

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра геодезії та картографії

На правах рукопису
УДК: 634.0.9(634.0.2)

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО КАДАСТРУ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Галузь знань 19 – «Архітектура та будівництво»
Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»
Освітня програма – «Геодезія та землеустрій»

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра
студентки четвертого курсу
Кривонос Єлизавети Сергіївни

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Дудун Тетяна Володимирівна

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри № _ від «_» _____ 2023 року

Завідувач кафедри

проф. Даценко Л.М.

Київ 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСІВ ТА ЛІСОВОГО КАДАСТРУ УКРАЇНИ.....	6
1.1. Склад лісового фонду України.....	6
1.2. Сучасні проблеми лісового сектору України (правові, екологічні, економічні, соціальні).....	11
1.3. Державний лісовий кадастр.....	13
РОЗДІЛ 2. ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО КАДАСТРУ.....	18
2.1. Геоінформаційна система для управління лісовим господарством.....	18
2.2. Використання геоінформаційної системи для ведення лісового господарства.....	21
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО КАДАСТРУ В УКРАЇНІ ТА В ЄВРОПІ.....	24
3.1. Програмне забезпечення, яке використовується в Україні для відображення лісового господарства.....	24
3.2. Програмне забезпечення, яке використовується в Європі для відображення лісового господарства.....	31
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота призначена визначенню можливостей та ефективності використання ГІС-технологій в процесі ведення лісового кадастру. У роботі досліджено та виконано порівняння основних переваг та недоліків використання ГІС-технологій в Україні та в Європі для ведення лісового кадастру. А саме, вплив ГІС-технологій на ефективність ведення лісового кадастру, якість та точність даних, вартість впровадження технологій, рівень кваліфікації спеціалістів.

У першому розділі роботи проаналізовано загальну характеристику лісів та лісового кадастру України. Поглиблено теоретико-методологічні основи лісового фонду України, проведено аналіз сучасних проблем лісового сектору та проаналізовано ведення державного лісового кадастру України.

У другому розділі викладено теоретико-методичні основи використання ГІС-технологій в забезпеченні ведення лісового кадастру.

У третьому розділі проаналізовано застосування ГІС-засобів в забезпеченні ведення лісового кадастру в Україні та в Європі. Проаналізовано досвід країн Європи у веденні лісового кадастру та використання ГІС-технологій. Проаналізовано стандарти та методи збору, обробки та аналізу даних про лісові ресурси, що використовуються в Україні та в Європі. Досліджено можливості застосування здобутків та методів країн Європи для удосконалення ведення лісового кадастру в Україні, а також порівняно основні переваги та недоліки використання ГІС технологій в Україні та в Європі для ведення лісового кадастру.

Дослідження може допомогти удосконалити методику ведення кадастру та підвищити точність та повноту даних про лісові масиви. Це може допомогти вирішувати різноманітні проблеми, пов'язані з лісовим господарством, такі як лісові пожежі, лісова шкідниця, незаконне вирубування та інше.

Ключові слова: геоінформаційна система, лісовий кадастр, лісове господарство, програмне забезпечення, ГІС забезпечення.

ВСТУП

Землі лісового кадастру – це найбільша за площею категорія земель. Ці землі є головним засобом виробництва у лісовому господарстві. Використання та охорона лісів знаходяться у прямій залежності від стану земель даної категорії. У свою чергу експлуатація лісових ресурсів безпосередньо впливає на стан земель лісового фонду.

Актуальність теми. Використання ГІС-технологій для забезпечення ведення лісового кадастру є дуже актуальним і важливим завданням у сучасних умовах. Основні причини, чому геоінформаційна система є важливим інструментом для ведення лісового кадастру, включають наступне:

1. Зручність та ефективність в обробці та аналізі геоданих: геоінформаційна система дозволяє об'єднувати та обробляти великі обсяги геоданих, що пов'язані з лісовим покривом та його використанням. Це дає змогу здійснювати широкий спектр аналізів та оцінок, що допомагає враховувати всі аспекти збереження та управління лісовим покривом.

2. Підвищення точності та швидкості обробки даних: використання ГІС-технологій для забезпечення ведення лісового кадастру дозволяє зменшити час, необхідний для збору та обробки даних. Крім того, використання геоінформаційної системи дозволяє збільшити точність даних, які використовуються для ведення лісового кадастру.

3. Можливість візуалізації даних: геоінформаційна система дозволяє візуалізувати геодані та надавати результати досліджень у вигляді карти. Це значно полегшує розуміння та інтерпретацію отриманих даних.

4. Підвищення доступності та зручності використання: використання ГІС-технологій для забезпечення ведення лісового кадастру дозволяє зробити дані більш доступними та зручними для використання, оскільки вони можуть бути збережені в електронному вигляді та легко передаватися між різними користувачами.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення можливостей та ефективності використання ГІС-технологій в процесі ведення лісового кадастру.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання**:

- вивчити загальні характеристики лісів та лісового кадастру України;
- проаналізувати порядок введення лісового кадастру;
- дослідити ГІС-технології забезпечення лісового кадастру;
- проаналізувати використання ГІС-технологій для ведення лісового господарства в Україні та в Європі.

Об'єктом дослідження є земельні ділянки лісового фонду території України.

Предметом дослідження є принципи, методи та підходи для забезпечення ведення лісового кадастру у геоінформаційних системах.

Методи дослідження: метод системного аналізу; аналітичний метод; метод геопросторового аналізу.

Структура кваліфікаційної роботи. Структурно дане дослідження складається зі вступу, трьох розділів, які містять у своєму складі підрозділи, висновків, списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСІВ ТА ЛІСОВОГО КАДАСТРУ УКРАЇНИ

1.1. Склад лісового фонду України.

Лісовий фонд України складається з лісових ділянок, що мають площу не менше 0,1 гектара, а також захисних насаджень лінійного типу. Однак, зелені насадження в межах населених пунктів, такі як парки, сади, сквери та бульвари, які не були офіційно віднесені до лісів, не включаються до лісового фонду. Крім того, окремі дерева, кущі та групи дерев на сільськогосподарських угіддях, приватних, дачних та садових ділянках не належать до лісового фонду.

Українські ліси виконують різноманітні важливі функції, такі як водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні та оздоровчі, що задовольняють потреби суспільства у використанні та розташуванні на лісових ресурсах. Характеристика лісів та лісового господарства в Україні включає наступне: середній рівень лісистості в країні є відносно низьким; зростання лісів спостерігається у різних природних регіонах, таких як Полісся, Лісостеп, Степ, Українські Карпати та Крим, і вони мають значну присутність в умовах лісової рослинності; екологічне цінотворення лісів переважної більшості є високим (до 50%), а система використання лісів обмежена; історія лісів сформована завдяки інтеграції багатьох постійних лісокористувачів; значна частина лісів зростає в зоні радіоактивного забруднення; та половина лісів України є штучно створеними і потребують посиленого огляду.

Україна має переважно державну власність на лісові землі, які контролюються місцевими органами самоврядування. Комунальні підприємства використовують лише 13% лісових земель, які можуть бути передані в державну власність. Приватні ліси становлять менше 0,1% загальної площі лісу. Приблизно 800 000 гектарів лісу залишилося як резервна зона через історичну інтеграцію національних лісів для багатьох постійних лісокористувачів. Лісогосподарські підприємства та координаційні державні управління лісового господарства

контролюють більшу частину лісу (приблизно 73%) в залежності від приналежності департаментів (Рис.1.1., Рис. 1.2.).

