



ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДЗЗ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

Охарактеризованы главные особенности применения методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем для мониторинга лесных ресурсов; указаны сильные и слабые стороны их использования государственными органами при подготовке решений в сфере охраны и защиты леса.

Main features of application of remote sensing methods and geoinformation systems for monitoring of forest resources are described; strengths and weaknesses of their use by government authorities in the decision making in the sphere of forest protection are pointed out.

Актуальність та попередні дослідження теми. Ліси займають більш як 15,7 % території України (9,58 млн га) і розташовані в основному на півночі (Полісся) та заході (Карпати). Вони мають важливе соціально-економічне та екологічне значення, є джерелом цінних ресурсів, забезпечують збереження у зв'язаному стані значної частини світового запасу вуглецю, виступають як екологічний каркас для збереження біорізноманіття екосистем, а також виконують безліч інших біосферних функцій.

Лісове господарство України функціонує на підставі Лісового кодексу, прийнятого в 1994 р., з урахуванням змін, внесених до нього пізніше, а також інших нормативно-правових документів. У вересні 2009 р. Кабінет Міністрів України прийняв Державну цільову програму "Ліси України" на 2010-2015 роки. Метою програми стало визначення основних напрямів збалансованого розвитку лісового господарства, спрямованих на посилення екологічних, соціальних та економічних функцій лісів.

Необхідність здійснення регулярного моніторингу стану лісів обумовлена їх безперервною динамікою в результаті впливу природних і антропогенних факторів (пожежі, вирубки, техногенне забруднення тощо). Масштаби цього впливу істотно різняться за регіонами.

Завдання моніторингу лісів з метою визначення стратегії раціонального лісокористування та захисту навколишнього середовища передбачає необхідність широкого застосування технологій дистанційного зондування Землі (як космічних, так і авіаційних), супутникових навігаційних систем і ГІС-технологій для збирання, оброблення та аналізування інформації про лісові ресурси у поєднанні з даними аеровізуальних обстежень і матеріалами традиційних наземних методів лісопатологічних досліджень. Такий комплексний підхід дозволяє зібрати великий масив актуальних даних і на цій основі створити достовірні карти, що характеризують стан лісів, використовувати отримані результати в процесах ведення державного лісового кадастру, комплексного обліку та оцінювання природних ресурсів, управління лісокористуванням, природоохоронними територіями і т. д.

Проблематикою оцінювання впливу техногенного навантаження на довкілля та дослідженням у цьому напрямі з використанням геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі займаються Є. М. Варламов, О. С. Волошкіна, В. С. Готи-

нян, С. О. Довгий, Г. К. Коротаєв, Г. Я. Красовський, В. І. Лялько, Є. Л. Макаровський, В. І. Осадчий, М. О. Попов, О. М. Трофимчук та ін. Питання моніторингу лісових ресурсів вивчали О. С. Алексєєв, І. А. Вуколова, В. О. Глаголев, О. С. Ісаєв, В. В. Куртєєв, О. В. Смирнова, Р. В. Норчевський, І. Л. Цебенко.

Хоча наразі маємо багато наукових публікацій на тему використання методів ДЗЗ та ГІС-технологій для моніторингу лісових ресурсів, як загальних [2,7,8,13], так і конкретно з питань використання ГІС-технологій [3,5,10], методів ДЗЗ [4,6,12] або ж їх поєднання [1,9,14,15] у якомусь певному напрямі дослідження, автор даної статті вважає за необхідне ґрунтовніше висвітлити цю тему.

Мета дослідження – проаналізувати головні аспекти застосування методів ДЗЗ та ГІС-технологій для потреб моніторингу ресурсів лісового фонду України.

Виклад основного матеріалу. Все зростаюче антропогенне навантаження на природні ландшафти, нарощування темпів винищення лісових ресурсів з метою задоволення запитів суспільства, невиправдане вилучення лісових земель для цілей, не пов'язаних з веденням лісового господарства, посилює загальну негативну тенденцію у сфері використання лісових ресурсів країни.

