

УДК. 528.064.630

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2021.45.71-74>

П. Савков, канд. техн.наук, доц.
savkovpa@meta.ua
ORCID ID 0000-0002-0197-0610,
Н. Левінськова, доц.
levinskova@ukr.net
ORCID ID 0000-0002-2532-2925,
Г. Бондарчук, курсант
hopeless.m4r1o@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-4717-908X,
Н. Постарниченко, курсант
npostarnichenko323@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-0176-4451

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В МОНІТОРІНГУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

Загальна площа лісового фонду України становить 10,4 млн га, із яких 9,6 млн га вкриті лісовою рослинністю. Загалом 15,9 % площі країни вкриті лісами. Цей показник зростає: за 50 років площа лісів зросла на 21 %, майже втричі зріс запас деревини – його оцінюють у межах 2102 млн кубометрів, але цього недостатньо. Сьогодні існує ряд проблем, пов'язаних із лісовим господарством, наприклад: масове знищення лісів, відсутність стратегії розвитку лісів, невисокий рівень використання лісових ресурсів, відсутність достовірної інформації щодо стану біомаси, лісові пожежі. За даними Державного агентства лісових ресурсів України обсяги самовільних рубок упродовж 2005–2010 рр. зменшувались, проте вже в 2011 р. становили 25,1 тис. кубометрів, що на 2,2 тис. більше від попереднього, але ця статистика здійснювалась в основному місцевим населенням, і тому відображає дуже малі обсяги. Найбільшу кількість браконьєрських рубок лісів зафіксовано у Львівській області, наприклад, у 2018 р. самовільно винищено 12047 кубометрів деревини, і показники зростають. Така ситуація з часом може призвести до погіршення стану довкілля, посилення водної та вітрової ерозії, деградації сільськогосподарських угідь. Лісгосподарська галузь одна з перспективних галузей України, для якої доцільно використовувати інструменти геоінформаційних систем, які дають можливість отримати детальну та необхідну інформацію, яка значно спрощує роботу при проведенні досліджень, аналізу та прогнозуванню динаміки розвитку лісового фонду України. За допомогою інструментів геопросторового аналізу відкриваються нові горизонти розвитку та організації лісгосподарського виробництва, контролю та управління лісами на всіх рівнях, а тому впровадження геоінформаційних технологій може не лише заощадити кошти, а й врятувати великі площі лісового фонду та сотні прилежних сіл, селищ і міст. Проблема лісових пожеж – невід'ємний елемент сьогодення, а події квітня 2020 р. вкотре показали, що відсутність активного моніторингу осередків горіння має болючі наслідки. Вогонь знищив майже 40 будинків у відселених селах Острови, Личмани, Середня Рудня, Нижня Рудня та Верхня Рудня, врятовано 45 будівель, постраждало близько 5 % території заповідної території, 11,5 тис. га у південно-західній частині Чорнобильського заповідника. Ці села на Житомирщині відселили після Чорнобилю. У гасінні осередків взяли участь понад 2000 людей і 120 одиниць техніки.

Ключові слова: геоінформаційні технології, ліс, лісовий фонд, лісові пожежі, ГІС.

Постановка проблеми. У сучасному світі використання геоінформаційних систем (ГІС) є необхідністю при вирішенні завдань моніторингу лісових ресурсів. Одним із головних завдань лісовпорядкування є підтримання в актуальному стані інформації про лісовий фонд, саме тому сьогодні в Україні впроваджуються інформаційні бази лісового фонду та ресурсів. Загальну ГІС використовують при зборі, збереженні, обробці, відображенні та поширенні просторово-координованих даних. На сьогодні в Україні існують в актуалізованому стані дві бази даних лісового фонду, а саме: повидільна і геопросторова, які створюються та підтримуються за матеріалами базового і безперервного лісовпорядкування. Зауважимо, що впровадження сучасних ГІС відкриває нові горизонти в оцінці лісового фонду через створення різноманітних тематичних карт, збору довідкової інформації, прогнозування динаміки лісового фонду відповідно до різних сценаріїв розвитку та організації управління лісгосподарського виробництва, контроль та стає управління лісами на всіх рівнях.