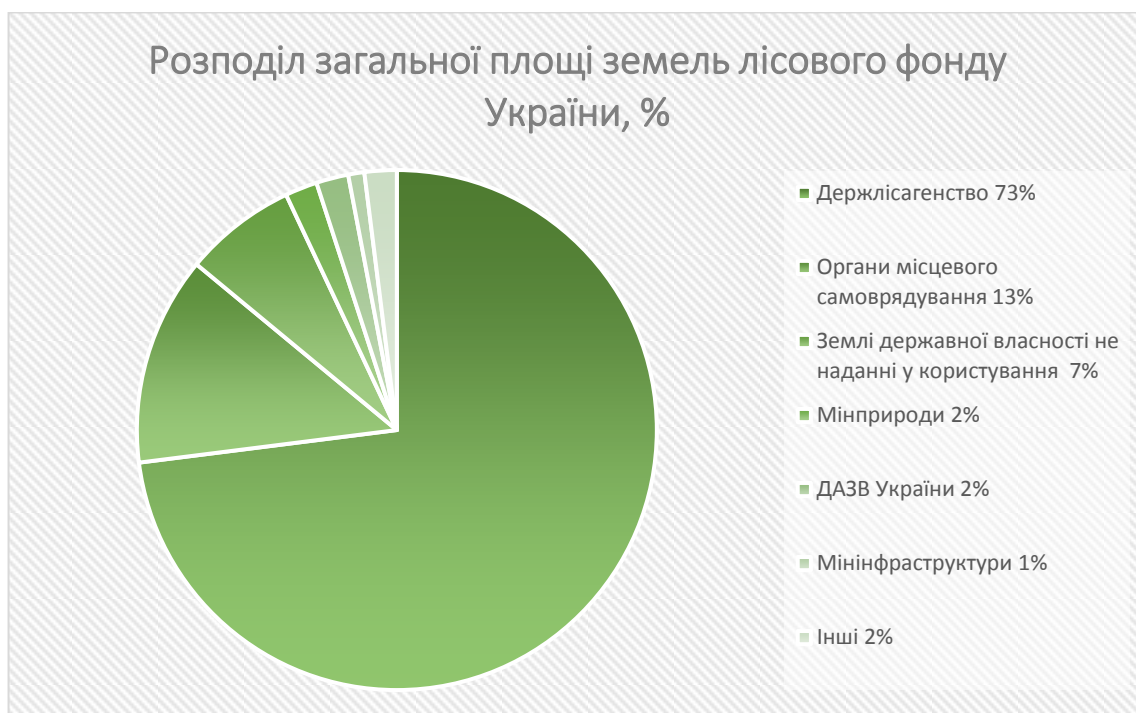


Рис. 1.1. Лісовий фонд України

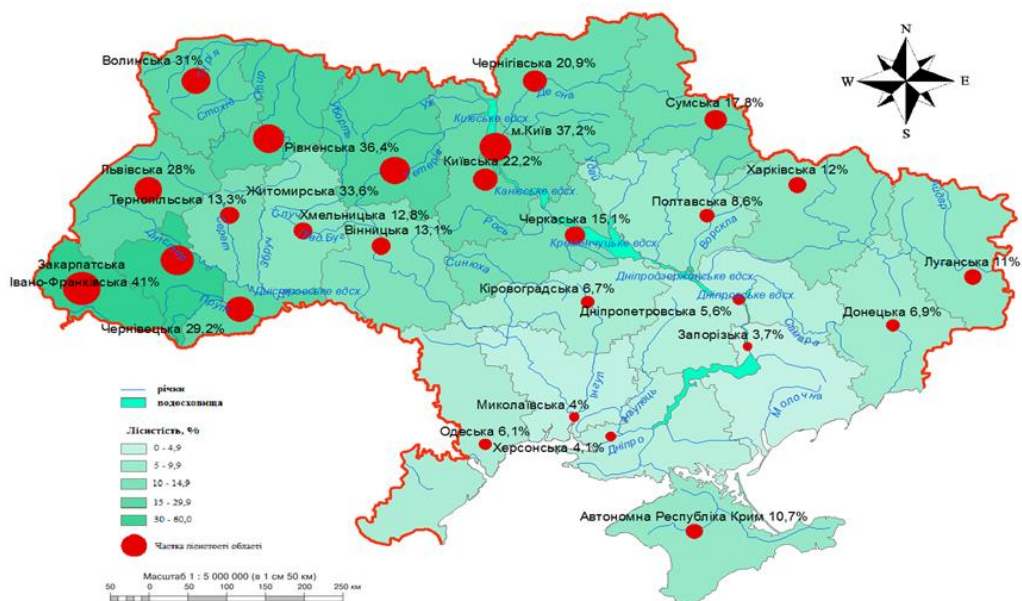


Рис. 1.2. Лісистість України у розрізі адміністративно – територіальних одиниць [9]

Ліс є природним ресурсом, який може бути відновлений для господарського використання, але також може існувати без втручання людини, регулюючи свою екосистему. Менш цінні породи дерев та чагарники можуть самостійно відновлюватись, але для забезпечення продуктивного розвитку лісів, необхідно створювати лісову культуру та захищати молоді дерева від конкуренції з боку швидкорослих малоцінних порід дерев та чагарників. Розумне управління та використання лісових ресурсів забезпечують невичерпність лісів. Однак, кількість лісів в Україні є недостатньою для задоволення потреб споживачів та забезпечення екологічної стабільності в країні (Рис. 1.3.).

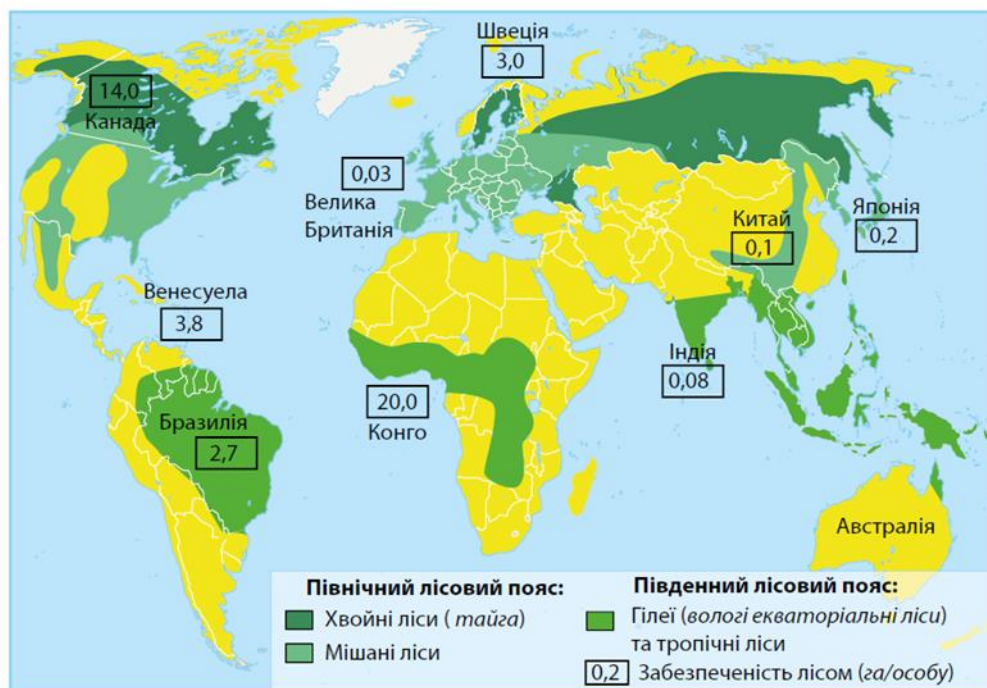


Рис. 1.3. Лісистість України у порівнянні з країнами Європи [9]

Запаси лісових ресурсів в Україні обмежені, зі зниженим рівнем заліснення на 15,7%, що вище лише кількох європейських країн. Розташування лісів в країні нерівномірне, з найбільшим відсотком заліснення у Поліссі (29%) та Карпатах (40%). Хвойні породи складають 42,2% лісового покриву, твердолистяні породи – 43,2%, а м'яколистяні – 13,6%. Лісовий покрив України складається з понад 30 видів державних порід, серед яких домінують сосна, дуб, бук, ялина, береза, вільха, ясен, граб та ялиця (Рис. 1.4.).

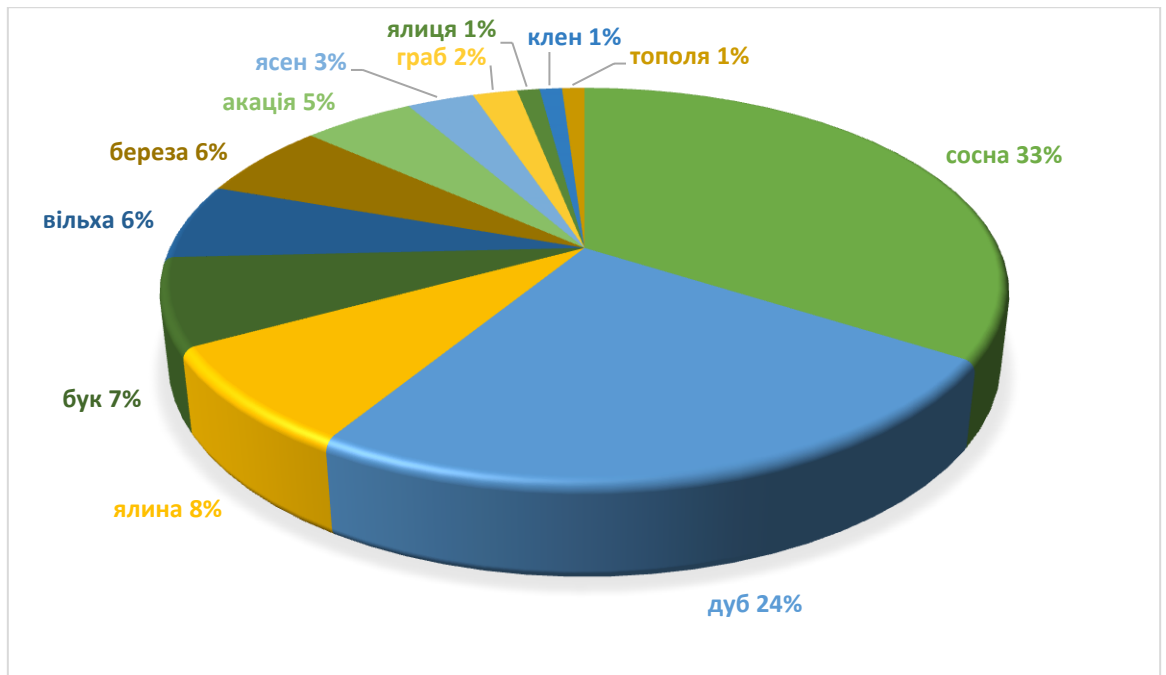


Рис. 1.4. Розподіл площі лісів України за переважаючими породами

Ліси є важливим елементом екосистеми, оскільки вони забезпечують поглинання вуглекислого газу та виробляють більшість кисню на планеті. Крім того, ліси виконують ряд корисних функцій, таких як збереження запасів підземних вод, підтримка вологості в атмосферних опадах та захист від ерозії ґрунту. Лісові водні ресурси зберігають чистоту, тому що водотоки, ставки та водосховища малозамулюються. Також ліси виконують важливу функцію у природному циклі азоту, забезпечуючи органічні заливки, які перетворюються на органічні добрива завдяки дії бактерій.

На глобальному рівні, хвойні ліси в північно-південній зоні та вічнозелені широколистяні ліси в тропіках та субтропіках відіграють важливу роль у стабілізації атмосферного кислотно-основного балансу.