Загалом стан вивчення проблеми з лісовими ресурсами в Україні можна охарактеризувати як далекий від сучасних еколого-економічних запитів суспільства. Неспроможність традиційних методів збирання та аналізування інформації, які б забезпечували оптимальне управління природокористуванням і контроль за станом навколишнього середовища, особливо гостро проявилася в процесі переходу до територіального принципу управління природними ресурсами і природоохоронною діяльністю у державних структурах. Досі не вироблено механізмів моніторингу і регулювання природокористування на різних територіальних рівнях. Відсутня система комплексного контролю використання природних ресурсів, оцінювання впливу господарюючих об'єктів на довколишнє середовище, виявлення прямої і непрямої залежності різних факторів впливу на це середовище. Не узгоджено процедури, формати, терміни й порядок надання інформації до органів державної влади та обміну даною інформацією між контролюючими органами. Треба визнати, що в цілому ситуація з обліком лісових ресурсів не забезпечує потреби органів влади та управління повною, достовірною, акту-

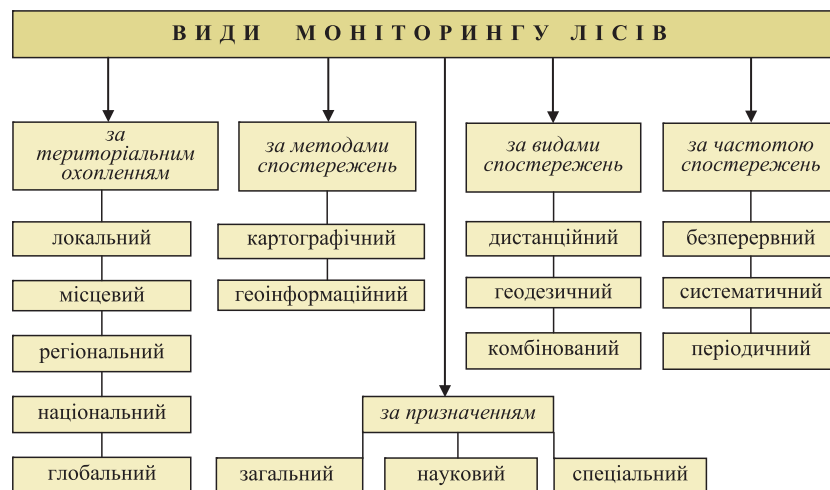


альною інформацією про кількість, якість, стан і належність ресурсів [6, с. 21].

Оскільки управління здійснюється на різних рівнях: загальнодержавному, територіальному, об'єктовому, то й відповідне інформаційне забезпечення має бути побудоване за ієрархічним принципом з різним ступенем деталізації та узагальнення інформації на кожному з них.

Розвинена потужна багаторівнева геоінформаційна система може стати інструментом, що дозволяє оперативно і достовірно відображати й аналізувати інформацію для підготовки управлінських рішень на будь-якому рівні управління.

Відповідно до сучасної концепції супутникового моніторингу лісів виділяють різні рівні спостережень. Вони розрізняються за функціональними завданнями, територіальним охопленням, призначенням, а також за вимогами до просторової і тематичної детальності одержуваної інформації (див. малюнок).



Класифікація видів моніторингу лісів

За територіальним охопленням розрізняють глобальний (континент, частина світу), національний (країна), регіональний (область), місцевий (районна, сільська, селищна, міська ради), локальний (незначний за площею, виділений за природоохоронними, ландшафтними чи іншими критеріями об'єкт (парк, урочище, лісовий масив)) рівні моніторингу.

За методами спостереження лісовий моніторинг поділяється на геоінформаційний (створення електронних карт) та картографічний (створення традиційних карт, планів, абрисів та схем).

За призначенням виділяють такі види моніторингу: загальний (стандартний) – здійснюється за множиною основних показників для всієї території; науковий (фоновий) – проводиться за множиною багатьох показників з дослідницькою метою (в основному в заповідниках); спеціальний (оперативно-кризовий) – за визначеним набором показників на певну або ж усю територію (наприклад, для оцінювання пожежонебезпеки, стану розвитку певних надзвичайних подій та можливостей їх локалізації і ліквідації).

За видами спостережень розрізняють дистанційний, геодезичний, комбінований моніторинг.

За частотою спостережень бувають безперервний (під час пожежонебезпечного сезону, на потенційно небезпечних ділянках), систематичний (виконується за спеціальним планом і правилами), періодичний (визначення межі снігового покриву, фенологічного стану лісів) види моніторингу.