Узявши до уваги досвід країн світу, бачимо, що за допомогою ГІС вирішення ряду проблем можливе, а саме:

- виявлення суцільних рубок;
- визначення загального обсягу біомаси та віку дерев;
- контроль лісових пожеж;
- встановлення порушень лісових екосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розробки новітніх технологій, у тому числі, застосування дистанційного зондування (ДЗ) присвячено чисельні роботи таких науковців, як: В.І. Зацерковний, І. Тішаєв, В. Демидов, Я.К. Підлісецький, А.В. Білоуськ, В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, А.О. Терещенко та ін. Не-

зважаючи на велику кількість публікацій, питання підвищення ефективності управління лісовими ресурсами ще далекі від свого розв'язання, вони залишаються і досі актуальними та потребують подальших досліджень.

Мета статті – аналіз технологій геоінформаційних систем (ГІС), аналіз особливостей виконання моніторингу лісових пожеж у програмному забезпеченні ArcMap з даних радіометрів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Загальна площа лісових ділянок України становить 10,4 млн га, за призначенням і розміщенням вони виконують переважно екологічні (водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі тощо) функції та мають обмежене експлуатаційне значення. Лісистість України становить 15,9 %. Більшість сконцентрована переважно в Поліссі та в українських Карпатах. Лісистість у різних природних зонах має значні відмінності і не досягає оптимального рівня, при якому найефективніше використовуються земельні ресурси, формується екологічно стабільне середовище та найповніше проявляється весь комплекс корисних властивостей лісу.

Для розв'язання комплексного завдання реєстрації, відображення і прогнозування можливих напрямів і обсягів займання лісових угідь необхідно сформувати стратегію комплексного моніторингу із застосуванням матеріалів дистанційного зондування. Необхідність здійснення регулярного моніторингу стану лісів зумовлена їхньою безперервною динамікою внаслідок впливу природних і антропогенних чинників (пожежі, вирубки, техногенні забруднення), масштаби, прояв яких істотно варіюється залежно від регіону. Зокрема, ліси навколо мегаполісів потерпають від сильного антропогенного

впливу, зумовленого близькістю до мегаполісів. Це виявляється через високий рівень забруднення атмосфери та ґрунтового покриву, зміни гідрологічного режиму при будівництві доріг і прокладенні комунікацій, вирубки лісів для подальшої забудови території та незаконної вирубки для наживи, підвищеного рекреаційного навантаження, що найчастіше призводить до пожеж.

Для України актуальність питань моніторингу лісів не потребує доказів. Хаотичні вирубки лісових насаджень у Західній Україні вже призвели до постійних паводків. Негативні гідрологічні процеси підсилюються при суцільних вирубках за рахунок збільшення поверхневого схилового стоку, розвитку ерозійних і зсувних процесів. Суцільними вирубками, переважно в ялинових лісах, вирубується 60–70 %, у мішаних хвойних, букових і ялицевих лісах поступовими і вибірконими рубається 30–40 % лісосічного фонду. Вирубки, будучи одним із найбільш потужних антропогенних чинників впливу на ліси, спричиняють безліч наслідків екологічного характеру, що проявляються в зміні порідно-вікової структури лісів, характеристиках циклу вуглецю, альбедо поверхні, гідрологічного режиму територій, умов мешкання лісової фауни, а також біологічного розмаїття наземних екосистем.

Важливою умовою підвищення ефективності управління лісовими ресурсами, ведення лісового господарства і лісозорікування, боротьби з несанкціонованими вирубками, екологічними порушеннями є наявність достовірної інформації про лісовий фонд. Наразі Держлісагенство впроваджує пілотні проекти, як от: онлайн карта вирубок, перегляд виданих сертифікатів на вирубку деревини, електронний реєстр лісорубних квитків, інтерактивна карта розміщення об'єктів переробки деревини, аукціонні торги, система електронного обліку деревини, перевірка походження деревини за номером бирки, номером автомобіля, додаток на смартфон для перевірки законності зрубки новорічних дерев. Усі ці проекти зав'язані переважно на використанні ГІС та її інструментів, що суттєво дозволяє упростити задачу управління та контролю лісового фонду.

