

8. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ

УДК 630*625.7/8

В.Л. КОРЖОВ¹, О.Г. ЧАСКОВСЬКИЙ²

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЛІСОВИХ АВТОДОРІГ

Здійснено аналіз тенденцій розвитку геоінформаційних систем (ГІС) в лісовій галузі та міжнародних вимог стосовно запровадження природозберігаючих технологій на базі оптимальної транспортної мережі як передумови для реального запровадження принципів сталого ведення лісового господарства. Обґрунтовано необхідність наявності об'єктивних даних про транспортну мережу лісових підприємств. Подано методичні підходи до створення ГІС лісових автодоріг, які передбачають подання інформації про лісові автодороги як лінійні об'єкти з відомими координатами вздовж дороги та наявністю певної кількості каліброваних точок, тобто коректно розташованої лінії, що відображає дорогу, і відомостей про неї у вигляді таблиць та фото (креслень), які відображають її технічні та експлуатаційні характеристики. Також висвітлено особливості структури і порядку роботи та операційні можливості дослідної ГІС лісових автодоріг, розробленої для ДП «Осмолодське лісове господарство».

Ключові слова: лісові підприємства, транспортна мережа, технічний облік, ГІС лісових доріг, дослідний взірць

Вступ. Подальший розвиток лісової галузі має ґрунтуватися на застосуванні однієї із трьох ключових технологій століття – геотехнології, яка поряд з такими сучасними технологіями, як нанотехнологія та біотехнологія, набуває значного поширення в різних галузях функціонування сучасного суспільства [6]. Складовими частинами геотехнології є глобальна система позиціонування, дистанційне зондування Землі та геоінформаційні системи (ГІС) як програмна ланка, що об'єднує ці компоненти. Їх використання потребує відповідних наукових напрацювань та розробки методів реалізації, які повинні враховувати специфіку сфери застосування і забезпечувати отримання достовірних результатів відповідно до поставлених завдань. У багатьох країнах створено і використовують спеціалізовані ГІС, які дають змогу отримувати і використовувати різноманітну інформацію, враховуючи карти і аеро- чи космічні зображення, що стосується лісової галузі: розташування і площа лісових ділянок, їх межі, характеристики деревостанів і запаси, власники лісів, лісові дороги і волоки, санітарний стан лісів, лісові пожежі, водні ресурси, отримувані продукти тощо [9, 13].

Одним із актуальних завдань лісової галузі України є запровадження природозберігаючих технологій на базі оптимальної транспортної мережі як передумови для реального запровадження принципів сталого ведення лісового господарства, що передбачено “Стратегічним планом дій для впровадження “Протоколу зі сталого управління лісами”. Цей документ затверджено Четвертою Міністерською конференцією Карпатської конвенції у 2014 році [2]. В окремому його розділі «Покращення лісотранспортної інфраструктури гірських лісів» поставлено конкретних два завдання: а) вжити заходів щодо будівництва нових лісових автодоріг у гірських лісах, де це потрібно, та покращення технічного стану наявних; б) вжити заходів щодо оптимізації способів первинного транспортування деревини.

Однак в Україні, на цей час, є проблеми з отриманням достовірної інформації про розташування і фактичні параметри наявних лісових автодоріг та їх реальний технічний стан. Це створює певні труднощі у прийнятті управлінських рішень стосовно планування лісогосподарських і лісозаготівельних робіт та процесів перевезення деревини і унеможливорює розроблення оптимальних перспективних схем тран-

¹ **КОРЖОВ Володимир Леонідович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, м. Івано-Франківськ, Україна. Тел.: 034-222-52-16; +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net

² **ЧАСКОВСЬКИЙ Олег Григорович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. Тел.: +38-067-670-23-49. E-mail: oleh.chaskov@googlemail.com

спортивного освоєння лісових масивів та ефективну організацію процесів будівництва автомобільних доріг у них. Тому актуальним є питання проведення інвентаризації чи технічного обліку лісових автомобільних доріг, кількість яких значно збільшилася за останнє десятиліття і продовжуватиме зростати. Цей процес є першим етапом управління лісовими дорогами та контролю за дотриманням вимог їх будівництва та експлуатації. Для цього потрібно застосувати сучасні засоби вимірювань і геоінформаційні технології, особливо під час проведення польових робіт, що підтверджується зарубіжним і вітчизняним досвідом. В Україні на часі є створення ГІС лісових автодоріг, яка повинна забезпечувати систематизацію на топографічній основі інформації про мережу таких доріг і їх основних елементів та подання її в електронному вигляді [7, 8, 11, 12, 14].