Перелік завдань, що вирішуються в ході моніторингу лісів на різних територіях, різний. Це переважно актуалізація даних лісоінвентаризацій, охорона лісів від пожеж, частково – контроль за станом лісів, порядком лісокористування і ходом лісовідновлення. З урахуванням наявної практики і функцій лісового господарства, лісопромислового комплексу, екологічних, природоохоронних організацій вироблено перелік завдань, які доцільно вирішувати в рамках комплексного моніторингу лісів.

Функціональні завдання моніторингу лісів можна об'єднати у такі вісім груп:

1. Охорона лісів від пожеж.
2. Контроль за санітарно-лісопатологічним станом лісів.
3. Спостереження за територіями, забрудненими радіонуклідами.
4. Стеження за порядком лісокористування і лісовідновлення.
5. Спостереження за станом і динамікою лісів, деревної та чагарникової рослинності на землях, які не входять до лісового фонду.
6. Стеження за станом і динамікою деревної і чагарникової рослинності на землях сільгоспупотреб, які не входять до лісового фонду.
7. Оцінювання стану лісових екосистем та лісового покриву.
8. Актуалізація даних про вивченість лісів.

Наведений перелік завдань не є остаточним. Під час створення єдиної комплексної системи моніторингу цей список може уточнюватися і доповнюватися.

У зв'язку з тим, що моніторинг лісів ефективно функціонує лише за наявності надійних даних про ліси і розвиненої ГІС, першочерговим можна вважати восьме завдання. З урахуванням інформації про ліси мають формуватися й підтримуватися в актуалізованому стані комплексні багатоцільові ГІС різних рівнів (національного, регіональних, локальних).

Вирішення означених завдань можливе лише за умови поєднання всіх видів спостережень і вимірювань, головні з яких – дистанційні (аерокосмічні).

Основні етапи моніторингу лісів з використанням аерокосмічної інформації:

- отримання та попереднє оброблення аерокосмічної інформації;
- отримання і нагромадження наземної інформації, яка стосується лісотехнічних характеристик;
- одночасне оброблення аерокосмічної та наземної інформації;
- аналізування результатів та прогнозування пер-



спектив розвитку лісів, зокрема і наслідків лісогосподарської діяльності.

Дистанційні спостереження з космічних і повітряних літальних апаратів можуть здійснюватися як у ході знімань в оптичному і радіодіапазонах, так і шляхом візуальних (інструментально-візуальних) спостережень. Наразі аеровізуальні спостереження найширше застосовуються при охороні лісів від пожеж – для патрулювання території та виявлення лісових пожеж і спостереження за їх динамікою. Щоб якимось забезпечити ефективне функціонування моніторингу лісів, потрібен комплекс даних ДЗЗ, що істотно відрізняються щодо просторового розрізнення, спектральності каналів, оперативності знімання та постачання знімальної інформації споживачам.

За просторовим розрізненням вся інформація, одержана методом дистанційного зондування і рекомендована для використання в ході моніторингу лісів, умовно поділяється на чотири групи:

- оглядова космічна інформація оптичного діапазону з низьким просторовим розрізненням (близько 1 000 м), отримувана зі штучних супутників Землі NOAA (радіометр AVHRR), "Метеор-3М", "Океан", а також в радіодіапазоні пасивними засобами знімання (СВЧ-радіометрами) до 10 км;
- космічні зображення середнього радіуса (100-200 м), отримані із супутників "Ресурс-01" і "Океан" (з тепловими каналами в інтервалі 2-5 мкм), MODIS;
- космічні зображення оптичного і радіодіапазонів з великим (10-20 (30) м) – ШСЗ типу SPOT, Landsat-7, "Ресурс-01", "Ресурс-Ф";
- космічні або аерозображення оптичного і радіодіапазонів надвисокого радіуса (1-5 м) – ШСЗ типу Ikonos, KBR, аерознімків.

У космічних системах ДЗЗ для отримання даних використовують такі діапазони електромагнітного випромінювання, як ультрафіолетовий, видимий, інфрачервоний, мікрохвильовий і радіодіапазон.

Ультрафіолетовий діапазон (0,1-0,38 мкм) застосовують для оцінювання стану рослин і водойм, а також для визначення поширення малих доз газових домішок та озону в атмосфері.