Попри всі нововведення та пілотні проекти проблема лісових пожеж є невід'ємним елементом сьогодення. Події, які відбувались у квітні 2020 р., показали, що відсутність активного моніторингу осередків горіння має бо-

лючі наслідки. Надання інформації про гарячі точки, виявлені приладами на борту супутників Землі майже в режимі реального часу, – це можливість, яка доступна вже не одне десятиліття саме за допомогою інформації NASA про пожежі для системи управління ресурсами Fire Information for Resource Management System (дані – FIRMS). FIRMS надає активні дані про пожежу (включаючи приблизне розташування виявленої точки доступу) від приладів спектрорадіометра NASA з помірно роздільною здатністю (MODIS) і видимого інфрачервоного випромінювання радіометрів (VIIRS) протягом 3 год після супутникового спостереження, а зображення доступні протягом 4-5 год. Глобальні активні виявлення вогню можна переглядати в інтерактивному режимі за допомогою програми FIRMS Fire Map, а дані про активну пожежу за останні 24 год, 48 год або тиждень можна завантажувати у форматах форм-файлу, KML або текстових файлів (дані старші семи днів) можна отримати за допомогою інструмента завантаження архіву FIRMS. Користувачі FIRMS можуть підписатись на отримання оповіщень на електронну пошту про пожежі в конкретних областях. Завдяки цій безкоштовній службі сповіщення можна отримувати майже в режимі реального часу або як щоденні, або щотижневі підсумки. Кожен тиждень приблизно 15 000 повідомлень про FIRMS (включаючи щоденні сповіщення, швидкі сповіщення та щотижневі сповіщення) надсилаються користувачам у понад 160 країн, повідомляє команда FIRMS.

Сухе деревне паливо запалюється при досягненні температури близько 290 °С (за умови наявності достатньої кількості кисню), а встановлена пожежа горить за температури, що може перевищувати 800 °С. Це тепло є маяком для орбітальних датчиків, таких як MODIS та VIIRS, які виявляють випромінювану енергію [25]. Продукт пожежно-теплових аномалій MODIS є основою продукції FIRMS. Коли MODIS виявляє теплову аномалію, яка могла б означати пожежу або будь-яке значне джерело тепла, комп'ютерний алгоритм визначає центр 1 км² області, у якій виявлена аномалія. Це місце розміщене й доступне для працівників екіпажів і диких земель (і будь-кого, хто має доступ до пожежної карти FIRMS) та забезпечує приблизне розташування потенційної пожежі чи гарячої точки (рис. 1).

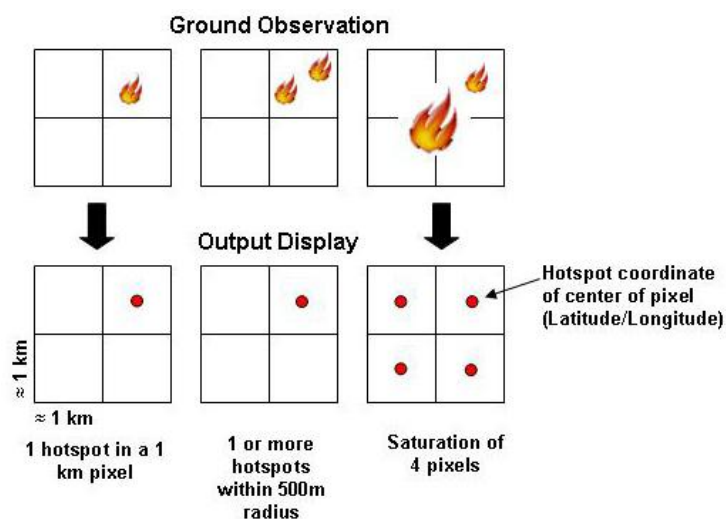


Рис. 1. Схема визначення гарячої точки

Зауважимо, що геолокація виявленої точки доступу базується на прогнозованій, а не на остаточній інформації про супутникову орбіту. Це означає, що можуть бути

невеликі відмінності (зазвичай менше 100 м) між вказаною гарячою точкою та її фактичним розташуванням на землі. У деяких випадках, наприклад, під час маневрів космічних кораблів або космічних погодніх явищ, різниці

між вказаною гарячою точкою та її фактичним розташуванням може зрости на кілька кілометрів.

