



КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО ТОПОГРАФІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІСЦЕВОСТІ

Рассматривается классификация, основные принципы создания и структура организации системы топографического мониторинга местности как средства актуализации баз геопространственных данных.

In the paper it is considered the classification, the main principles of creation and the structure of the system of topographical monitoring of territory as a tool of actualization of geospatial databases.

Вступ і постановка задачі. Топографічний моніторинг (ТМ) традиційно розглядається в контексті завдань створення та оновлення топографічних карт. Вирішення цих завдань покладено на спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань топографо-геодезичної і картографічної діяльності статтею 8 Закону України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність". До його компетенції віднесено також ведення картографічного моніторингу території країни, включаючи шельфову зону та населені пункти, а сам картографічний моніторинг визначений як система безперервного спостереження за землею поверхнею з метою картографічного вивчення стану місцевості. Проте на відміну від екологічного моніторингу або моніторингу земель в Україні відсутнє відповідне нормативно-технічне та інституційне забезпечення ведення топографічного моніторингу місцевості. Треба зазначити, що і в минулі часи в Радянському Союзі, незважаючи на видатні досягнення у картографуванні країни, не вдалося створити ефективну систему топографічного моніторингу.

Аналіз відповідності топографічних планів і карт сучасному стану місцевості, наведений у працях [4, 7], свідчить, що 70 % карт усіх масштабів були створені або оновлені у 1981-1990-му роках, 29 % – у 1991-1995-му і лише 1 % – за останні роки минулого століття. Починаючи з 2003-го року, роботи зі створення та оновлення топографічних карт усіх масштабів практично не виконувалися. Таким чином, на сьогодні майже 70 % топографічних карт усіх масштабів на територію держави застаріли більше ніж на 15 років і не відповідають сучасному стану місцевості. Терміни періодичності оновлення топографічних карт раз на 5-10 років, встановлені Основними положеннями створення та оновлення топографічних карт на територію України, не задовольняють потреби держави у достовірній і точній картографічній інформації для прийняття оптимальних управлінських рішень в умовах динамічного розвитку суспільства.

Враховуючи міжгалузеве та багатоцільове призначення топографічних даних, а також зростання вимог до їх якості й актуальності в умовах широкого застосування ГІС у різних сферах, нагальним є завдання запровадження чіткої системи

державного топографічного моніторингу (СДТМ). Таку систему необхідно розглядати як важливу складову Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). Головною метою і завданням СДТМ є здійснення постійних спостережень за змінами на місцевості, оперативна актуалізація баз топографічних даних (БТД), зменшення строків доведення актуальної геопросторової інформації до користувачів та забезпечення доступу до геоінформаційних систем різного призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Топографічний моніторинг стабільно зміцнює свої позиції як ефективна система оновлення геопросторових даних і топографічних карт. Багато країн світу впроваджують постійно діючу систему ТМ місцевості та розробляють відповідне інформаційне, технічне, організаційне та інституційне забезпечення його ведення. У брошурі [1] розглядаються основні питання організації та ведення ТМ у Російській Федерації як основного засобу створення та оновлення цифрових топографічних і тематичних карт на основі ДЗЗ, ведення чергових карт, а також картографічного забезпечення вирішення задач територіального планування і раціонального природокористування в регіонах.

Беручи до уваги досягнення у сфері ДЗЗ, цифрового оброблення зображень, розвиток геоінформаційних систем і технологій, ТМ розглядається як мережа спеціалізованих геоінформаційних систем. Ці системи дозволяють здійснювати порівняльний аналіз множини станів місцевості на основі автоматизації процесу оброблення і дешифрування великих обсягів даних ДЗЗ, порівнювати результати дешифрування з даними БТД, оцінювати ступінь відповідності бази даних стану місцевості за актуальними даними ДЗЗ та інших джерел, приймати рішення про оновлення БТД, а за потреби формувати часові ряди змін складу та/або характеристик об'єктів місцевості [2, 10, 11].