Видимий (0,38-0,74 мкм) і ближній інфрачервоний діапазони (0,74-2,50 мкм) широко використовують для знімання лісових масивів як у панхроматичному, так і в мультиспектральному режимах. Механізм формування корисного сигналу (наприклад, про стан рослинності) полягає в тому, що під дією різних умов відбувається зміна спектральних характеристик об'єктів на земній поверхні. Хлорофіл, що міститься в листі, поглинає червоні й сині промені, тоді як зелені в основному ним відбиваються. У синій і червоній зонах видимої ділянки спектра здатність відбивання променів рослинами дуже низька. Зате в ближньому інфрачервоному діапазоні фіксуються максимальні значення коефіцієнтів відбиття. Тому при вивченні стану лісів, їх картографуванні ефективно використовуються знімки в "крайній червоній" зоні (довжина хвилі – 0,7-0,75 мкм) видимої ділянки спектра та в ближньому інфрачервоному діапазоні (0,78-0,88 та 0,9-1,05 мкм відповідно).

Тепловий діапазон (2,5 мкм-1 мм) надає інформацію про теплове поле ландшафту. При дос-

лідженні температурного режиму лісу було встановлено, що в різних типах рослинності, в насадженнях різної щільності, складу й віку порід у приземному шарі на рівні поверхні і в ґрунті перепад температур досягає декількох градусів. Застосування теплового знімання надає додаткову інформацію про ліси, в т. ч. й про умови місць їх зростання, що значно відрізняється за ступенем зволоженості ґрунту: вологі ділянки зазвичай холодніші, ніж дреновані, поверхня яких прогрівається швидше. Перепад температур було виявлено і в полосі насаджень.

Теплова зйомка може використовуватися для виявлення хворих, ушкоджених і сухостійних дерев, оскільки за температурною яскравістю вони різко відрізняються від фонові і здорової рослинності. Крім цього, теплова зйомка давно зарекомендувала себе як найкращий метод виявлення лісових і торф'яних пожеж. Космічна зйомка в тепловому діапазоні дозволяє контролювати ситуацію одночасно на великих площах, виявляти приховані вогнища пожеж, здійснювати моніторинг і вдень, і в нічний час, і в умовах сильного задимлення.

Мікрохвильовий, СВЧ (1 мм-1 м), діапазон дає інформацію про топографічні характеристики територій та акваторій, запаси вологи в ґрунті й листях рослин, про вплив на рослини промислових викидів.

Радіодіапазон (1 м - більш як 10 км) надає специфічну інформацію про підстилаючу поверхню і про полог лісу, для зображень, отриманих за допомогою радарного знімання, характерні глибокі тіні, які властиві об'єктам зі значними перепадами висот. Це дозволяє не тільки аналізувати рельєф місцевості, що також важливо для процесів лісовпорядкування, а й розділяти ділянки лісу аж до таксаційних відділів, за висотою і щільністю деревостану, виявляти рідколісся, ділянки згарищ, вирубки різних типів. Радіолокаційне знімання може проводитися за будь-яких погодних умов і в будь-який час доби.

Особливості застосування певних методів і систем ДЗЗ при вирішенні конкретних завдань лісового моніторингу можна зрозуміти зі змісту таблиці (див. с. 30).

Порівняльний аналіз космічних знімків різних типів показує, що:

1. Знімки надвисокої роздільної здатності повністю задовольняють потребу у визначенні таксаційних показників лісових насаджень як з використанням традиційних методів візуального дешифрування, так і з застосуванням сучасних методів об'єктно-орієнтованого, яскравісно-текстурного дешифрування, алгоритмів нейромережевого аналізу, а також автоматичних стереовимірювань. Із знімків цього типу найбільш затребувані зображення з апаратів WorldView-1, WorldView-2, GeoEye-1, GeoEye-2 та QuickBird.

2. Знімки високої роздільної здатності забезпечують базовою інформацією про всі види об'єктів лісового картографування для інвентаризації, контролю лісокористування, виявлення різких змін у лісовому фонді.