Ліси забезпечують різноманітні корисні ресурси, такі як деревина, лікарські рослини, гриби, ягоди, мед та інші, які використовуються людьми для різних потреб. Однак, крім цього, ліси виконують важливі екосистемні послуги, такі як збереження ґрунту та водних ресурсів, зменшення впливу кліматичних змін та підтримку біологічної різноманітності.

Лісова екосистема є ключовим інструментом у регулюванні клімату, оскільки вона може знизити кількість вуглекислого газу в атмосфері, що допомагає зменшити ефект теплиці. Крім того, ліси грають важливу роль у збереженні водних ресурсів і запобігають ерозії ґрунту, сприяючи збереженню рівномірного розподілу водних потоків.

Однак, через діяльність людини лісові екосистеми зазнають серйозного пошкодження та знищення, що може призвести до негативних наслідків для здоров'я людей і навколишнього середовища. Тому важливо раціонально використовувати лісові ресурси та забезпечувати їх збереження для майбутніх поколінь.

1.2. Сучасні проблеми лісового сектору України (правові, екологічні, економічні, соціальні).

Експерти в галузі лісового господарства поділяють сучасні проблеми українського економічного лісового господарства на чотири групи (Рис.1.5.).



Рис.1.5. Сучасні проблеми лісового сектору України.

- *Правові питання.* Законодавство та нормативні акти, що регулюють лісовий сектор в Україні, не відповідають належним чином особливостям ринкової економіки в цій галузі. Проблемні питання стосуються власності, методів приватизації, оподаткування, лізингу, бухгалтерського обліку та системи фінансування. Державний комітет лісового господарства України та його дочірні підприємства об'єднують контрольні, управлінські та законодавчі функції з господарською та комерційною діяльністю, що не відповідає принципам антимонопольного законодавства та може призвести до конфліктів у майбутньому. Регіональне та природоохоронне законодавство не забезпечує повного врахування природоохоронних аспектів у законодавстві про лісове господарство та навколишнє середовище. Крім того, міжнародні угоди щодо сталого лісокористування не імплементуються належним чином.

- *Лісове та екологічне питання.* Оптимізація використання лісових ресурсів передбачає підвищення ефективності використання приросту деревини та раціональне поєднання поступових та вибіркових рубок. Включення принципів ландшафтно-зонального планування в планування та управління лісовим господарством сприяє реорганізації процесу лісозаготівлі та поліпшенню догляду за лісом з метою створення стійких лісових насаджень високої якості.

- *Економічні питання.* Необхідно забезпечити стійкість, достатність та ефективність ресурсів лісового господарства шляхом переосмислення системи планування, яка досить централізована та неадаптована до змін у ринкових умовах. Крім того, слід створити умови для здійснення довгострокових інвестицій, включаючи будівництво доріг, придбання машин та обладнання.

Однак дисбаланс у законодавстві (особливо щодо оподаткування та охорони навколишнього середовища) є значною економічною проблемою, яка ускладнює довгострокове планування розвитку лісового господарства.

- *Соціальні проблеми.* В районах та населених пунктах, де діють лісові та деревообробні підприємства, існують складні соціальні умови. Механізм розподілу функцій управління лісами між урядовими відомствами на всіх рівнях не є оптимальним, що також ускладнює ефективне використання та зростання

лісової сировини та екологічного потенціалу лісів в Україні. Довіра до урядової структури низька, а правовий нігілізм на високому рівні в українському суспільстві. Крім того, громадські ліси та екологічні організації недостатньо розвинені, що також ускладнює ситуацію. Всі ці проблеми ускладнюють ефективне використання лісових ресурсів та розвиток екологічного потенціалу лісів в Україні.

1.3. Державний лісовий кадастр.

Державний лісовий кадастр є системою документальної інформації, що містить дані про лісові масиви та землі лісового фонду, яку зберігає та обробляє відповідальний за лісове господарство орган державної влади. У цьому кадастрі міститься інформація про розташування та площу лісових масивів, їх категорію, склад, умови відтворення та захисту, а також про власників лісів та їх виділення. Крім того, у кадастрі можуть бути збережені дані про проведення лісогосподарських робіт та їх результати.

Лісовий кадастр є важливим інструментом управління лісовими ресурсами, оскільки він дозволяє збирати та зберігати інформацію про лісові масиви та їх характеристики. Ця інформація може бути використана для планування та регулювання лісогосподарської діяльності, забезпечення екологічної безпеки та контролю за використанням лісових ресурсів.

Одним із основних завдань лісового кадастру є забезпечення точності та актуальності інформації про лісові ресурси. Це можна досягти завдяки системі ведення та оновлення кадастру, яка передбачає встановлення чітких процедур збору та обробки даних, а також контроль за їх якістю.

Окрім того, лісовий кадастр може бути використаний для вирішення різних економічних та соціальних питань, таких як встановлення земельної власності, розподіл доходів від лісокористування, планування розвитку лісового господарства та забезпечення сталого використання лісів.

Лісовий кадастр України має наступні основні завдання: забезпечення ефективного використання та збереження лісових ресурсів країни, здійснення

моніторингу стану лісів та їх використання, а також контроль за дотриманням законодавства про ліси та земельні відносини.

Метою проведення Державного кадастру лісового фонду та Державного обліку лісів є ефективна організація захисту та охорони лісів, раціональне використання лісових ресурсів, відтворення лісів та забезпечення Рад народних депутатів, зацікавлених органів державної виконавчої влади та лісокористувачів необхідною інформацією про лісовий фонд. Крім того, проведення цих заходів дозволяє систематично контролювати якісні та кількісні зміни в лісовому фонді.

Державний лісовий кадастр складається з наступних компонентів: ведення обліку якісного та кількісного стану лісового фонду України, класифікація лісів залежно від їх основних функцій, проведення грошової оцінки лісів та інших показників (Рис.1.6.).

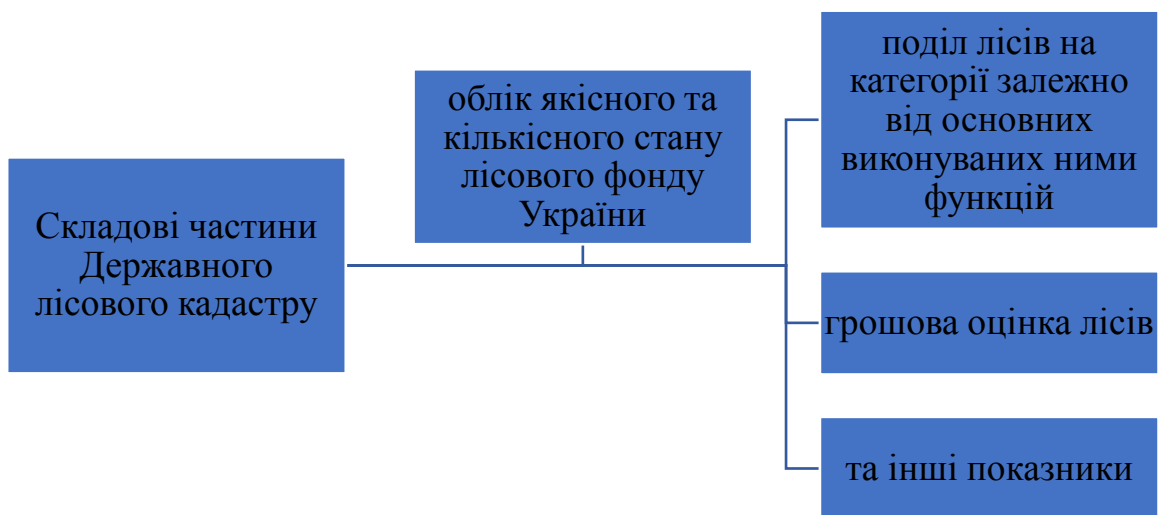


Рис.1.6. Складові Державного лісового кадастру

Документація Державного лісового кадастру складається відповідно до інструкції «Про порядок ведення Державного лісового кадастру і первинного обліку лісів», яка була затверджена 1 жовтня 2010 року. Ця документація формується на основі різноманітних джерел і включає в себе такі документи, як рішення про надання земель лісогосподарського призначення у користування,

акти огляду місць рубок, акти переведення земель у категорію вкритих лісовою рослинністю, а також акти натурального обстеження у разі зміни категорій земель в результаті різноманітних чинників, таких як господарська діяльність, стихійні явища тощо.

Місцеві землевпорядні органи узгоджують дані про розподіл земель лісогосподарського призначення між лісокористувачами та визначають кількісний склад цих земель.

Постійні лісокористувачі вносять дані про зміни у структурі земель лісового фонду до матеріалів первинного обліку лісів. Ці дані використовуються для корегування річної облікової документації Державного лісового кадастру. Державні органи лісового господарства областей щорічно надсилають місцевим землевпорядним органам показники Державного лісового кадастру з урахуванням актуальних змін для оновлення Державного земельного кадастру.

Державна документація Державного лісового кадастру в Україні оновлюється раз на п'ять років. Термін проведення наступного державного обліку лісів визначається рішенням Кабінету Міністрів України.

Громадяни, підприємства, установи та організації, які мають право на постійне користування землями лісового фонду, повинні до 1 березня року, в який проводиться черговий державний облік лісів, надати Державному лісогосподарському підприємству, що є відповідальним за землі лісового фонду в даній зоні, документацію первинного обліку лісів, яка повинна бути завірена керівником та погоджена з органами землевпорядкування.