Виклад матеріалу дослідження. Основні принципи створення системи топографічного моніторингу. До таких слід віднести:

- системний підхід до організації ТМ, його підсистем і компонентів;
- широке використання сучасних геоінформаційних, супутникових, дистанційних та інформаційно-телекомунікаційних технологій;
- визначення первинності геопросторових даних по відношенню до похідної від них картографічної продукції;



- мінімальний набір атрибутів, узгоджений з існуючими галузевими (профільними) та загальнодержавними системами ідентифікації об'єктів;

- інформаційна сумісність даних з різних джерел та розроблення критеріїв сумісності неоднорідних даних і технічних регламентів їх досягнення;

- однорідність даних на певну територію за складом, змістом і актуальністю;

- об'єктно-орієнтований підхід до ведення моніторингу, за якого зміни в БТД вносяться пооб'єктно (адресно) та максимально синхронно зі змінами стану об'єктів на місцевості;

- ведення метаданих про джерела, точність та актуальність усіх характеристик об'єктів і причин будь-яких їх змін;

- максимальне використання усіх існуючих джерел геопросторових даних, включаючи цифрові топографічні карти і плани, дані ДЗЗ, а також іншу топографо-геодезичну інформацію і дані галузевих (видових) кадастрів та галузевих моніторинрів;

- координація взаємодії усіх виробників топографо-геодезичної продукції, установ і підприємств, відповідальних за ведення галузевих кадастрів та моніторинрів;

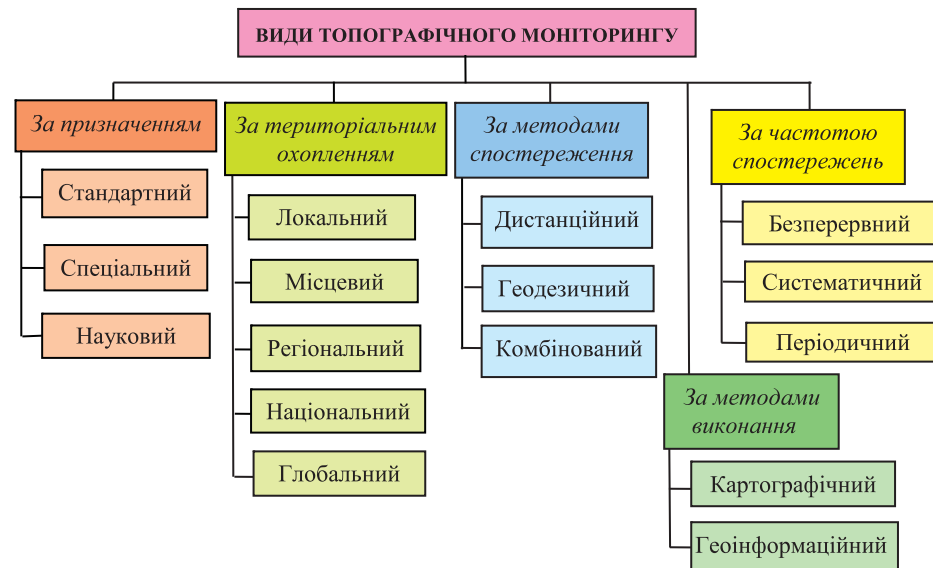
- першочерговість формування нормативно-правового забезпечення процесу організації ТМ та міжвідомчої взаємодії в процесі його функціонування;

- державна підтримка створення і актуалізації БТД та організації ТМ.

Спинимось детальніше на конкретизації змісту одного з основних принципів – *об'єктно-орієнтованого підходу до ведення ТМ*. Цей принцип забезпечує пооб'єктне оновлення БТД, яке, як правило, має здійснюватися за результатами обов'язкових виконавчих знімань нових об'єктів будівництва або по завершенню реконструкції чи ліквідації старих. Такий підхід є ефективним для штучних (антропогенних) об'єктів, і при цьому не потрібно виконувати знімання всієї території в процесі оновлення топографічних карт. Але дані про природні об'єкти і явища мають оновлюватися в основному за результатами ДЗЗ за принципом площинного оновлення, оскільки ці об'єкти часто мають велику протяжність і локальне їх знімання не забезпечить повного оновлення стану місцевості в БТД.

Класифікація видів топографічного моніторингу. Як уже зазначалося, головне завдання сучасного ТМ полягає у створенні та постійному підтриманні в актуальному стані баз топографічних даних для забезпечення достовірною і точною ін-

формацією про земну поверхню геоінформаційних систем різного призначення і територіального охоплення. Як і в будь-якому виді моніторингу, в ТМ можна виділити окремі, дрібніші класифікаційні підвиди: за призначенням, територіальним охопленням та основними методами спостереження й ведення (мал. 1).



Мал. 1. Класифікація видів топографічного моніторингу

Розглянемо докладніше зміст та основні завдання ТМ.