3. Знімки середньої роздільної здатності завдяки мультиспектральній інформації є одними з головних джерел для картографування переважаючої породи і породного складу лісів, вони дозволяють виявляти повільні природні та антропогенно-спровоковані зміни в лісових масивах. Крім цього, за



Методологія застосування супутникових ДЗЗ-систем для вирішення задач моніторингу лісів

Задачі моніторингу	Типи систем ДЗЗ, що використовуються, та види знімків	Супутникові системи, що найбільше застосовуються
Моніторинг пожежної небезпеки в лісах	Системи низького просторового розрізнення, метеорологічні космічні апарати	NOAA, TERRA/MODIS, Aqua/MODIS (США), "Монитор-Э" (Росія)
Виявлення вогнищ загоряння, оцінювання площ та динаміки лісових пожеж	Оперативне знімання в тепловому діапазоні (доповнюється зніманням у видимому)	TERRA ASTER, EO-1, TERRA/MODIS, Aqua/MODIS (США), "Монитор-Э" (Росія), SPOT-4 (Франція)
Виявлення згарищ, наслідків інших стихійних лих	Знімання районів, постраждалих від стихійних лих (знімки у видимому, БЧ, СВЧ, радіодіапазонах)	ALOS (Японія), RapidEye (Німеччина), Radarsat-2 (Канада), EO-1 (США), SPOT (Франція)
Контроль за лісокористуванням, у т. ч. за вирубками. Виявлення незаконних вирубок	Періодичне знімання високої і надвисокої роздільної здатності, радарне знімання	ALOS (Японія), RapidEye (Німеччина), SPOT (Франція), IRS P6/Resourcesat (Індія), Radarsat-2 (Канада), EROS (Ізраїль), IKONOS (США)
Ландшафтний моніторинг, ландшафтне картографування, моніторинг заповідних територій	Знімання середнього, високого і надвисокого розрізнення в мультиспектральному режимі	ALOS (Японія), RapidEye (Німеччина), IRS 1C/1D (Індія), IRS P6/Resourcesat (Індія), Landsat-7 (США)
Лісовпорядкування, оновлення карт, інвентаризація лісів, кадастр земель лісового фонду	Знімання високого і надвисокого розрізнення, доповнюване наземними роботами, аерозніманням	IKONOS, WorldView-2, GeoEye, QuickBird (США), SPOT (Франція)
Обчислення площ лісів, виявлення динаміки лісистості, оновлення топографічних карт	Використання тимчасових рядів знімків високого і надвисокого розрізнення	ALOS (Японія), IKONOS, QuickBird (США), SPOT (Франція)
Вивчення вуглецевого балансу, підрахунок біомаси в лісах для кліматологічних досліджень	Системи ДЗЗ середнього розрізнення (видимий, БЧ, СВЧ-діапазони), системи ДЗЗ для вивчення атмосфери і погоди	Landsat-7 (США), IRS 1C/1D (Індія), TRMM (Швеція), Envisat (Євросоюз), EO-1 (США)

ними також можна контролювати лісогосподарську діяльність, виявляти різкі зміни обстановки у лісах. Головна перевага таких знімків – низька вартість і великий масштаб покриття території.

4. Сучасні радіолокаційні дані (їхні переваги – кілька поляризацій, висока роздільна здатність) вже зараз можуть надавати інформацію про вкриті лісом площі, різкі зміни в лісовому середовищі, лісокористуванні, особливо для територій з постійною хмарністю, здійснювати знімання на гарантовану дату і в зимовий час. У майбутньому, з поліпшенням просторової роздільної здатності радарних знімків (запуск апаратів TerraSAR-X, Radarsat-2, Cosmo-SkyMed) і розвитком технологій їх оброблення, є перспективи значного розширення застосування радіолокації для цілей моніторингу лісів.

Використання методів та матеріалів ДЗЗ дає можливість створювати спеціальні ГІС моніторингу лісів на базі вже існуючих відомих продуктів, основні з яких: ArcGIS, MapInfo, Microstation, Панорама, WinGIS/Map, EasyTrace 5.0 Win95/NT та інші. Усі програмні продукти мають приблизно однакову функціональність з уведення, редагування, зберігання та базового просторового аналізу даних. Різняться вони в основному внутрішніми форматами даних, зручністю інтерфейсів та наборами додаткових модулів для роботи з растровими моделями та їх автоматизованою класифікацією.