Після збору інформації про стан лісового фонду від постійних лісокористувачів, державні органи лісового господарства перевіряють її на повноту та достовірність та складають зведену інформацію про Державний лісовий кадастр відповідного регіону. Ці зведені дані повинні бути подані до 1 серпня року, що відноситься до проведення обліку. Після того, як Держлісагенство отримає зведену інформацію, воно перевіряє її на повноту та достовірність та об'єднує всю інформацію про Державний лісовий кадастр в

країні. Загальна інформація повинна бути підготовлена до 1 жовтня року, що відноситься до проведення обліку.

Державне лісогосподарське агентство створює зведену документацію Державного лісового кадастру, яка надсилається до Кабінету Міністрів України, Мінекономіки, та Міністерства екології та природних ресурсів України.

Держлісагентство забезпечує зберігання та упорядкування документів Державного лісового кадастру, а також підготовку та видачу інформаційних матеріалів про лісовий фонд згідно з встановленими вимогами.

Державний контроль за додержанням встановленого порядку ведення документації Державного лісового кадастру здійснюється Держлісагентством України.

Державний лісовий кадастр є невід'ємною складовою системи управління лісовими ресурсами країни. Цей інструмент дозволяє зібрати та проаналізувати інформацію про стан лісів, здійснювати прогнозування щодо їх розвитку та ефективного використання, планувати та контролювати виконання лісогосподарських заходів.

Державний лісовий кадастр має ключове значення для забезпечення екологічної безпеки та збереження біорізноманітності. Він дозволяє контролювати стан лісів, захищати їх від незаконної рубки та інших негативних впливів на довкілля.

Власники лісів мають обов'язок укладати та оновлювати державний лісовий кадастр, який повинен містити актуальну та точну інформацію про їх лісові масиви. Державна служба лісового господарства забезпечує контроль за веденням кадастру та доступ до його інформації.

Державний лісовий кадастр є важливим джерелом інформації для наукових та дослідних робіт у галузі лісогосподарства та екології, а також для розвитку інвестиційних проектів у сфері лісового господарства.

Загалом, він є необхідним інструментом для забезпечення сталого та ефективного використання лісових ресурсів та збереження природного

середовища, що відіграє важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки та біорізноманітності.

Висновки до розділу 1.

Отже, ліси України відіграють важливу роль і представляють велику цінність для людини, головним чином тому, що лісові екосистеми мають найвищу інтенсивність біологічного циклу завдяки своїй сильній біомасі. Система відстеження та контролю деревини є невід'ємною частиною інтегрованої системи управління якістю лісу.

Також підсумовуючи можна зробити висновки, що лісовий кадастр є важливим інструментом управління лісовими ресурсами, який дозволяє забезпечити точну та актуальну інформацію про лісові масиви та їх характеристики, а також вирішити різні економічні та соціальні питання, пов'язані з використанням лісових ресурсів.

РОЗДІЛ 2. ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО КАДАСТРУ

2.1. Геоінформаційна система для управління лісовим господарством.

Головна мета впровадження геоінформаційної системи у лісовий кадастр - надання спеціалістам лісового господарства та державним органам доступу до просторової інформації про лісові ресурси, що дозволить контролювати стан та використання лісового фонду. Геоінформаційна система допомагає вирішувати практичні завдання, пов'язані з розробкою комплексу заходів з метою раціонального ведення лісового кадастру та використання лісового фонду, ефективного відтворення, охорони та захисту лісів.

Використання геоінформаційної системи та мобільного картографічного додатка розширює можливості оцінки лісового фонду шляхом створення інтерактивних тематичних карт, отримання детальної інформації про окремі ділянки лісу, прогнозування динаміки лісового фонду за різними сценаріями управління лісовим господарством, а також побудови поверхонь та розрізів рельєфу. Впровадження такої системи дозволяє забезпечити стале управління лісами на різних рівнях (лісництво, лісогосподарське підприємство, громада, область).

Геоінформаційна система лісового кадастру має надавати можливості користувачам для збору, зберігання, накопичення та аналізу просторової бази лісових ресурсів регіону, проведення контролю та розрахунків щодо оптимального використання лісу з урахуванням екологічних та економічних факторів, оцінки стану рослинного покриву регіону з урахуванням рельєфу, гідрологічних та кліматичних умов та інших ризиків з подальшим внесенням коректив до стратегії управління лісовими ресурсами. Вона також повинна впроваджувати новітні технології для експрес-інвентаризації та екомоніторингу стану лісів, лісопатологічного та протипожежного обстеження через мобільний додаток, визначення обсягів робіт щодо відновлення лісів і лісорозведення, охорони лісів від пожеж, захисту від шкідників та хвороб та проведення лісової

сертифікації для оцінки відповідності системи ведення лісового господарства встановленим міжнародним вимогам з управління лісами та лісокористування на засадах сталого розвитку.

Метою впровадження геоінформаційних систем у лісовому господарстві є забезпечення доступу до просторової інформації про лісові ресурси для фахівців різних галузей, громадських організацій та державних органів, а також контролю за станом та використанням лісового фонду. Геоінформаційні системи допомагають розробляти комплекс заходів для раціонального ведення лісового господарства, ефективного відтворення, охорони та захисту лісових ресурсів.

Використання геоінформаційних систем у лісовому кадастрі регулюється рядом законодавчих актів, зокрема Лісовим кодексом України, Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та Законом України «Про внесення змін до Лісового кодексу України щодо проведення національної інвентаризації лісів».

Структура бази даних геоінформаційної системи (Рис. 2.1.):

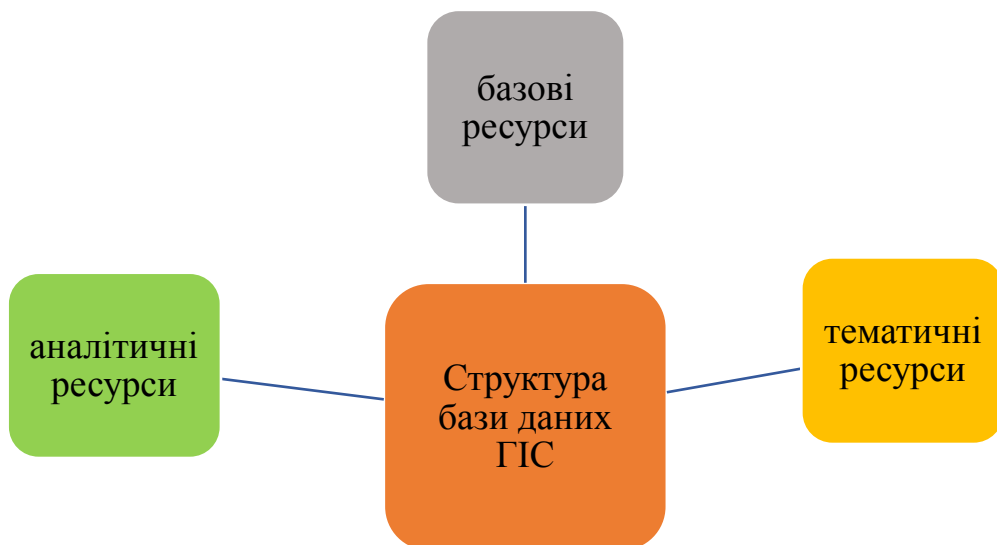


Рис. 2.1. Структура бази даних геоінформаційної системи [7]

- Базові ресурси: геоінформаційні системи використовують одну спільну електронну картографічну основу, що включає ортофотоплани, лісогосподарські планшети, сучасні адміністративно-територіальні поділки, ландшафти, лісогосподарське, ґрунтово-кліматичне районування, природно-ресурсний потенціал, такий як рельєф, ґрунтово-рослинний покрив, річкова мережа, корисні копалини, а також умови на території, такі як географічне положення, наявність дорожньо-транспортної інфраструктури та реєстрація назв. Всі ці дані допомагають забезпечити фахівців лісового господарства, екологічних служб, служб з надзвичайних ситуацій, громадських організацій та державних органів просторовою інформацією про лісові ресурси та забезпечують контроль за станом і використанням лісового фонду. Крім того, на основі цих даних можуть бути розроблені комплекси заходів, спрямованих на раціональне ведення лісового господарства та використання лісового фонду, ефективне відтворення, охорону та захист.

- Тематичні ресурси інформації, що стосуються лісового господарства, включають в себе інформацію про межі лісництв, кварталів, просік, доріг, джерела забруднення лісових екосистем, нормативно-грошову оцінку лісів та їх санітарний стан, включаючи вік дерев, бонітет, середню висоту, середній діаметр, запас деревостану та породний склад лісів.

- Аналітичні інформаційні ресурси забезпечують детальний аналіз стану лісів та їхнього впливу на довкілля. Ці ресурси містять інформацію про зони ураження лісів шкідниками, хворобами, буревіями, хуртовинами, зони антропогенного забруднення лісів та земель лісового фонду, ареали поширення лісових пожеж. А також містять результати досліджень природних комплексів, таких як ландшафти, ґрунти, типологія лісу, біологія лісу. Ці дані використовуються для проведення глибокого аналізу та формування стратегій збереження та відновлення лісів і охорони довкілля.

Геоінформаційна система може забезпечити ряд корисних можливостей для управління лісовим господарством, включаючи мапування та аналіз характеристик лісових ділянок, моделювання розвитку лісу, аналіз ризиків,

пов'язаних з лісовими пожежами та іншими загрозами, контроль транспортування деревини та планування робіт з відновлення лісу. Додатково, система може збирати та аналізувати дані про погодні умови та інші фактори, що впливають на стан лісу. Використання геоінформаційної системи може сприяти ефективному та сталому розвитку лісових ресурсів та збереженню їх природних екосистем, що є важливим завданням для власників лісів, лісових менеджерів та державних установ.

2.2. Використання геоінформаційної системи для ведення лісового господарства.