Стандартний (загальний) топографічний моніторинг (СТМ) – це постійно діючий моніторинг місцевості з оптимальним складом топографічних об'єктів та мінімально визначеною множиною їх характеристик. Топографічний об'єкт (ТО) визначається як географічний об'єкт природного або артефактного походження, який розташований на земній поверхні (над, під нею), обмежений у просторі, стаціонарний відносно земної поверхні та відносно сталий у часі. ТО вирізняється на місцевості своїми межами, які є границями розділення (розриву) для артефактних об'єктів або областями великих градієнтів зміни поверхні для природних об'єктів. Обмеження ТО у просторі може характеризуватися певними лінійними розмірами від кількох сантиметрів до десятків і сотень кілометрів (наприклад, протяжність шляхів, річок тощо) [4].

Оптимальний склад та мінімальна множина характеристик топографічних об'єктів СТМ у сучасних умовах визначається вимогами до базових наборів геопросторових даних Національної інфраструктури геопросторових даних, які виконують роль єдиної цифрової топографічної основи для інтегрування та сумісного використання різних даних про об'єкти та явища з просторовою локалізацією, що створюються на його базі. Таким чином, мінімальний набір атрибутів об'єктів СТМ складають ідентифікаційні характеристики ТО, у



т. ч.: тип об'єкта, його унікальний топографічний ідентифікатор (ТОІД) та власна назва, а також характеристики, що можуть бути отримані в результаті дешифрування даних ДЗЗ.

Розширення кількості характеристик спостереження є завданням *спеціальних топографічних моніторингов*. Це розширення може бути здійснено також об'єднанням цифрових моделей топографічних об'єктів стандартного ТМ з наборами тематичних даних з інших джерел, наприклад, баз даних галузевих кадастрів тощо. До спеціальних ТМ можна віднести також *кризові топографічні моніторинги*, які проводяться згідно з програмами спостережень за розвитком потенційно небезпечних природних явищ, наприклад повеней, зсувів тощо.

Наукові топографічні моніторинги проводяться за спеціальними програмами для вивчення геоморфологічних, геодинамічних та інших подібних процесів або з метою дослідження засобів і технологій проведення спостережень, у т. ч. й на спеціально визначених ділянках місцевості або топографічних полігонах. Як приклад сучасного наукового моніторингу можна назвати проект TOPO-EUROPE [12], в якому вивчається 4D (в просторі та часі) топографічна еволюція орогенів і платформ Європи. Цей проект має на меті об'єднати європейські дослідні установи та сучасні засоби, щоб підвищити роль топографії у вивченні геологічних динамічних процесів та ризиків. Реалізація проекту ґрунтується на інтегруванні національних дослідних програм в єдину Європейську мережу спостереження, що охоплює сейсмічні зони та області рухів платформ Європи.

Топографічний моніторинг місцевості проводиться на чотирьох рівнях, які розрізняються за ступенем деталізації та відповідним територіальним охопленням, а саме: на національному (державному), регіональному, місцевому і локальному. У відповідності з даною класифікацією на державному рівні спостереження за топографічними об'єктами здійснюються на території всієї країни; на регіональному рівні – за ТО, які знаходяться на території певної адміністративно-територіальної одиниці; на місцевому – за ТО на територіях районних, міських, селищних або сільських рад; на локальному рівні – за ТО на території підприємств або інших об'єктів, виділених за природоохоронними, ландшафтними, планувальними або іншими ознаками.

За методами спостереження та оброблення даних ТМ поділяють на *дистанційний, геодезичний та комбінований*. Серед напрямів розвитку топографічного картографування останніми роками переважає застосування методів ДЗЗ. Ці методи можуть бути пасивними, тобто коли використовується природне відбите чи вторинне теплове випромінювання об'єктів на поверхні Землі, спричинене сонячною радіацією, і активними, коли використовується примусове опромінення об'єктів штучним джерелом.

Найбільшого поширення і застосування набули системи дистанційного зондування, які встановлю-

ються на космічних літальних апаратах і промислових аероносіях. Дані системи, які встановлюються на літальних апаратах, можна класифікувати так:

- багатозональні сенсорні системи у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах електромагнітного спектра (в основному це сенсори на основі світлочутливих матриць ПЗЗ-приладів);
- радіолокаційні системи активного зондування (у т. ч. й радари з синтезованою апертурою);
- системи когерентного оптичного зондування (лазерні чи лідарні системи).