Для того, щоб використати дані з радіометрів MODIS та VIIRS 750, 375 необхідно:

- 1) перейти на сайт: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>
- 2) для завантаження даних за 24 год, 48 год та 7 днів необхідно перейти до вкладки Active Fire Data, в іншому випадку – Archive Download;
- 3) завантаженні дані, доступні у форматах Shape File, Google Earth KML і в текстовому форматі, а також з розподілом за датою доступності даних: 24 год, 48 год та 7 днів. Окрім цього, вся земна куля поділена на 13 областей: Канада, Аляска, США, Центральна Америка, Південна Америка, Європа, Північна та Центральна Африка, Південна Африка, Росія та Азія, Південна Азія, Південно-Східна Азія, Австралія та Нова Зеландія;

4) після завантаження певного архіву можна використовувати дані в доступному програмному забезпеченні для роботи з геопросторовими даними. У нашому випадку це буде ArcMap 10.5.

Після завантаження архівів з даними за останні 24 год з регіону "Росія та Азія" поміщаємо їх на окремі шари, тоді можна візуально проглянути активні гарячі точки, включаючи атрибутивні дані до кожної з них. Наприклад, на 25 травня 2020 р. біля міста Дніпро було зафіксовано 8 гарячих точок, а також у Дніпровській області 24 осередки пожеж. Використовуючи атрибутивну таблицю кожного шару, можна дізнатись: час спостереження, яскравість, дату спостереження, довготу та широту точки, а також дані, пов'язані з налаштуванням радіометра (рис. 2).

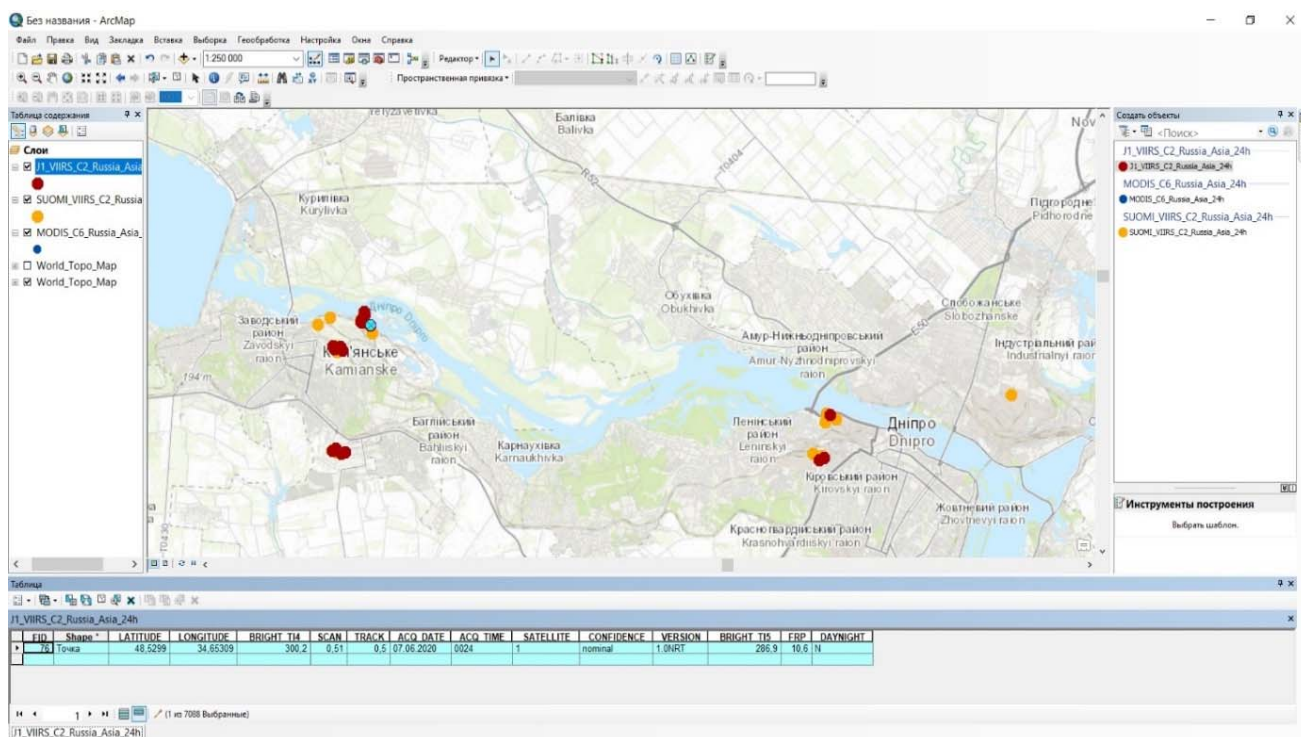


Рис. 2. Відображення гарячих точок у Дніпропетровській області (20.05.20)