Застосування геоінформаційних технологій у лісовому господарстві дозволяє зібрати та об'єднати наявні бази даних та картографічну інформацію, а також проводити їх регулярну актуалізацію. Це забезпечує високу ефективність роботи на всіх етапах ведення лісового господарства.

Центральним елементом геоінформаційної системи лісового господарства є цифрова карта, яка є електронним відображенням звичайного паперового плану лісонасаджень, але її функціональні можливості набагато перевершують традиційні аналоги (Рис. 2.2.).

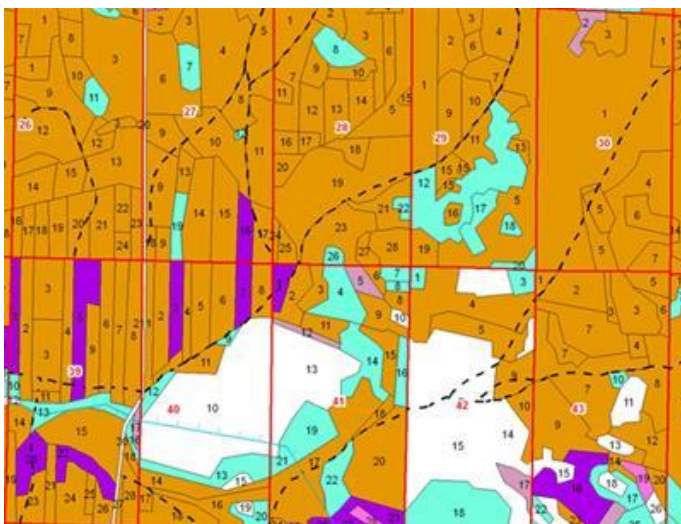


Рис. 2.2. Фрагмент електронної карти лісництва [7]

Застосування геоінформаційної системи в лісовому господарстві є необхідним і вигідним інструментом для збору та аналізу великих обсягів даних про лісові екосистеми. Завдяки цьому можна отримати більш точну та повну інформацію про стан лісів, що є важливим для планування та прийняття рішень щодо управління лісовими ресурсами.

Одна з головних переваг використання геоінформаційної системи є можливість візуалізації даних про лісові ресурси у вигляді тематичних карт та інтерактивних графіків. Це не тільки допомагає зрозуміти складні зв'язки між різними параметрами лісових екосистем, але й дозволяє оперативно виявити потенційні проблеми та знаходити шляхи їх вирішення.

Крім того, геоінформаційна система дозволяє проводити моніторинг стану лісів та відслідковувати їх зміни в часі. Це є важливим для раннього виявлення можливих проблем та швидкого прийняття заходів для їх усунення.

Однією з головних переваг геоінформаційної системи є його можливість ефективного планування лісових робіт. Завдяки геоінформаційної системи можна оптимізувати використання ресурсів та забезпечити більш ефективне управління лісовими ресурсами. Наприклад, можна точніше планувати рубки, посадки та догляд за лісами, що дозволяє досягати кращих результатів при менших витратах.

Геоінформаційна система лісового господарства дозволяє вирішувати різноманітні завдання, використовуючи електронні карти, такі як додавання та зміна картографічних об'єктів, оновлення інформації про об'єкти лісового господарства, проведення картометричних операцій та пошук ділянок лісового фонду за різними критеріями. Геоінформаційна система також дозволяє працювати з растровими матеріалами, створювати тематичні карти та забезпечувати інформаційну взаємодію з іншими організаціями. Крім того, система дозволяє створювати стандартні карти, друкувати фрагменти карт та демонструвати результати роботи органам управління та громадськості.

Застосування космічних знімків у поєднанні з лісовпорядною картографією забезпечує найсучаснішу інформацію про стан лісових ресурсів. Ці знімки дозволяють моніторити динаміку використання лісових запасів, виявляти місця

пожеж і рубок, а також оцінювати наявність та стан лісових доріг і докладно аналізувати розподіл порід.

Використання космічних знімків дозволяє отримати достовірну та об'єктивну інформацію про стан лісового фонду та вирішувати різноманітні задачі. Космічні знімки дозволяють точно визначити розміщення та площу лісових масивів, контролювати стан лісовідновлення на вирубках, згарищах та вітроломах, визначати породи дерев, контролювати стан полезахисних смуг, моніторити ділянки усихання від шкідників та хвороб, а також визначати ступінь зрілості та здоров'я насаджень.

Використання космічних знімків є необхідним і ефективним інструментом для контролю різних видів рубок, зокрема вибіркового, поступового і суцільного, а також для виявлення недорубів та перерубів в лісовому господарстві. Однак, важливість застосування космічних знімків полягає не лише в контролі легальної вирубки, але також у виявленні незаконних рубок, зокрема в межах водоохоронних зон та природно-заповідних територій, завдяки використанню єдиних геоінформаційних систем лісового господарства.

Висновки до розділу 2.

Отже, можна зробити висновок, що основними цілями впровадження геоінформаційних систем у лісовому господарстві є забезпечення фахівців лісового господарства та адміністративних органів просторовою інформацією про лісові ресурси та забезпечення контролю за станом і використанням лісового фонду. Геоінформаційні системи вирішують такі практичні завдання, як раціональне ведення лісового господарства, використання лісового фонду та розробка комплексу заходів, спрямованих на ефективне відтворення, охорону та захист лісів.

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО КАДАСТРУ В УКРАЇНІ ТА В ЄВРОПІ

3.1. Програмне забезпечення, яке використовується в Україні для відображення лісового господарства.

Геоінформаційні системи є комп'ютерними програмами, які містять цифрову інформацію про екосистеми та ландшафти, та дозволяють їх аналізувати. Ці системи широко використовуються у галузях, пов'язаних з землеустроєм, оскільки забезпечують обробку та аналіз просторової інформації. В сучасній системі лісового господарства в Україні геоінформаційні системи найбільше використовуються для лісовпорядкування, створення цифрових карт лісів та їх інтеграції з загальними геоінформаційними системами. Однак, в інших аспектах лісового господарства ці сучасні методи ще не отримали повного застосування.

Геоінформаційні системи лісового господарства мають значну роль у веденні ефективної лісогосподарської діяльності. Вони забезпечують збір, збереження, обробку та аналіз інформації про лісові масиви, що є важливим для прийняття рішень стосовно оптимального використання та охорони лісів.

За допомогою геоінформаційних систем можна не лише визначати склад деревостану, але й вивчати стан здоров'я лісів та їх вразливість до різних факторів. Наприклад, за допомогою аналізу супутникових знімків можна виявити ознаки пошкоджень лісу, спричинених пожежами або шкідниками, та вчасно прийняти заходи щодо їх ліквідації.

Однією з найбільш важливих функцій геоінформаційних систем лісового господарства є контроль за незаконними вирубками. За допомогою системи можна встановлювати місця, де відбуваються незаконні дії, та вчасно приймати заходи щодо їх припинення. Також можна контролювати виконання вимог законодавства щодо захисту лісів, зокрема водоохоронних зон та заповідних територій.

Одним з основних завдань безперервного лісовпорядкування є підтримка актуальної інформації про лісовий фонд. Українське лісове господарство

поступово впроваджує ГІС-технології для систематичного оновлення інформаційної бази лісових ресурсів та фонду, але застосування цих технологій ще далеко відповідає світовим стандартам.

В світовій практиці геоінформаційна система використовується для ведення лісового реєстру, організації моніторингу та контролю за лісоексплуатацією. Геоінформаційні системи дозволяють збирати, зберігати, обробляти, відображати та поширювати просторово координатні дані.

В Україні створюється і підтримується в актуальному стані геопросторова база даних лісового фонду за матеріалами базового та безперервного лісовпорядкування. Ця база даних призначена для Держлісагенства та інших користувачів, які мають значну площу лісів.

Бази даних є складовою частиною інформаційної підтримки сталого розвитку лісового господарства та здійснюються силами ВО «Укрдержліспроєкт».

Підприємство здійснює різноманітні дії для покращення інформаційного забезпечення лісового господарства, зокрема:

- впорядкування мисливських угідь;
- проведення екологічного моніторингу стану першого рівня лісів;
- ґрунтово-лісотипологічне обстеження лісових земель;
- проведення детального лісопатологічного обстеження лісів;
- здійснення протипожежного впорядкування лісів;
- спеціальне впорядкування рекреаційних лісів та природно-заповідних об'єктів зі складанням відповідних проектів;
- топографо-геодезичні роботи та спеціальне картографування лісів;
- розроблення прикладних програмних продуктів;
- проведення науково-дослідних робіт.

Основними напрямками лісовпорядкування є запровадження в лісовому господарстві сучасних геоінформаційних технологій, освоєння нових технологій інвентаризації лісів, екологічний моніторинг їх стану, контроль за впровадженням у виробництво проектів організації та розвитку лісового господарства.

Також, варто зауважити, що впровадження сучасних геоінформаційних систем розширює можливості оцінки лісового фонду через формування різних тематичних карт, отримання різноманітної довідкової інформації, прогнозування динаміки лісового фонду за різних сценаріїв організації лісгосподарського виробництва, побудови поверхонь та розрізів рельєфу та дає змогу забезпечити стале управління лісами на всіх рівнях.

В кінці вересня Державним органом, уповноваженим Кабінетом Міністрів України, було видано наказ про об'єднане функціонування державних кадастрів. Держлісагенство звернулося до Всеукраїнської громадської організації "Укрдержліспроєкт" з проханням надати інформацію про державні лісгосподарські підприємства та установи природно-заповідного фонду, які знаходяться під їхнім управлінням. Ця інформація була передана Державній службі з питань геодезії, картографії та кадастру. Тепер, при перегляді шару «Ліси» на публічній кадастровій карті, можна отримати інформацію про такі параметри, як: код підприємства, яке здійснює господарювання на ділянці; номер та назву лісництва; назву ділянки (лісового урочища).