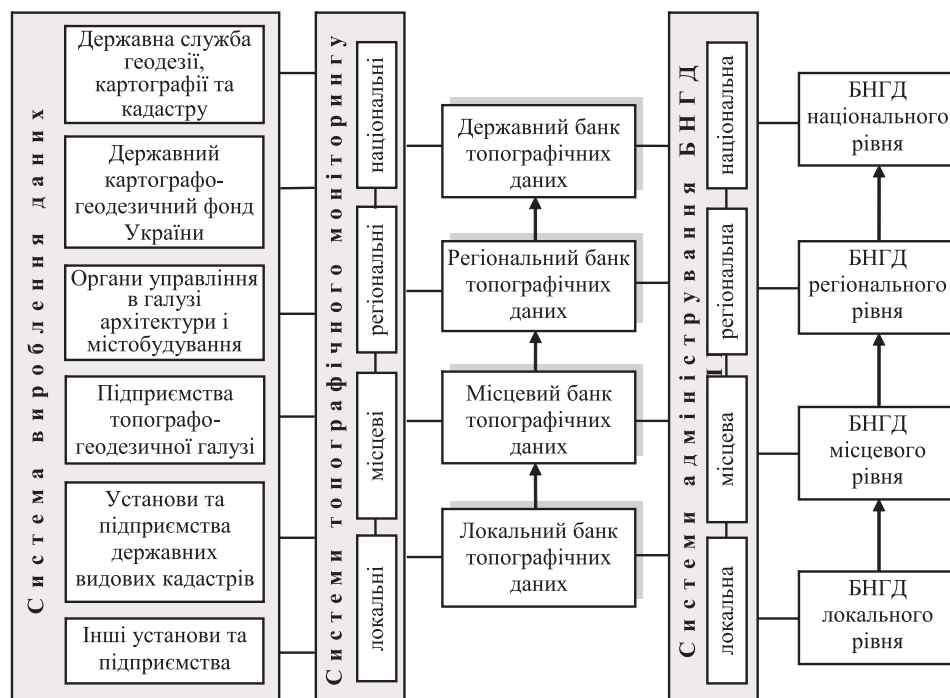
В останні десять років індустрія і ринок ДЗЗ інтенсивно розвиваються. Нове покоління сенсорів для аерокосмічного знімання характеризується значними інформаційними можливостями. Поява на ринку космічних знімків з високою просторовою роздільною здатністю (менше 1 м для панхроматичної зйомки і 2,5 м – для багатоспектральної) з комерційних супутників розширила діапазон використання даних ДЗЗ і сприяла розробленню нових методів виготовлення продукції. Детальну класифікацію та характеристики видів ДЗЗ розглянуто, зокрема, у статті [6].

За методами виконання ТМ поділяється на *картографічний та геоінформаційний*. Сьогодні вже очевидно, що сегмент виробництва традиційних аналогових карт на твердих носіях зменшився, натомість потреба в цифрових та електронних топографічних картах багатократно зростає. Саме це обумовлює необхідність переосмислення традиційних та аналіз додаткових вимог до топографічних карт. Від класичного виду карти успадковуються традиційні вимоги до вимірювальних та зображувальних властивостей: актуальність, достовірність, точність, наочність. Разом з тим цифрові та електронні карти висувають додаткові вимоги, серед яких передусім необхідно виділити вимоги до внутрішньої конструкції – просторової схеми бази геопросторових даних (БГД). Тоді основним трендом при визначенні ролі та функцій топографічного картографування в НІГД є забезпечення переходу від простого відображення інформації про місцевість, яку дають традиційні карти, до створення БГД та знань.

Таким чином, власне топографічна карта в традиційній, цифровій або електронній формі є результатом запиту до БГД.

За частотою спостережень ТМ поділяється на *безперервний, систематичний і періодичний*. Моніторинг на спеціальних об'єктах характеризується використанням спеціальних датчиків та пристроїв, включаючи і постійно діючі станції ГНСС, які ведуть цілодобові безперервні спостереження за станом цих об'єктів. Систематичний моніторинг виконується за певним спеціальним планом та правилами. Саме йому відповідає, зокрема, об'єктно-орієнтований ТМ на основі обов'язкових виконавчих знімків об'єктів будівництва. Періодичний моніторинг лежить в основі діючої системи оновлення топографічних карт, який регламентує частоту проведення топографо-геодезичних робіт.