Велика кількість програмних продуктів для ГІС-технологій на ринку ускладнює вибір єдиної ГІС для лісової галузі. Критеріями вибору можуть служити: відкритість системи, багатифункціональність, зручність у роботі, загальнодоступність за вартістю, можливість обміну даними з іншими ГІС, інтеграція з передовими технологіями вимірювань на місцевості.

Розбудова ГІС із сервіс-орієнтованою архітектурою на основі використання універсальних СКБД для зберігання й оброблення як атрибутивних, так і геопросторових даних зближує функціональні мож-

ливості ГІС від різних виробників та спрощує їх спільне використання на основі єдиної бази геопросторових даних [9]

Узагалі створювана для виконання моніторингу ГІС повинна відповідати таким умовам:

- 1) розподіленість (інформація має базуватись як на сервері, так і на віддалених вузлах, тобто у лісництвах зберігається копія БД на дану ділянку);
- 2) суміщення атрибутивної і просторової інформації (зберігання картографічної та атрибутивної інформації у вигляді єдиного набору даних, керованого однією спеціалізованою СКБД);
- 3) реплікація БД (приведення вузлових і центральної БД до стану відповідності);
- 4) зрозумілий для користувача інтерфейс;
- 5) можливість перегляду картографічної та атрибутивної інформації (можливість відбору даних за критеріями);
- 6) можливість створення різних форм лісового реєстру, що відповідають чинній нормативній документації;
- 7) можливість формування звітної документації лісництв.

Досвід використання подібних систем не тільки в лісовому секторі економіки, а й в інших предметних областях, пов'язаних з обробленням просторових даних і оперативним використанням ДДЗ, показує, що експерименти з інтеграцією геоінформаційних технологій у нову предметну область, як правило, закінчуються реалізацією пілотних проектів і отриманням лише "візуально-презентаційного ефекту" і не доводяться до виробничого застосування. Аналізуючи основні причини неефективності практичного застосування технологій моніторингу та управління територіями, слід зазначити, що основними з них є недостатня інтеграція засобів ГІС ДЗЗ-моніторингу в поточні бізнес-процеси управління і відсутність законодавчої бази щодо використання космічних знімків у конкретних предметних областях [6].



Висновки та перспективи одсліджень. Основою для організації ведення лісового господарства, його моніторингу служать такі матеріали: спеціалізовані тематичні карти різних масштабів і змісту (планшети, плани лісонасаджень, карти лісових підприємств тощо), таксаційні, лісореєстраційні та інші.

У світовій практиці моніторингу лісів з метою об'єктивного отримання інформації про їхній стан, а також динаміку змін та ефективний прогноз розвитку застосовують системний підхід, головною складовою якого є аерокосмічні спостереження. Особлива цінність таких спостережень пов'язана із застосуванням багато- та гіперспектральних аерокосмічних знімальних систем. Власне за допомогою таких систем можна отримати дані про вікові характеристики, типи порід, захворюваність, екологічні порушення тощо. Така інформація може з'явитися завдяки відтворенню зображень у вузьких спектральних зонах (10-20 нм).

Сучасний стан розвитку методів дистанційного зондування забезпечує можливість оцінювання характеристик стану лісового покриву і створення системи регіонального моніторингу лісів на основі комбінованого використання даних різного просторового розрізнення. Проте й досі оцінювання лісових ресурсів на основі системи статистичних показників – єдиний спосіб підготовки і прийняття управлінських рішень у сфері лісового господарства та охорони лісу. Недосконалість архаїчних методів збирання та аналізування інформації, що використовуються в управлінні природокористуванням та при контролі навколишнього середовища, найчіткіше проявилось в процесі переходу до територіального принципу управління природними ресурсами і природоохоронною діяльністю. Тому досі відсутня реальна можливість моніторингу і регулювання природокористування на різних територіальних рівнях. Недостатньо ефективно функціонує система контролю природних ресурсів, оцінювання впливу на навколишнє середовище, виявлення прямих і непрямих залежностей між різними чинниками впливу на довкілля. Не узгоджені процедури, формати і порядок міжвідомчого та внутрішньовідомчого обміну інформацією. Треба визнати, що в цілому облік лісових ресурсів не відповідає сучасним вимогам до актуальності, оперативності та достовірності інформації про їх стан.