Методика робіт із створення ГІС лісових автодоріг. Розроблення ГІС охоплює опрацювання пакету програмного забезпечення, призначеного для створення, візуалізації, пошуку та аналізу просторових даних. У нашому випадку це технічні характеристики основних елементів лісових автодоріг. При цьому, прийнято за доцільне подавати інформацію про лісові автодороги як лінійні об'єкти з відомими координатами та наявністю певної кількості каліброваних точок. Основну увагу звернуто не на вивірене географічне розташування об'єктів на дорозі, а на побудову коректно розташованої лінії, що відображає дорогу, і подачу достовірної інформації про неї у вигляді таблиць та фото (креслень), які відображають її експлуатаційні характеристики. Такий підхід обґрунтовується тим, що дорожники у своїй діяльності, зазвичай, користуються не фактичними географічними координатами, а відносними, тобто кілометражем від початку дороги. Для більшості дорожніх завдань достатньо мати схему, яка доповнюється загальною інформацією про дорогу та її елементи (дорожній одяг, мости, труби, пересічення, прилягання тощо) і, звичайно, про їх технічний стан [1, 3, 4, 10].

Подібно до всіх інформаційних систем, ГІС забезпечується перевіреною моделлю для роботи з даними – базою геоданих, яка є спільним середовищем для всіх продуктів і додатків сімейства QuantumGIS. Це дає змогу працювати з різноманітними типами даних, застосовувати витончені правила та зв'язки й отримувати доступ до величезних обсягів географічних даних, що зберігаються в файлах і базах даних. Застосована методика створення та використання електронних карт є загальноприйнятою [5]. Знімання характерних точок лісових доріг проводиться за допомогою ГПС-приймачів та геодезичних інструментів із паралельним описом кожного згаданого вище характерного об'єкта. Такі описи в табличному форматі зберігаються окремими файлами в середовищі Excell. Уся картографічна цифрова інформація зведена до системи координат WGS-84.

Додаткові дані (фото, описи чи технічні характеристики елементів доріг), котрі не є просторово пов'язаними, організовуються в ГІС завдяки пря-

мим посиланням. Вони знаходяться в окремих папках, що спрощує процес актуалізації інформації [5]. Програмне забезпечення ГІС передбачає можливість доповнення чи внесення змін в інформацію про лісові автодороги.

Результати досліджень. З використанням викладених вище методичних підходів створено дослідний зразок ГІС лісових автодоріг. Як модельну територію вибрано ДП «Осмолодське ЛГ» Івано-Франківського ОУЛМГ, загальна площа лісового фонду якого становить 64,4 тис. га. ГІС містить інформацію про лісові масиви підприємства, а також 58 наявних лісових автодоріг загальною протяжністю 182,97 км. Більшість з них (93,2%) проходять по землях державного лісового фонду. ГІС лісових доріг складається з певного набору файлів та папок, структуру яких подано на рис. 1.

В окремих папках представлено описову інформацію та фото доріг і споруд для кожної лісової автодороги, які розподілені по лісництвах. Загальна інформація та електронні карти представлені в кореновому каталозі. Електронні карти представлено у форматі "shp", котрий є стандартним для ГІС і зчитується в будь-якому ГІС-забезпеченні. Бази даних лісовпорядкування для ДП «Осмолодське ЛГ» переведені в форматі MS Access та MS Excel. Відповідно описова інформація для доріг та об'єктів на них представлена в форматі MS Excel. Фотографії доріг та об'єктів на них представлені файлами у графічному форматі "JPG". Така структура папок дає змогу оперативно поновлювати описову інформацію шляхом внесення змін в описові Excel-файли за відповідним лісництвом і дорогою. Аналогічно можуть поновлюватись і фото, але при цьому назви файлів повинні бути збережені. В іншому випадку виникає потреба внесення змін у таблиці посилань на їхні назви.

