізації промислових та комунальних відходів. Еколого-економічні карти переважно є картограмними і інтерпретують до кожної визначеної території розрахункові та прогностні показники індикаторів сталого розвитку, інвестицій тощо. Плани-схеми інженерного природокористування застосовуються при визначенні критично можливих показників раціонального використання земельних ресурсів для попередження їх виснаження та деградації, проведення економічно обґрунтованих робіт із максимального збереження потенціалу ресурсів. Плани-схеми інженерного природокористування застосовуються привиз-

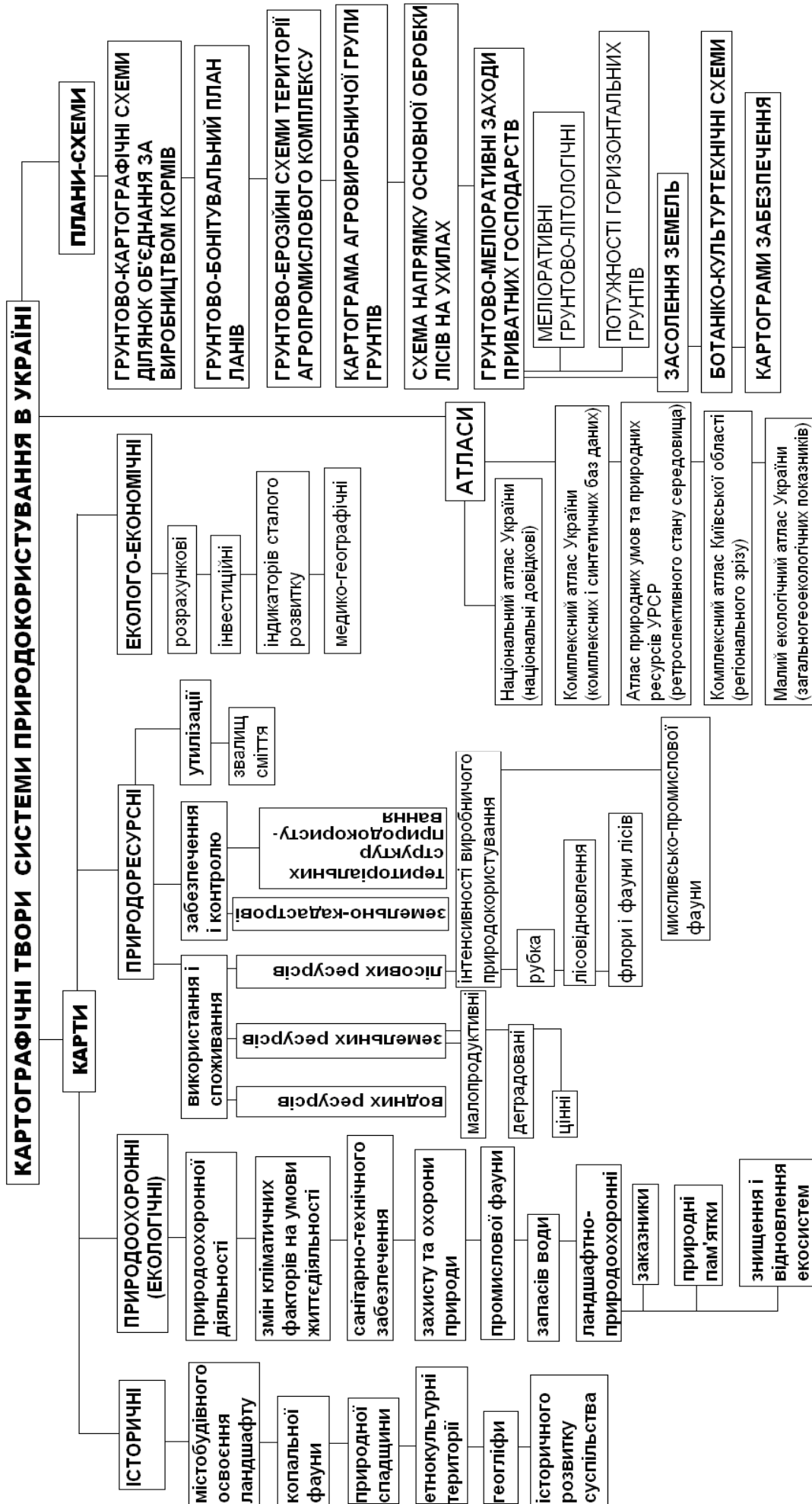


Рис. 1. Класифікація картографічних моделей систем природокористування.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

наченні критично можливих показників раціонального використання земельних ресурсів для попередження їх виснаження та деградації, проведення економічно обґрунтованих робіт із максимального збереження потенціалу ресурсів. Атласи системи природокористування демонструють геопросторову базу даних національного, регіонального, місцевого та об'єктового характеру.