Загальна структура організації системи державного топографічного моніторингу. Вона складається із системи вироблення даних, систем топографічного моніторингу місцевості та системи адміністрування базових наборів геопросторових даних Національної інфраструктури геопросторових даних (БНГД НІГД), банків топографічних даних та базових наборів геопросторових даних. Система поділяється на локальні, місцеві, регіональні та національні рівні (мал. 2) [8].



Мал. 2. Загальна структура СДТМ місцевості в НІГД

Система вироблення даних для ТМ місцевості об'єднує зовнішніх виконавців, які беруть участь у процесах збирання, накопичення, збереження, оброблення та використання геопросторових даних. До основних суб'єктів ТМ належать: Державна служба геодезії, картографії та кадастру, Державний картографо-геодезичний фонд України, підприємства топографо-геодезичної галузі, установи та підприємства державних видових кадастрів, органи управління в галузі містобудування і архітектури та інші. Кожен виробник топографічних даних відповідає за вироблення та достовірність даних.

Відповідно до вищезазначених рівнів моніторингу формуються локальна, місцева, регіональна та державна БТД. Ці банки виконують роль сховища даних, де реструкуються, накопичуються та довготерміново зберігаються результати геодезичних, картографічних, геоінформаційних робіт, набори топографічних даних, цифрові та електронні карти, ортофотокарти, ортофотоплани і відповідні метадані.

Метадані для ТМ відіграють важливу роль, оскільки прийняття рішення про оновлення БТД та про територіальне охоплення цим процесом оновлення даних здійснюється на основі порівняння

метаданих вхідних даних та метаданих про набори геопросторових даних БТД. Тому метадані формуються як сукупність тематичних розділів, кожен з яких містить інформацію про певні характеристики набору геопросторових даних, зокрема: відомості про просторове (територіальне) охоплення; відомості про якість даних та їх роздільну здатність, про організацію та структуру топографічних даних; інформацію про джерела даних, про дату відповідності даних місцевості, відомості про виробника і постачальника

даних та контакти з ними. Для ефективного пошуку топографічних даних серед різних джерел та обміну інформацією між виробниками і користувачами метадані мають створюватися у вигляді каталогів та баз метаданих про топографічну продукцію, що зберігається і пропонується в цифровому і нецифровому вигляді.

Оскільки топографічний моніторинг розглядається як важлива складова НІГД, адміністрування БТД в ідеалі має виконуватися адміністраторами НІГД різних рівнів. На адміністраторів покладаються функції створення та оперативної актуалізації БНГД і відповідних метаданих, проведення контролю та оцінювання якості,

сумісності та достовірності топографічних даних і метаданих, каталогізації цифрових та електронних карт, цифрових ортофотокарт та ортофотопланів, надання базового набору в інтегрованому вигляді користувачам тощо. Адміністратори НІГД локального, місцевого та регіонального рівнів виконують генералізацію даних та постачання БНГД і метаданих адміністратору вищого рівня НІГД.

БНГД, які створюються або оновлюються в результаті проведення ТМ, формуються за територіальною ознакою, базовим масштабом, складом, рівнем деталізації і точністю вихідних джерел. БНГД просторово і тематично об'єднують геопросторові та негеопросторові (профільні, тематичні) дані на основі запровадження уніфікованої системи ідентифікації об'єктів.

Оновлення БНГД має виконуватися на основі об'єктного підходу – шляхом оперативної актуалізації цифрових моделей просторових властивостей та атрибутів об'єктів місцевості, що з'являються або змінюються, а також відповідних метаданих про такі зміни на підставі проведення спеціальних робіт і використання результатів, одержаних при проведенні усіх видів геодезичних і картографічних



робіт, виконаних суб'єктами топографо-геодезичної діяльності на певній території.

Мінімальний набір атрибутів, який визначено для СТМ, а також його узгодження з існуючими галузевими та загальними державними системами ідентифікації об'єктів дозволить мінімізувати обсяги даних, що підлягають обов'язковому введенню, зберіганню та актуалізації в БТД, зменшить витрати на підтримку бази даних та забезпечить можливість її інтеграції з численними галузевими інформаційними ресурсами.

Державна підтримка створення та актуалізації БТД – важлива і обов'язкова, оскільки створення та моніторинг відбувається через мережу уповноважених спеціалізованих державних підприємств топографо-геодезичного профілю, а формування і актуалізація цієї бази потребує інтегрування даних від багатьох державних установ і підприємств, використання державних інформаційних ресурсів, координованої взаємодії різних відомств та стабільного фінансування.