Також, крім загальної інформації про лісокористувачів, розміщення шару «Ліси» дозволяє відстежувати помилки ведення кадастрів, виявляти інформацію щодо проблемних земельних ділянок, де наявні конфлікти щодо використання земель лісового фонду України.

Завдання інформаційної взаємодії державного лісового та земельного кадастрів зумовлює необхідність зміни підходів до ведення державного лісового кадастру, як до геоінформаційної системи. Проте для подальшої інтеграції кадастрів та коректної роботи геоінформаційної системи необхідно буде запровадити зміни до чинного Порядку ведення державного лісового кадастру та обліку лісів.

Одним з програмних забезпечень, які використовуються в Україні є Інтегрована геоінформаційна система "Ліс України", яка розробляється Державним агентством лісових ресурсів України.

Інтегрована геоінформаційна система "Ліс України" є комплексною базою даних, що містить інформацію про стан лісових ресурсів в Україні. Система складається з різних модулів та підсистем, які дозволяють збирати, аналізувати та візуалізувати дані про лісові масиви, їх стан та динаміку змін.

Головна мета Інтегрованої геоінформаційної системи "Ліс України" полягає у забезпеченні ефективного та прозорого управління лісовими ресурсами країни, а також у підвищенні ефективності лісового господарства в цілому.

Ця система містить базу даних про лісові ресурси України, а також інструменти для відображення та аналізу цих даних. Зокрема, за допомогою Інтегрованої геоінформаційної системи "Ліс України" можна відображати інформацію про лісові масиви, їх стан, види дерев, розташування лісних шляхів та інфраструктури, проводити аналіз змін у лісовому покриві, планувати рубки та інші лісові роботи.

Крім того, українські лісові організації також використовують інші ГІС-системи. Основні з них - це:

1. ESRI ArcGIS - це програмне забезпечення для створення, аналізу та відображення геопросторової інформації. Українські лісові установи використовують ArcGIS для створення тематичних карт лісових масивів, їх класифікації та аналізу.

2. QGIS - це безкоштовна і відкрита програма для створення та редагування геопросторової інформації. Вона дозволяє створювати тематичні карти, проводити аналіз лісових масивів, а також інтегрується з іншими ГІС-засобами.

3. MapInfo Professional - це програмне забезпечення для створення та аналізу геопросторової інформації. Його використовують для створення тематичних карт лісових масивів, їх класифікації та аналізу, а також для розробки планів відновлення лісів та їх раціонального використання.

4. GRASS GIS - це безкоштовна програма для геопросторового аналізу, моделювання та візуалізації геопросторових даних. GRASS GIS використовується для аналізу лісових масивів, їх класифікації, а також для розробки планів збереження та відновлення лісів.

Переваги та недоліки використання цих ГІС-засобів (Таб. 3.1.).

Таблиця 3.2. Переваги та недоліки найпоширеніших ГІС-засобів, які використовуються в Україні для відображення лісового господарства.

Програмне забезпечення	Переваги	Недоліки
ESRI ArcGIS	<ul style="list-style-type: none"> - Аналіз ресурсів: ArcGIS може допомогти аналізувати різноманітні ресурси лісу, такі як водні ресурси, ґрунти, рослинність, тваринний світ та інші. Це може допомогти приймати рішення щодо керування цими ресурсами. - Моделювання: ArcGIS може використовуватися для створення моделей лісових екосистем, які можуть допомогти приймати рішення щодо керування ресурсами. - Планування: ArcGIS може допомогти при плануванні лісового господарства, включаючи вирішення питань щодо використання лісових ресурсів та встановлення меж природоохоронних територій. 	<ul style="list-style-type: none"> - Вартість: ArcGIS може бути досить дорогим для користувачів, які не мають значних фінансових ресурсів. - Складність: ArcGIS може бути досить складною системою для вивчення та використання. Вимагає додаткового часу та зусиль для оволодіння системою та її функціями. - Обмеження: ArcGIS може бути обмеженою системою для аналізу деяких аспектів лісового господарства, таких як соціально-економічні чинники та дослідження впливу лісового господарства.
QGIS	<ul style="list-style-type: none"> - Відкритий код: QGIS є відкритим джерелом, що дозволяє користувачам 	<ul style="list-style-type: none"> - Не так потужна, як комерційні програми: QGIS може бути менш потужною системою,

	<p>налаштовувати та розширювати його функціональні можливості.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Функціональні можливості: QGIS має значний набір функцій та можливостей для аналізу геопросторових даних, що дозволяє користувачам використовувати його для різних задач у лісовому господарстві та кадастру лісів. - Сумісність з іншими програмами: QGIS може працювати з даними з інших програм, таких як ESRI ArcGIS, що забезпечує сумісність даних та зручність роботи з даними. 	<p>порівняно з комерційними програмами, такими як ESRI ArcGIS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вимагає додаткових знань: QGIS може вимагати додаткових знань та навичок використання системи, особливо для користувачів без досвіду в роботі з ГІС. - Обмеження в розмірі даних: QGIS може мати обмеження на розмір даних, які можна обробляти, тому це може бути обмеженням для великих даних лісових ресурсів.
MapInfo Professional	<ul style="list-style-type: none"> - Потужна система: MapInfo Professional є потужною системою з широким набором функцій та можливостей для аналізу геопросторових даних, що дозволяє користувачам використовувати його для різних задач у лісовому господарстві та кадастру лісів. - Підтримка від MapInfo: MapInfo Professional має підтримку від компанії Pitney Bowes, що забезпечує технічну підтримку та оновлення 	<ul style="list-style-type: none"> - Вартість: MapInfo Professional є комерційною програмою, що може бути дорожчою для деяких користувачів. - Навчання: MapInfo Professional може вимагати додаткового навчання та навичок використання системи, особливо для користувачів без досвіду в роботі з ГІС. - Обмеження в розмірі даних: MapInfo Professional може мати обмеження на розмір даних, які можна обробляти, тому це

	<p>для програмного забезпечення.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Легка інтеграція з іншими програмами: MapInfo Professional може легко інтегруватися з іншими програмами, такими як Microsoft Excel, що забезпечує зручність роботи з даними. 	<p>може бути обмеженням для великих даних лісових ресурсів.</p>
GRASS GIS	<ul style="list-style-type: none"> - Безкоштовність: GRASS GIS є безкоштовною програмою з відкритим вихідним кодом, що робить її доступною для використання без будь-яких витрат. - Відкритий вихідний код: GRASS GIS має відкритий вихідний код, що дозволяє користувачам налаштовувати систему під свої потреби та розробляти власні додатки. - Підтримка від спільноти: GRASS GIS має активну спільноту користувачів, що забезпечує технічну підтримку та оновлення для програмного забезпечення. 	<ul style="list-style-type: none"> - Складність використання: GRASS GIS може бути складною у використанні для користувачів без досвіду в роботі з ГІС. - Неінтуїтивний інтерфейс: Інтерфейс користувача GRASS GIS може бути неінтуїтивним, що може забезпечити проблеми для нових користувачів. - Обмеження в розмірі даних: GRASS GIS може мати обмеження на розмір даних, які можна обробляти, тому це може бути обмеженням для великих даних лісових ресурсів.

Ці ГІС-засоби дозволяють лісовим установам ефективно відображати та аналізувати лісовий фонд, визначати його стан та розробляти стратегії збереження та відновлення лісових ресурсів. Використання ГІС-технологій допомагає забезпечувати ефективне управління лісовими ресурсами та збереження біорізноманіття лісових екосистем.

3.2. Програмне забезпечення, яке використовується в Європі для відображення лісового господарства.

У Європі геоінформаційні системи використовуються для створення та управління лісовим кадастром, тобто системою обліку лісових ресурсів. Геоінформаційні системи дозволяють збирати, зберігати та аналізувати географічну інформацію про ліси, таку як розташування лісових масивів, їх площа, види дерев та їх вік.

В Європі існує значна кількість різних програм та ініціатив, які мають на меті оцінку, аналіз та моніторинг стану лісових ресурсів. Ці програми сприяють впровадженню заходів зі збереження та сталого використання лісів, а також допомагають у вирішенні проблем, пов'язаних із змінами клімату та забрудненням довкілля.

Загальноєвропейська програма "Forest Information System for Europe" (FISE) є однією з найважливіших ініціатив у сфері лісового господарства в Європі. Ця програма створена з метою створення єдиного інформаційного простору для забезпечення сталого розвитку лісових ресурсів на європейському рівні. FISE забезпечує збір, аналіз та розповсюдження інформації про стан лісів та їх використання в країнах Європейського Союзу.

Серед основних завдань FISE є також контроль лісових пожеж в Європі (EFFIS) та картографування лісів. Вся інформація відображається на загальноєвропейській інформаційній платформі EFDAC. Для моніторингу лісового господарства за програмою FISE були розроблені растрові карти, які охоплюють 27 країн Європейського Союзу та 11 сусідніх. FISE інтегрована з іншими інформаційними та моніторинговими системами Європейського Союзу, зокрема, з програмою Copernicus.

Крім загальноєвропейської програми, у кожній країні Європи існує національна програма інвентаризації та розвитку лісів. Ці програми передбачають збір та обробку інформації про лісові ресурси, розвиток лісового господарства та захист лісів від негативного впливу зовнішніх факторів. Дані, зібрані за

допомогою таких програм, використовуються для планування та прийняття рішень у сфері лісового господарства.

Основними завданнями даних програм є надання актуальної та достовірної інформації для реалізації сталого лісокористування у країнах – членах Європейського Союзу.