Для проведення багатостороннього оцінювання стану системи природокористування в Україні необхідно розробити критерії до методики оцінки інформаційної цінності картографічних творів природоохоронного змісту. Критерії оцінки карти ґрунтуються на вивченні її тополого-геометричної основи (картографічному каркасі), на якій надбудовуються проблемно-тематичні навантаження (тематичний зміст карти). Першим, найголовнішим критерієм є часова відповідність чи адекватність картографічного твору, тобто наскільки карта є актуальною. У картах природокористування їх можна поділити на актуальні - електронні (ГІС) з терміном актуалізації від 5 до 7 років із незначними змінами географічної еколого-економічної (господарської) діяльності. Застарілими картами пропонуємо вважати твори, що не можуть відтворювати повноцінну еколого-географічну характеристику території (більше 10 років).

Картосеміотичні критерії – новітній напрям картографічного аудиту картографічних творів, який складається із семіотичних, прагматичних, лінгвістичних та семантичних критеріїв. Семіотика карт досліджує їх текстові літерально-цифрові (індексні) та комбіновані кластери математичної основи карт. Відповідний напрямок прикладної картосеміотики методично поділяє такі карти за видами передачі та представлення інформації: цифрові (електронно-дисплейні карти), аналогові карти (паперові, скляні, біл-бордеві, неонні тощо), 3-D та 4-D динамічні картографічні моделі. Прагматика карт визначає сприйняття умовних позначень та рекомендує, які види умовних знаків є візуально сприйнятливими на карті, що проектується, та як їх позначати. Це стосується масштабних та позамасштабних (довільних) умовних позначень на абрисах природоохоронного змісту. Лінгвістична складова критеріїв оцінки географічної достовірності та цінності картографічного твору визначає наявність чи відсутність написів у різних транскрипціях. Семантично карти системи природокористування можна проранжувати за специфікою видів представлення еколого-економічної інформації та змістовними критеріями, які їх поділяють на тематичні карти на топографічній (геодезичній) основі, аерокосмофотознімки, схеми природокористування невеликих об'єктів, що не виражаються у масштабах (абрис кар'єру).

Необхідними критеріями дослідження інформаційної цінності карт є сучасність тематичного змісту та географічної основи. Стосовно прикладних планів-схем природоохоронної тематики та природокористування переважають наступні критерії: наявність прогнозних характеристик (інформаційна база, що

покладена в основу карти), як правило, в геоінформаційних системах, еколого-економічна та власне екологічна інформація.

Проведемо оцінювання проаналізованих вище картографічних творів за критеріями. Практично всі вищезазначені карти є застарілими (історичними), окрім карт Національного та Комплексного атласів. За семіотичною складовою вони є комбінованими і є аналоговими двомірними картографічними моделями. З прагматичної точки зору на картах переважають позамасштабні знаки та довільні бібліотеки умовних позначень із підписами, що обмежуються лише назвами основних географічних об'єктів. Семантично це карти без особливих спотворень масштабу та топографічної основи, що можна використовувати при вивченні історичних трендів розвитку основ природоохоронного картографування в Україні.

Виводимо формулу загально-географічних критеріїв методики оцінки інформаційної достовірності та цінності карти природоохоронної тематики на основі вищевикладених критеріїв оцінки, а саме: сумарна кількість неточностей на карті повинна прагнути до мінімуму, тобто є видозмінною формулою методу найменших квадратів:

$$\sum_{i=1}^n (n_1^2, n_2^2, n_3^2 \dots n_n^2) \rightarrow \min$$

n_1 – похибки за масштаб; n_2 – похибки математичної основи; n_3 – похибки вихідних передумов теми; n_n – похибки картосеміотичні. Відповідна формула унаочнює геопросторовий (картографічний) сегмент алгоритму дослідження трансформації системи природокористування, що включають географічний аудит та рекогностування територій, що разом утворюють систему прийомів первинного збору інформації та її представлення в картографічному вигляді. Проведення географічного аудиту зводиться до вивчення змістовної насиченості, актуальності та достовірності історичних та сучасних проблемно-орієнтованих атласів, карт, планів. Передусім в картах еколого-економічної тематики важливими є аналіз історичних особливостей розвитку природно-територіальних систем.