Створення системи ТМ потребує розроблення законодавчих та нормативно-технічних актів, які б сформувавши єдине правове поле взаємодії між учасниками моніторингу на всіх рівнях. Нормативні документи мають встановити порядок технічного регулювання відносин у питаннях реалізації та виконання обов'язкових вимог до процесів створення і функціонування СДТМ, забезпечити стандартизацію обміну даними. Нормативно-правове забезпечення СДТМ необхідно створювати як систему технічних регламентів, національних стандартів, положень, правил, інструкцій, керівництв та інших нормативних актів, які в сукупності мають визначити періодичність, структуру, формати та порядок обміну даними між учасниками системи ведення державного топографічного моніторингу.

Висновки та перспективи дослідження. Запровадження системи державного топографічного моніторингу – актуальне і складне науково-технічне завдання, що потребує докорінної модернізації існуючої системи вироблення геопросторових даних та картографічної продукції на основі широкого застосування цифрових методів і геоінформаційних технологій. Від його успішного вирішення залежить забезпечення виробництва високоякісних, актуальних геоінформаційних ресурсів як важливої складової національних інформаційних ресурсів та як основи для інтегрування усіх видів інформаційних ресурсів за координатно-часовими ознаками в системах підтримки прийняття рішень на всіх рівнях державного управління і територіального охоплення.

До першочергових завдань створення СДТМ слід віднести його нормативно-правове та інституційне забезпечення, зокрема розроблення та затвердження відповідного положення про систему державного топографічного моніторингу і технічних регламентів на базові набори геопросторових даних державного, регіонального і місцевого рівнів.

Література

1. Бровко, Е.А. Правила ведения государственного топографического мониторинга: методические рекомендации [Текст] / Е.А. Бровко. – М.: ФГУП "Картгеоцентр", 2008. – 96 с.
2. Зверев, А.Т. ГИС-обеспечение топографического мониторинга северных территорий России [Текст] / А.Т. Зверев, В.А. Малинников, М.С. Милованова // Изв. вузов. Геодез. и аэрофотосъем. – М.: МИИГАиК, 2010. – № 5. – С. 55-59.
3. Карпінський, Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко. – К.: НДІГК, 2006. – 108 с.: іл. – (Сер. "Геодезія, картографія, кадастр").
4. Карпінський, Ю.О. Еталонна модель бази топографічних даних [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Р.М. Рунець // Вісн. геодез. та картогр. – 2010. – № 2. – С. 28-36.
5. Карпінський, Ю.О. Топографічне картографування в Національній інфраструктурі геопросторових даних [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку; зб. наук. пр. – К.: ДНВП "Картографія", 2010. – Вип. 4. – С. 52-60.
6. Карпінський, Ю.О. Започаткування полігона дистанційного зондування Землі для топографічного картографування [Текст] / Ю.О. Карпінський, Л.О. Скакодуб, А.В. Єгоров // Вісн. геодез. та картогр. – 2007. – № 1. – С. 31-37.
7. Катренко, І.М. Топографічне картографування [Текст] / І.М. Катренко, Б.Д. Лепетюк, М.О. Трюхан, П.М. Шевчук // Державна картографо-геодезична служба України (1991-2006); за ред. Р.І. Сосси. – К.: НДІГК, 2006. – 376 с.: іл. (С. 97-114).
8. Лященко, А.А. Особливості та види сучасного топографічного моніторингу [Текст] / А.А. Лященко, Т.М. Квартич // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – європейський досвід: зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДІЕіД, 2010. – Вип. 6. – С. 14-17.
9. Топографо-геодезична та картографічна діяльність: законодавчі та нормативні акти [Текст]. – У 2 ч. – Вінниця: Антекс, 2000. – Ч. 1. – 408 с.
10. Knudsen, T. Automated Change Detection for Updates of Digital Map Databases [Text] / T. Knudsen, B.P. Olsen. // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. – November 2003. – Vol. 69. – No. 11. – P. 1289-1296.
11. Walter, V. Automated revision of gis databases [Text] / V. Walter, D. Fritsch // In: Proc. of the ACM GIS 2000. – P. 129-134.

Інтернет-джерело

12. TOPO-EUROPE: the Geoscience of Coupled Deep Earth – Surface Processes. – 2010 [http://www.topo-europe.eu/].

Надійшла 06.05.11