Окрім цього, впровадження API до інтерфейсів прикладних програм або сайтів, як от до проекту "Ліс у смартфоні", і впровадження системи моніторингу в урядову структуру може врятувати десятки гектарів лісу та дати можливість Державній службі України з надзвичайних ситуацій необхідний ресурс – дані про місцеві пожежі, що, у свою чергу, надасть значну перевагу в боротьбі з вогнем. Яскравим прикладом впровадження цих даних є сервіс Global Forest Watch Fires, де за допомогою зручного інтерфейсу можна за лічені хвилини вибрати країну, дату спостереження, радіометр з якого ми бажаємо проглянути дані, інформацію про потенціальні місця пожеж, напрямок вітру, історію пожеж, актуальні знімки зі супутників. Усю цю інформацію можна сортувати за країною, регіоном спостереження або довільною областю. Також можна сформувати звіт про всі пожежі, які були зафіксовані на визначеній території за певний період. У звіті доступна інформація по областях, районах, пожежна історія по роках та порівняльна характеристика травня 2019 та 2020 років.

Висновки. Проведене дослідження дає можливість зробити такі висновки: перспективним напрямом для розвитку системи моніторингу лісових ресурсів в Україні є

відстеження пожежної активності на території України засобами Fire Information for Resource Management System (FIRMS). Завдяки даним MODIS та VIIRS, які надає NASA у повністю доступному та відкритому вигляді, можливе реагування та усунення негативних наслідків впливу неконтрольованих пожеж зростає вдвічі швидше, а тому актуальні дані в боротьбі з лісовими пожежами – критичний ресурс. Яскравим прикладом використання цих даних є GFW Fires. Пілотні проекти, що були запущені Держлісагентством, у своїй перспективі можуть принести потужні інструменти для управління лісовими ресурсами.

Список використаної літератури

1. Геоінформаційні системи в лісовій галузі. URL: <https://ekoinform.com.ua/?p=5664> (дата звернення: 12.04.2020).
2. Mapping Farmland Abandonment and Recultivation across Europe Using MODIS NDVI Time Series / S. Estel, T. Kuemmerle, C. Alcantara et al. // Remote Sensing of Environment, 2015. – N 163. – P. 312–325.
3. Fire Information for Resource Management System (FIRMS). URL: <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms> (дата звернення: 23.11.2020).
4. Зацерковний В. І. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, А.О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.

References

1. Geographic information systems in the forest industry. URL: <https://ekoinform.com.ua/?p=5664>
2. Estel S., Kuemmerle T., Alcantara C., Levers C., Prishchepov A., Hostert P. Mapping Farmland Abandonment and Recultivation across Europe Using MODIS NDVI Time Series // Remote Sensing of Environment 2015. No. 163. P. 312–325.

3. Fire Information for Resource Management System (FIRMS). URL: <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>
4. Zatskovny VI, Geoinformation systems and databases: monograph / W. G. Burachek, O.O. Zeleznyak, A.O. Tereshchenko. Nizhyn: NDU. M. Gogol, 2014. 492 p.

Надійшла до редколегії 01.03.21

P. Savkov, PhD in Technical Sci., Ass. Prof.
savkovpa@meta.ua
ORCID ID 0000-0002-0197-0610,
N. Levinskova, Ass. Prof.
levinskova@ukr.net
ORCID ID 0000-0002-2532-2925,
G. Bondarchuk, cadet
hopeless.m4r1o@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-4717-908X,
N. Postarnichenko, cadet
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
npostarnichenko323@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-0176-4451