Інша сукупність передкартографічних, польових, дистанційних і камеральних методів, послідовність їх впровадження і отримання очікуваного результату складають алгоритм інженерно-картографічних досліджень (геоінжинірингу). В основу алгоритму покладений принцип, що передбачає створення схеми взаємопов'язаних складових і передбачає компонентний наскрізний просторово-часовий аналіз матеріалу та його подальший синтез, результатом якого є укладання тематичного картографічного матеріалу з обов'язковою його публікацією на геопорталах та картографічних ресурсах Інтернету. Такий підхід дозволить встановити напрямки, тенденції розвитку дослідження систем природокористування та визначити певні закономірності динаміки функціонування,

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

управління та її територіальну організацію. При виконанні геоінжинірингових досліджень вивчається генезис та закономірність природно-техногенних явищ. Передкартографічні дослідження (науково-природничі експедиції) дозволяють виявити геопросторові зв'язки в системі "суспільство-природа". Геоінформаційні системи акумулюють інформацію в ієрархічні бази даних державної реєстрації інфраструктури відповідної тематичної спрямованості.

Алгоритм геоінжинірингового дослідження представлений наступними напрямками робіт (рис. 2): збір інформації (польові та дистанційні прийоми); обробка інформації (геоінформаційне маніпулювання та моделювання інфраструктурами отриманих геопросторових даних) та вивід (візуалізація) інформації у вигляді інформаційно-довідкових проблемно-орієнтованих картографічних творів, що наочно демонструють проблеми і вирішення проблем.