Суттєве значення для формування національних геоінформаційних систем має належне фінансування усіх необхідних заходів державою. Так, наприклад, Міністерство сільського і лісового господарства Фінляндії виділяє 70% свого бюджету на різні інформаційні програми, в тому числі, і на національну інвентаризацію лісів. За останні роки ця сума становить близько 40 млн євро. Національна інвентаризація лісів є однією з державних інформаційних програм шведської національної космічної ради (SNSB), яка входить до складу Європейського космічного агентства (ESA). Отриманні геодані застосовуються для:

- виявлення суцільних вирубок;
- оцінки меж лісових угідь;
- визначення загального обсягу біомаси та віку дерев.

SNSB щорічно виділяє близько 70 млн шведських крон на космічні програми, в яких активно застосовуються дані геоінформаційних систем.

Також, потрібно відзначити, що для формування баз даних лісового сектору на національному та регіональному рівнях європейські країни використовують геоінформаційні системи різного рівня складності, які можуть надаватися приватними компаніями безкоштовно, у рамках окремих проектів.

У багатьох країнах Європи лісовий кадастр є обов'язковою складовою лісового управління. Наприклад, в Німеччині лісовий кадастр є обов'язковим для всіх лісовласників, а в Швеції ця система управління лісами має дуже високу точність та дозволяє вести моніторинг лісів на всій території країни.

Для створення та управління лісовим кадастром у Європі використовуються різні ГІС-технології, такі як цифрові карти, високоточні супутникові знімки, аерофотозйомка та лазерне сканування лісових масивів. Ці технології дозволяють

створити детальну карту лісових ресурсів, яка містить інформацію про лісові масиви, їх розташування, площу, види дерев та їх вік.

Для аналізу даних лісового кадастру використовуються різні ПС-інструменти, такі як аналіз просторових даних, моделювання деревостану та прогнозування змін клімату. Ці інструменти дозволяють зрозуміти стан лісів та прогнозувати їхні зміни в майбутньому.

Наприклад, для створення системи ефективного управління лісовими ресурсами у напівкantonі Базель (Швейцарія) була використана безкоштовна геоінформаційна система QGIS. QGIS – це проста у використанні безкоштовна геоінформаційна система з відкритим кодом. Програма працює з більшістю векторних і растрових форматів, базами даних, володіє широкими можливостями для аналізу, і може конкурувати з багатьма дорогими геоінформаційними системами. QGIS має широкий спектр розширення і модулів, тому може бути адаптована під особливі потреби конкретного лісового господарства.

Проект по створенню такої системи представила компанія Guaraci Forest Consulting. QGIS була використана для вирішення наступних завдань:

- складання та візуалізація існуючих старих даних і картматеріала (растрового та векторного);
- оцифрування та картографування актуальних даних;
- класифікація та розрахунок площ лісових насаджень;
- побудова буферних зон захисту лісу;
- створення друкованих матеріалів.

QGIS є цікавим інструментом для невеликих офісів планування, таких як Guaraci, а також для управляючих та власників лісів. Вона може використовуватися у професійному контексті, а отримані з її допомогою результати задовольняють всіх учасників процесу. QGIS 1.4 «Enceladus» має все необхідне для описаних вище завдань. Однією з найважливіших характеристик QGIS є інтуїтивний інтерфейс користувача та підтримка різних форматів файлів. Вона є ідеальним інструментом для проектів, які з одного боку базуються на існуючих просторових даних, а з іншого — вимагають створення нових даних.

У Португалії, де гостро стоїть проблема захисту лісів від пожеж, у одному з муніципалітетів під патронатом Національної Лісової Адміністрації була розроблена інформаційна система, яка показує місця найбільших ризиків виникнення лісових пожеж. Ця інформаційна система працює за допомогою програмного модуля, написаного для QGIS, і дозволяє оперативно відреагувати на виникнення надзвичайних ситуацій.

У більшості європейських країнах для створення ГІС-проектів використовуються прилади фірми Leica Geosystems (Швейцарія). За допомогою приладів цієї фірми у Словенії були успішно проведені роботи з межування і координації земель, підготовлені експертні звіти і необхідний картматеріал. За висновком Фонду, обладнання Leica Zeno зручне у використанні і просте для збору та впорядкування геоданих.

Досвід польських лісових підприємств, які впроваджували у себе новітні ГІС-технології, свідчить, що безкоштовне програмне забезпечення дуже ефективно на початкових етапах роботи: дозволяє вносити зібрані геодані, обробляти їх, виконувати більшість аналітичних завдань, а найголовніше – можна застосовувати новітні технології в реальному лісogосподарському бізнесі при мінімальних витратах.

У Європі використовуються різні ГІС-засоби для відображення лісового господарства, оскільки кожна країна має свої власні потреби та вимоги до таких систем. Однак, деякі з найпоширеніших ГІС-засобів, які використовуються в Європі для відображення лісового господарства, включають:

1. EFI-GlobAllomeTree - це ГІС-засіб, який розроблений Європейським інститутом лісу (EFI) та призначений для відображення та оцінки запасів деревини в лісах Європи. Цей засіб забезпечує можливість відображення та аналізу геоданих, пов'язаних з деревинним запасом, національними та регіональними масштабами.

2. Eurostat - це система збору та аналізу даних, яку використовують для статистичного відображення лісових ресурсів Європейського Союзу. Ця система

надає інформацію про кількість лісової площі, запаси деревини, приріст та використання деревини.

3. ForestSAT - це ГІС-засіб, який використовується для відображення лісових ресурсів на основі супутникових знімків. Він надає можливість моніторингу лісових масивів, виявленню лісових пожеж та інших екологічних проблем.

4. LandSense - це інтернет-платформа, яка використовується для збору та аналізу геоданих, отриманих з супутникових знімків та даних користувачів. Вона використовується для моніторингу стану лісових масивів, виявлення екологічних проблем та розробки стратегій їх вирішення.

Переваги та недоліки ГІС-засобів, які використовуються в Європі для відображення лісового господарства (Таб. 3.2.).

Таблиця 3.2. Переваги та недоліки найпоширеніших ГІС-засобів, які використовуються в Європі для відображення лісового господарства.

Програмне забезпечення	Переваги	Недоліки
EFI-GlobAllomeTree	<ul style="list-style-type: none"> - Містить інформацію про алометрію дерев у всьому світі, що дозволяє проводити порівняльні дослідження та вивчати глобальні закономірності. - Дозволяє отримати інформацію про розмір різних частин дерева (наприклад, коренів, стовбура, гілок та листків) та їх співвідношення. - Забезпечує відкритий доступ до даних, що сприяє розповсюдженню знань 	<ul style="list-style-type: none"> - База даних містить інформацію про дерева з різних регіонів світу, тому можуть виникати проблеми з універсальністю результатів для конкретних регіонів. - Можуть виникати питання щодо якості та точності даних, оскільки інформація зібрана з різних джерел та може містити неточності або помилки. - База даних охоплює тільки дерева, тому не враховує алометрію інших

	та може використовуватися для розробки нових досліджень та програм.	рослинних видів, таких як чагарники, чагарникокущі та трав'янисті рослини.
Eurostat	<ul style="list-style-type: none"> - Надійна та стандартизована інформація: Eurostat забезпечує доступ до офіційних та стандартизованих статистичних даних, що можуть бути корисними для аналізу лісових ресурсів. - Доступність даних: Eurostat забезпечує доступ до великої кількості даних, що можуть бути використані для різних аспектів управління лісовими ресурсами, таких як зміна покриву лісу, обсяги вирізування, вік та стан лісів та інше. - Сприяння розробленню політики: Eurostat може забезпечити необхідну статистичну базу даних для розроблення та оцінки політики в галузі лісового господарства. 	<ul style="list-style-type: none"> - Обмежена деталізація: Eurostat забезпечує статистичні дані про лісове господарство на рівні країн, а не на рівні окремих ділянок лісів, тому може бути обмеженням для більш детальної аналітики. - Неможливість належного визначення лісового кадастру: Eurostat не забезпечує повних даних про кожну ділянку лісу, тому неможливо визначити кадастр лісів на повному рівні. - Неможливість включення неофіційних даних: Eurostat забезпечує лише офіційні статистичні дані, тому неможливо включити неофіційні дані, які можуть бути корисними для ведення лісового кадастру.
ForestSAT	<ul style="list-style-type: none"> - Детальність даних: ForestSAT забезпечує дуже детальні дані про лісові ділянки, включаючи їхній розмір, висоту дерев, кількість листя та інші параметри, що дозволяє проводити більш точний моніторинг лісів та оцінку їхнього стану. 	<ul style="list-style-type: none"> - Високі вимоги до технічної бази: ForestSAT вимагає міцного комп'ютера з високою швидкістю Інтернету та потужним процесором для обробки великих обсягів даних. - Високі витрати: ForestSAT є комерційним програмним

	<ul style="list-style-type: none"> - Швидкість оновлення даних: ForestSAT забезпечує можливість швидкого оновлення даних про лісові ділянки, що дозволяє вести актуальний кадастр лісів та лісових ресурсів. - Можливість моніторингу змін: ForestSAT дозволяє виявляти зміни в лісових ділянках з часом, що дозволяє вчасно вживати заходів для збереження лісів та запобігання руйнуванню лісових екосистем. 	<p>забезпеченням, що може бути досить дорогим для використання в лісовому кадастрі, особливо для малих лісових підприємств та організацій.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Обмежена деталізація: ForestSAT не забезпечує даних про кожен ділянку лісу, тому може бути обмеженням для більш детальної оцінки.
LandSense	<ul style="list-style-type: none"> - Відкриті дані: LandSense забезпечує доступ до відкритих даних про земельні ресурси, що дозволяє більш широко використовувати ці дані в лісовому кадастрі. - Залучення громадськості: LandSense використовує громадські дані для моніторингу змін в лісових покривах, що дозволяє залучити більше людей до процесу моніторингу та контролю за станом лісів. - Висока роздільна здатність: LandSense дозволяє отримувати зображення високої роздільної здатності, що дозволяє більш детально аналізувати лісовий покрив та визначати корисну площу лісу. 	<ul style="list-style-type: none"> - Обмежена кількість даних: LandSense залежить від громадських даних, тому може бути обмеженою кількістю даних, які можуть бути зібрані та використані. - Необхідність участі громадськості: LandSense потребує активної участі громадськості для збору та надання даних, що може бути обмеженням для деяких користувачів, які не мають доступу до цієї участі. - Обмежені можливості аналізу: LandSense може обмежувати можливості аналізу та визначення деталей лісового покриву, які можуть бути необхідними для певних видів досліджень.