Для вирішення цієї проблеми в найближчій перспективі необхідно розробити докладні методичні вказівки щодо укладання середньомасштабних та оглядових карт лісового моніторингу із застосуванням технологій дистанційного зондування та геоінформаційних систем. До цих вказівок слід включити зразки оформлення лісових карт різних регіонів і масштабів, алгоритми, програми та інструкції з підготовки нестандартних цифрових картографічних покриттів для системи охорони лісів. Це сприятиме підвищенню ефективності організації управління системою охорони лісів, вдосконаленню моніторингових технологій, стандартизації та уніфікації змісту, способів укладання та редагування карт з метою забезпечення узгодженості карт різних масштабів і територій.

Література

1. *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: докл. V Всерос. конф. (с междунар. участием), посвящ. памяти выдающихся ученых-лесоведов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (Москва, 22-24 апреля 2013 г.).* – М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. – 348 с.
1. *Алексеев, А.С.* Мониторинг лесных экосистем / А.С. Алексеев. – С.Пб.: ЛТА, 1997. – 116 с.
3. *Ареф'єва, С.І.* Розробка ГІС-сервера лісогосподарської галузі України / С.І. Ареф'єва, О.В. Барладін, О.Ю. Скляр // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та ім. В.І. Вернадського. Сер. Географія. – Т. 24. – 2011. – № 3. – С. 24-32.
4. *Барладін, О.В.* Використання даних дистанційного зондування Землі для створення електронних ресурсів / О.В. Барладін, Л.І. Миколенко // Сучас. досягн. геодез. науки та вир-ва. – 2011. – № 1. – С. 162-167.
5. *Барладін, О.В.* Використання геоінформаційних технологій для картографічного забезпечення актуальними даними лісового господарства / О.В. Барладін, О.Ю. Скляр, В.П. Скавронський // Фотограм., геоінформ. системи та картогр. – 2011. – С. 227-232.
6. *Бурштинська, Х.В.* Дослідження методів класифікації лісів з використанням космічних знімків високого розрізнення / Х.В. Бурштинська, Б.В. Поліщук, О.Ю. Ковальчук // Геодез., картогр. і аерофотознім. – 2013. – № 78. – С. 101-110.
7. *Жолобак, Г.М.* Вітчизняний досвід супутникового моніторингу лісових масивів в Україні / Г.М. Жолобак // Косм. наука і технологія. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 46-54.
8. *Исаев, А.С.* Аэрокосмический мониторинг лесов / А.С. Исаев, В.И. Сухих, Е.Н. Калашников [и др.]. – М.: Наука, 1991. – 240 с.
9. *Карпінський, Ю.О.* Концептуальні засади створення системи державного топографічного моніторингу місцевості / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Т.М. Квартіч // Вісн. геодез. та картогр. – 2011. – № 3. – С. 27-31.
10. *Косенко, Ю.Ю.* Геоінформаційні системи в охороні довкілля, сільському та лісовому господарстві / Ю.Ю. Косенко, С.П. Сонько. – Умань.: УНУС, 2013. – 127 с.
11. *Лященко, А.А.* Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А.А. Лященко, А.Г. Черін // Вісн. геодез. та картогр. – 2011. – № 5. – С. 45-50.
12. *Омельчук, В.В.* Методика оцінки стану лісів України за даними дистанційного зондування Землі із космосу / В.В. Омельчук, М.П. Фомін // Вісн. ЖНАЕУ. – 2009. – № 1. – С. 348-357.
13. *Поліщук, Б.В.* Сучасні досягнення і проблеми в дослідженнях розвитку та стану лісів / Б.В. Поліщук // Геодез., картогр. і аерофотознім. – 2008. – № 70. – С. 138-145.
14. *Чернов, А.В.* Мониторинг с помощью ДЗЗ и практика регионального управления / А.В. Чернов // Земля из космоса. – 2010. – № 7. – С. 19-27.

Інтернет-джерело

15. *Норчевський, Р.В.* Оцінка зміни площ лісових масивів за допомогою ГІС/ДЗЗ технологій (на прикладі західних територій Закарпатської області та північної частини Румунії) / Р.В. Норчевський, І.Л. Цебенко. – Реж. доступу: <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1140>

Надійшла 06.09.13