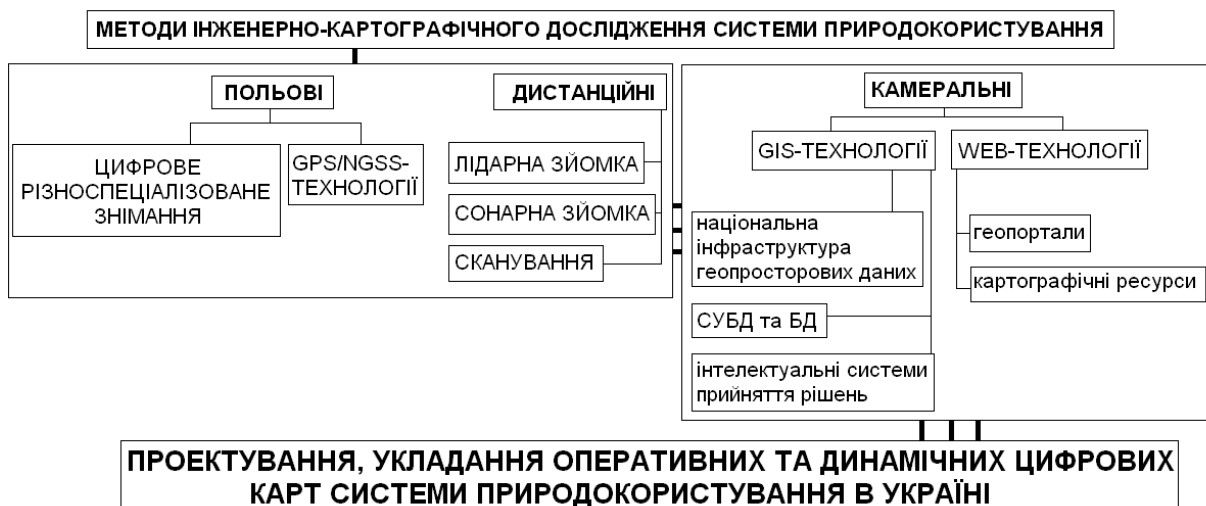


Рис. 2. Алгоритм інженерно-картографічного (геоінжинірингового) дослідження

Науково-природничі експедиції дозволяють на підставі проведеного рекогноситування місцевості простежити динаміку в системі "суспільство-довкілля" та формувати комплексний абрисний матеріал, який багатосторонньо відображатиме структурні зміни, визначатиме ієрархію підсистем господарювання, їх видів та форм, наприклад, кар'єрів видобутку. Польові методи поділяються на геодезичні (топографічні, навігаційні та кадастрові) та інші прийоми отримання інформації за допомогою виміральної техніки, в тому числі й геофізичної. Геодезичні технології представлені маркшейдерськими (інженерно-геодезичні визначення у підземному кар'єрному та видобувному виробництві). Топографічне знімання місцевості є основою у формуванні земельного кадастрового банку: визначаються межі ділянок та господарств, надаються координатні характеристики об'єктам підпорядкування та відповідальності для їх грошової оцінки, в результаті укладаються індексно-кадастрові плани. Необхідним є впровадження цифрового

різнопланового знімання, такого як цифрова та роботизована тахеометрія місцевості, що інтегрована зі супутниковими методами місцевизначення. На деяких етапах дослідження, що не вимагають високої точності позиціонування, можливе застосування системи навігації розгалуженої мережі LBS-навігації. В деяких випадках застосовують гравіметричні, астрономо-геодезичні та гідрографічні методи вивчення трансформації систем для оновлення геоданих для геоінформаційного моделювання.

Методично слід розрізняти фундаментальні польові дослідження, які характеризують глобальні тенденції в геосфері (геофізичні зміни), та методи, що пов'язані з особливостями побудови системи раціонального природокористування мікроеологічних, мікрокліматичних та антропогенних змін у довкіллі конкретної території, внаслідок чого трансформуються методики, прийоми та способи отримання інформації у відповідності до специфіки екосистем. Так, геолого-геофізичні методи, а саме: сейсмометричні та гравіметричні зйомки застосовуються в дослідженнях суцільного природного простору, визначають його зміну. Інформація, що отримана внаслідок глобальної гравіметричної й сейсмічної зйомки, характеризує зміни фізичного поля Землі, яке впливає й на еколого-економічні показники природокористування. Наприклад, при проведенні зйомок визначаються пласти залягання цінних порід, обсяги запасів. Дані є основою розрахунку економічної рентабельності розробки корисних копалин.

Сучасні дистанційні методи включають лідарну, наземну фототеодолітну, аеро- та космічну багатоспектральну зйомку. В залежності від роздільної здатності отримується необхідна інформація. Відповідні дані є затребуваними при зборі та формуванні геопросторового банку даних та його обробки. Критерії достовірності визначаються в експертних геоінтелектуальних системах, що контролюють оперативну систему моніторингу. Дистанційні методи та результати їх обробки даних визначають латентність рухів, наприклад, метод квазістереоефекту дозволяє визначати мінливі рухи відкосів кар'єрів, дозволяє розрахувати об'єми проведених виробіток, запасів тощо. Оперативна потокова online – трансляція дозволяє операторам, які контролюють процес, бачити актуальну ситуацію завдяки впровадженню геотегінгу – технології позиціонування та координування об'єктів за їх фотографічними панорамними зображеннями, що дозволяє втручатися на різних етапах ресурсокористування в технологічний процес.

На етапі картоукладання (камеральних робіт) здійснюється обробка та формування архітектури сформованої СУБД, маніпулювання якими здійснюється системами експертних ГІС та WEB-картографування. Вони забезпечують: координатно-часове місцеположення, формують та передають необхідні геоповідомлення, визначають та візуалізують позаштатні ситуації забруднення довкілля. На цьому етапі важливого значення необхідно надавати цифровому дешифруванню при процедурі ідентифікації як явних джерел забруднення:

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

шлейфів димових труб, основних об'єктів забруднення у комплексі промислових підприємств, дифузійних плям на дзеркалах водних об'єктів, так і латентних: виявлення об'єктових джерел викидів у довкілля різноманітних СДОР, в т.ч. й радіаційного випромінювання тощо. За допомогою відповідних інструментаріїв укладається оперативна електронна карта (план) охорони природи та природокористування. Загальне управління відповідними етапами координується геоінтелектуальною системою за базами даних відповідних інформаційних блоків (тематичних шарів). З ціллю забезпечення простоти використання ці шари можуть бути об'єднанні в інформаційні блоки, що є реляційною базою даних геоінформаційного картографування.