Ці ГІС-засоби дозволяють в Європі ефективно відображати та аналізувати лісовий фонд, визначати його стан та розробляти стратегії збереження та відновлення лісових ресурсів.

Висновки до розділу 3.

Отже, можна зробити висновок, що зважаючи на велику кількість програмного забезпечення геоінформаційних систем на ринку, важко вибрати лише одну геоінформаційну систему для лісового сектору. Критерії вибору можуть включати відкритість системи, універсальність, простоту використання, доступність, можливість обміну даними з іншими геоінформаційними системами та інтеграцію з передовими польовими вимірюваннями. Створення геоінформаційної системи з сервісно-орієнтованою архітектурою з використанням спільної системи управління базами даних для зберігання та обробки атрибутивних і геопросторових даних може зблизити можливості геоінформаційних систем різних постачальників і полегшити обмін даними на основі єдиної геопросторової бази даних.

Враховуючи європейський досвід, перехід українського лісового господарства на новий рівень управління та розвитку лісів може розпочатися з недорогих програмно-апаратних рішень. Ефективне управління лісами з використанням новітніх геоінформаційних технологій- це не питання майбутнього, а вже сьогоднішня реальність, яка вимагає зміни мислення та підходів у роботі з лісовими кадастрами.

ВИСНОВКИ

Україна має значні лісові ресурси, які займають більше 15% території країни. Лісовий фонд України налічує понад 11,2 мільйонів гектарів, з яких 10,1 мільйона гектарів - це лісові масиви. Головні лісові породи в Україні - це сосна, дуб, бук, ялиця та інші.

В Україні ведеться лісовий кадастр, який є державним реєстром лісових ділянок, що належать державі, юридичним та фізичним особам. Кадастр ведеться з метою забезпечення збереження та ефективного використання лісових ресурсів країни. Лісовий кадастр України є складним та масштабним проектом, який включає в себе збір, обробку, аналіз та відображення відповідних даних.

Ведення лісового кадастру є важливою задачею для ефективного управління лісовими ресурсами. За допомогою геоінформаційної системи та сучасних технологій збору та аналізу даних можна отримати детальну інформацію про лісові ресурси, їх стан та характеристики.

Одним з головних завдань ведення лісового кадастру є збір та збереження даних про лісові масиви, включаючи їх розмір, місцезнаходження, види дерев, вік, стан здоров'я, а також інші параметри, що мають важливе значення для управління лісовими ресурсами.

Управління лісовими ресурсами в Україні є складним та має багато викликів, включаючи проблеми з експлуатацією лісів, лісовою забрудненістю та іншими проблемами, пов'язаними зі збереженням та використанням лісів.

Застосування ГІС-технологій ведення лісового кадастру може допомогти вирішити деякі з цих проблем, забезпечуючи точну та зручну обробку та аналіз лісових даних.

Використання геоінформаційних систем для ведення лісового господарства є дуже важливим і ефективним інструментом управління лісовими ресурсами як в Україні, так і в Європі.

В Україні було розроблено та впроваджено спеціалізовану геоінформаційну систему "Ліс України", яка містить базу даних про лісові ресурси країни та інструменти для відображення та аналізу цих даних. Це дозволяє лісовим

організаціям здійснювати планування та контроль за використанням лісових ресурсів, підвищувати ефективність лісового господарства та забезпечувати збереження біорізноманіття лісових екосистем.

У Європі також використовуються різні геоінформаційні системи для ведення лісового господарства, зокрема системи ArcGIS, GeoForest, LandSim3D та інші. Використання таких систем дозволяє вести детальний облік лісових ресурсів, контролювати захист та відновлення лісів, розробляти плани використання лісових ресурсів та забезпечувати екологічну стійкість лісових екосистем.

Таким чином, використання геоінформаційних систем для ведення лісового господарства є важливим інструментом управління лісовими ресурсами, який дозволяє забезпечувати ефективне використання цих ресурсів, збереження біорізноманіття лісових екосистем та забезпечувати екологічну стійкість лісового господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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 им. В.И. Вернадского. Сер. Географія. – Т. 24. – 2011. – № 3. – с. 24-32.
2. Барладін О.В., Миколенко Л.І. / Використання даних дистанційного зондування Землі для створення електронних ресурсів / Сучас. досягн. геодез. науки та вир-ва. – 2011. - №1. – с. 162-167.
3. Бутинець, В. В., Кондратюк, О. Ю. (2018). Застосування геоінформаційних систем у лісовому господарстві України. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Географія, с. 31-36.
4. Василик Н.М. Механізми стимулювання комплексного використання лісоресурсного потенціалу в ринкових умовах / Н.М. Василик // Економіст. – 2010. - № 8. – с.42-45.
5. Галета, А. (2017). Застосування геоінформаційних систем для планування та обліку лісових ресурсів України. Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка. Серія географічна, с. 60-68.
6. Геоінформаційна система (ГІС) ТороL-L [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lesis.ru>.
7. «ГІС-Ліспроєкт» – основні технологічні особливості етапів розробки та перспективи розвитку / Б.О. Білецький, В.П. Беспалов, Т.О. Загребя [та ін.] // системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: зб. доп. наук.-прак. конф. з міжнар. участю. «СППР`2010». – Київ: СП «Інтертехнодрук», 2010. – с. 144 – 148.
8. Городенська, М. В., Лопата, О. М. (2019). Використання геоінформаційної технології у відновленні лісів на території Карпатського біосферного заповідника. Екологія та збереження біорізноманіття, с. 25-31.
9. Данько Т.І. Реалізація положень концепції сталого розвитку через призму проведення комплексної лісової політики держави / Римар М.В., Данько Т.І. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: зб. наук.-прикладних праць.

10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у 2020 р. [Електронний ресурс] //2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://mapexpert.com.ua/>.

11. Доповідь про застосування геоінформаційних систем в різних галузях господарства. Використання ГІС в лісовому господарстві. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://vuzlit.com/790107/zastosuvannya_geoinformatsiynih_sistem_v_riznih_galuzyah_gospodarstva

12. Доповідь про лісове господарство. За підручником «Географія» 9 клас. С. Кобернік, Р. Коваленко. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://geografiamozil2.jimdofree.com>

13. Ісаєнко В.М., Криворотько В.М., Франчук Г.М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навч. посіб. – К.: Книжкове видавництво НАУ.

14. Концепція Державної цільової програми розвитку лісового господарства України на 2016-2020 роки [Електронний ресурс]: Проект для обговорення – Режим доступу до ресурсу:
http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=113516&cat_id=82872
(дата звернення 12.02.22)005. – с.192.

15. Методичні рекомендації щодо використання даних MODIS і Landsat для моніторингу лісових пожеж: Рекомендації для лісогосподарських підприємств / НУБіП України; розроб.: С.В. Зібцев, В.В. Миронюк. – К., 2015. – с.22.

16. Мешкова В.Л. Лісова ентомологія і лісове господарство. Захист і карантин рослин (міжвідомчий тематичний наук. збірник). Київ: Ін-т захисту рослин, 2008. Вип.54. с.292-299.

17. Особливо цінні для збереження ліси: визначення та господарювання. (Практичний посібник для України). [Електронний ресурс]: Друга редакція, 2008. – с.146 Режим доступу до ресурсу: <http://www.twirpx.com/file/864185/> (дата звернення 12.02.22).

18. 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.

19. Стародуб Ю.П. ЛЕКЦІЯ. Стан лісів (ззелінення, відновлення лісів). Пожежонебезпека / Ю.П. Стародуб. – 2014.

20. Ткач В.П., Букша І.Ф., Ведмідь М.М. Сучасні проблеми розвитку лісового господарства Харківської області / В.П. Ткач, І.Ф. Букша, М.М. Ведмідь // Лісівництво і агролісомкліорация. – 2013. – Вип. 122. – с.3-11.

21. Цілі сталого розвитку: Україна: Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Київ, 2017. с.176 URL: <http://www.un.org.ua/images/SDGs>

NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення 12.02.22)

22. Ciolac, R., & Nica, A. (2020). Integration of QGIS and PostGIS for forest cadastre management. *Geocarto International*, 35(9), 994-1006.

23. Radu, R., & Stanescu, A. (2017). Developing a GIS solution for forest management in Romania. In 2017 13th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES) (pp. 1-6). IEEE.

24. Luigi Boschetti, David Roy, Anja A. Hoffmann (2009). MODIS Collection 5 Burned Area. Product – MCD45. User's Guide. Version 2.0, November 2009.

25. Louis Giglio, David Roy, Luigi Boschetti. Ivan Csiszar. NODIS – Derived Global Fire Products. Springer, New York. August 2010.