GEOINFORMATION SYSTEMS IN FOREST RESOURCES MONITORING

The total area of the forest fund of Ukraine is 10400000 hectares, of which 9600000 hectares are covered with forest vegetation. In total, 15.9 % of the country's area is covered by forests. This figure is growing: in 50 years the area of forests increased by 21 %, almost three times increased stock of wood – it is estimated within 2102 million cubic meters. But this is not enough. Today there are a number of problems connected with forestry, for example: mass destruction of forests, lack of forest development strategy, low level of forest resources use, lack of reliable information about the biomass condition, forest fires. According to the State Agency of Forest Resources of Ukraine, the volume of unauthorized felling has been steadily decreasing for a long time, during 2005-2010. However, already in 2011 it was 25,100 cubic meters, which is 2.2 thousand more than in the previous year, 2007. However, this statistic, too, is mostly about illegal logging by local people, so it reflects very small volumes. The largest number of poached logging is recorded in the Lviv region. For example, in 2018 in the region 12,047 cubic meters of wood were illegally cut, and the figures do not stand still. As a consequence, this situation over time can lead to environmental degradation, increased water and wind erosion, degradation of agricultural land. The forest industry is one of the promising industries in Ukraine, for which it is advisable to use the tools of geographic information systems that provide detailed and necessary information, which greatly simplifies the work in research, analysis and prediction of the dynamics of the forestry fund of Ukraine. With the help of geospatial analysis tools we open up new horizons in the development and organization of forestry production, control and management of forests at all levels. This is why in today's conditions the introduction of geoinformation technologies can not only save money, but also save large areas of the forest fund and hundreds of diligent villages, settlements and cities. The events that took place in April 2020 showed that the lack of active monitoring of burning areas has painful consequences. The fire destroyed almost 40 houses in the resettled villages, Lichmans Srednyaya Rudnya, Nizhnyaya Rudnya and Verkhnyaya Rudnya, 45 buildings were saved, about 5 % of the protected area, 11500 hectares in the southwestern part of the Chernobyl Reserve were affected. These villages in Zhytomyr region were resettled after Chernobyl. More than 2000 people and 120 units of equipment were involved in extinguishing the fire.

Keywords: geographic information system, forest, forest fund, forest fires, GIS.

УДК 528

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2021.45.74-78>

Р. Сосса, д-р географ. наук
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
sossaua@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-0335-6067

РОЗВИТОК ТОПОГРАФІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ УКРАЇНИ

Розглянуто основні засади і сучасний стан топографічного картографування території України. До проголошення незалежності України її територія була покрита топографічними картами у масштабах від 1:10 000 до 1:1 000 000, що створені підрозділами Головного управління геодезії та картографії при Раді Міністрів СРСР і Військово-топографічної служби Збройних сил СРСР. Висвітлено взаємодію цих відомств при топографічному картографуванні. Докладно проаналізовано топографічну вивченість території України станом на 1991 р. Сьогодні зміст більшості топографічних карт масштабів від 1:10 000 до 1:200 000 характеризується "старінням" інформації та не відповідає сучасному стану місцевості. Незадовільний стан топографічної вивченості території призвів до незатребуваності топографічних карт зі значно застарілою інформацією для споживачів, а військовим дуже ускладнив виконання бойових задач. Потреби сучасних користувачів топографічної інформації вимагають суттєвого покращення змісту топографічних карт. Визначального значення для забезпечення просторовою інформацією держави та суспільства з середини 1990-х років набуло створення національних інфраструктур геопросторових даних. Основні засади і загальні вимоги до створення та оновлення державних топографічних карт визначено "Порядком загальнодержавного топографічного і тематичного картографування" (2013). Прийняття Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних", надаючи потужний імпульс топографічному картографуванню, ставить відповідальне завдання про організаційне та нормативно-технічне забезпечення цього процесу. Питання отримання топографічних карт з бази топографічних даних потребує наукового та технічного опрацювання, розроблення відповідних нормативно-технічних документів (порадники, основні положення, інструкції, умовні знаки тощо).

Ключові слова: топографічні карти, топографічне картографування, картографічне забезпечення, геопросторова інформація, системи координат і висот.

Постановка проблеми. Важливе значення в забезпеченості обороноздатності та розвитку продуктивних сил країни має наявність актуальної геопросторової інформації. Традиційно таку інформацію містили топографічні карти, основними властивостями яких є точність, достовірність, наочність, відображення сучасного стану місцевості. Топографічне картографування у більшості

країн світу має державний статус і провадиться державними картографо-геодезичними службами, зазвичай цивільною картографо-геодезичною службою та топографічною службою збройних сил. Розвиток науки, техніки та технологій постійно спонукає до вдосконалення системи картографічного забезпечення потреб держави та суспільства. Із середини 1990-х років пріоритетного розвитку в забезпеченні просторовою інформацією набуло