Етап картографічного моделювання дозволяє формувати різні вузькоспеціалізовані тематичні шари з багатьох проблемних питань. Кожному тематичному шару проблемно-орієнтованої карти відповідатиме бібліотека умовних позначень, яка супроводжується семантичною інтерпретацією.

Цифрові карти природокористування - новий різновид електронних географічних карт, що використовуються диспетчерськими службами керування вуглевидобутку, перевезень ресурсів, в т.ч. нафто-газо-проводів, рятувальних служб різних підприємств. Наявність інтегративності модулів геоінтелектуальних систем із супутниковими приймачами забезпечують оптимальну роботу організації, безпеку довкілля та охорону праці.

Типова електронна карта природокористування має наступні шари: шляхова мережа, гідрографія, рослинний покрив, небезпечні підприємства, місця видобутку та залягання корисних копалин, мости, тунелі та транспортна біфуркація тощо. Відповідний картографічний продукт включає наступні додаткові оперативно-тактичні елементи тематичного навантаження: платформи та станції залізниць, термінали та пункти цивільного захисту в цілях розробки та прокладання схем евакуації населення та плану заходів щодо ліквідації наслідків катастроф. Наприклад, сучасні гідрографічні карти природокористування поряд з інформацією про небезпечні особливості водотранспортних сполучень також відображають особливості господарської діяльності в акваторіях або визначають місця викиду небезпечних отруйних речовин.

Періоди актуалізації відповідних карт для різних регіонів, районів, населених пунктів України можуть бути різними і визначаються ступенем забудови, темпами будівництва чи змінами топографії внаслідок активного природокористування. Період актуалізації може бути зменшений за рахунок залучення даних перманентного цифрового дистанційного зондування. Процес актуалізації є дуже наукоємною задачею, тому що вимагає редагування об'єктів зразу з їх появою чи зникненням, в іншому випадку, відповідні карти не будуть відповідати сучасним вимогам з повноти та достовірності.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Карти системи природокористування та охорони довкілля все більше є суспільно значимими, особливо під час обґрунтування територіальної організації системи управління територіями, реалізації заходів раціонального природокористування та охорони навколишнього природного середовища. Проектування, укладання, видання та розповсюдження актуалізованих картографічних творів із вищезазначеної тематики є конче необхідним для запобігання надзвичайним ситуаціям природного, техногенного, а як наслідок і суспільно-політичного характеру.

У результаті розробки геоінжинірингових прийомів у вивченні особливостей трансформації системи природокористування отримані такі результати:

- термінологічно обґрунтовано і оновлено поняття карт природоохоронної тематики та карт природокористування, що посилило глосарій сучасної екологічної картографії;
- проведений аналіз змісту основних картографічних творів;
- прокласифіковані відповідні картографічні твори за специфікою відтворення ними природоохоронної інформації та обґрунтований їх ранжир;
- розроблені критерії визначення інформаційної цінності та геометричної достовірності карт;
- інженерні інновації в картографуванні стали основою виокремлення шару спеціальних електронних картографічних моделей, що показують і вирішують актуальні проблеми природокористування, шляхи раціонального використання природних ресурсів на основі економічно обґрунтованих розрахунків.

1. Іщук С.І. Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка: Навч. посібн. / С.І. Іщук - К.: Ви-во Паливода А.В., 2006. - . 282 с..
2. Комплексний атлас України. - К.: ДНВП «Картографія», 2005.
3. Хвесик М.А. Інституційне забезпечення еколого-сбалансованого водокористування в сучасних умовах: Монографія / М.А.Хвесик, В.А.Голян, О.В.Яроцька, Н.В.Коржунова – Монографія. – Донецьк.: Ви-во ДонНУ, 2008. – 480 с.
4. Шевченко В.О. Карта з палеоліту / В.О. Шевченко // Історія української географії та картографії: Матер. міжнар. наук. конф. – Тернопіль, 1995.- 156 с.
5. Шевченко Р.Ю. Математична модель геоінформаційної системи «Екологія Києва» / Р.Ю.Шевченко, Б.І.Суховірський, Б.І.Денисюк // Інженерна геодезія: наук. – техн. зб. – К.: Віпол, 2002. – Вип. 46. – С. 286-291.

Отримано: 11.06.2012 р.