Имя	Тип	Размер
[iv_fr10]		<папка>
[roads]		<папка>
[roads_new.gdb]		<папка>
[ua-karpaty-50k]		<папка>
[Ангелівське л-во]		<папка>
[Бистрієцьке л-во]		<папка>
[Грицьківське л-во]		<папка>
[Даринське л-во]		<папка>
[Дрогопільське л-во]		<папка>
[Краснянське л-во]		<папка>
[Менчільське л-во]		<папка>
[Милянське л-во]		<папка>
[Осмолодське л-во]		<папка>
[Піскавське л-во]		<папка>
[Перегінське л-во]		<папка>
[Різарнянське л-во]		<папка>
[Слівківське л-во]		<папка>
program_line	tif	541 740
program_point	tif	570 316
osmol_point	xls	108 032
osmol_line	xls	65 536
osmol_point	txt	49 097
osmoloda_road_point	shp	5 392
osmoloda_road_point	shx	1 612
osmol_line	txt	18 533
osmoloda_road_line	shp	21 256
osmoloda_road_line	shx	572
osmoloda_road	mxd	4 472 320

Рис. 1. Структура набору даних для ГІС лісових доріг ДП «Осмолодське ЛГ»

Під час створення ГІС лісових доріг використано електронні карти лісових насаджень, які складено на основі наявних на підприємстві планшетів, топографічні карти масштабу 1 : 75 000 у растровому форматі, електронну карту розташування наявних лісових автодоріг, описову та візуальну інформацію про параметри та технічний стан кожної дороги та всіх, розміщених на ній, водопропускних споруд (мости і труби різних типів). Її загальний вигляд подано на рис. 2.

Електронні карти лісових насаджень, як і ГІС лісових доріг опрацьовано з використанням програмного забезпечення QuantumGIS – 1.7. Створення гіпер-посилань для отримання геоінформаційної системи також передбачає використання програмного забезпечення QGIS та їх можливостей. При цьому, основним завданням стало впорядкування записів у таблиці з описом шляхів до описових файлів та фото доріг чи споруд на них. Для візуалізації фотографій споруд і доріг використано безкоштовне програмне забезпечення IrfanViewPortable, котре інтегроване в папку із електронними картами, базами даних, фотографіями та описовою інформацією споруд та доріг. Для представлення описової інформації використано програму Microsoft Excell.

З метою забезпечення коректної роботи гіпер-посилань сформовано дві підпрограми. Для відображення дорожніх споруд на карті використано точковий шар *osmoloda_road_point*. Аналогічно складено підпрограму для доріг як лінійних об'єктів (файл – *osmoloda_road_line*). Приклад діалогового вікна з інформацією про водопропускну споруду показано на рис. 3.

До електронної карти лісових насаджень приєднано повидільну базу даних, яку отримано внаслідок проведення робіт з лісовпорядкування. Таке

рішення дає змогу створювати основу для грамотного й обґрунтованого планування різних видів господарської діяльності підприємства, зокрема і для оптимізації структури лісотранспортної мережі.

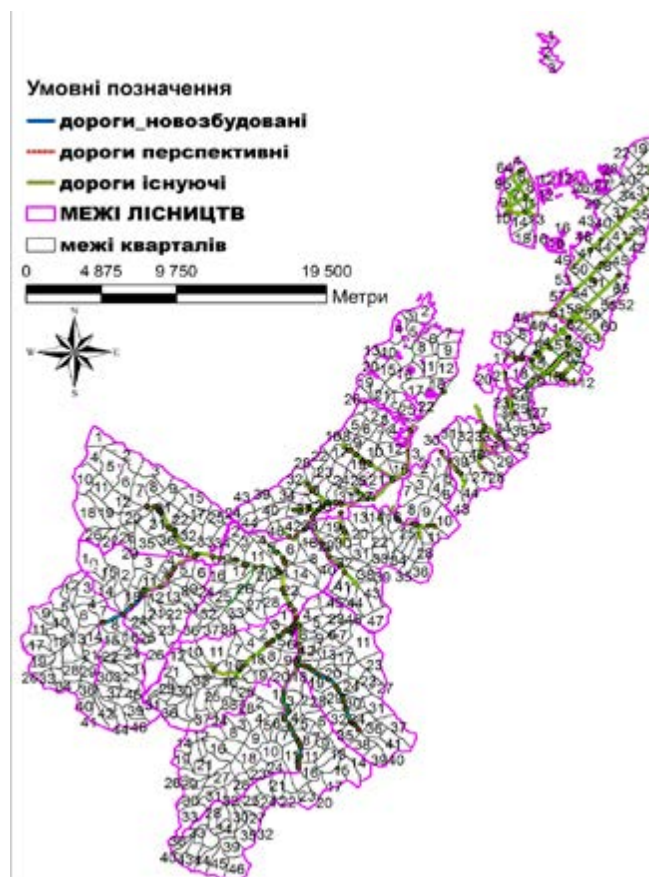


Рис. 2. Загальний вигляд ГІС лісових автодоріг для ДП «Осмолодське ЛГ»

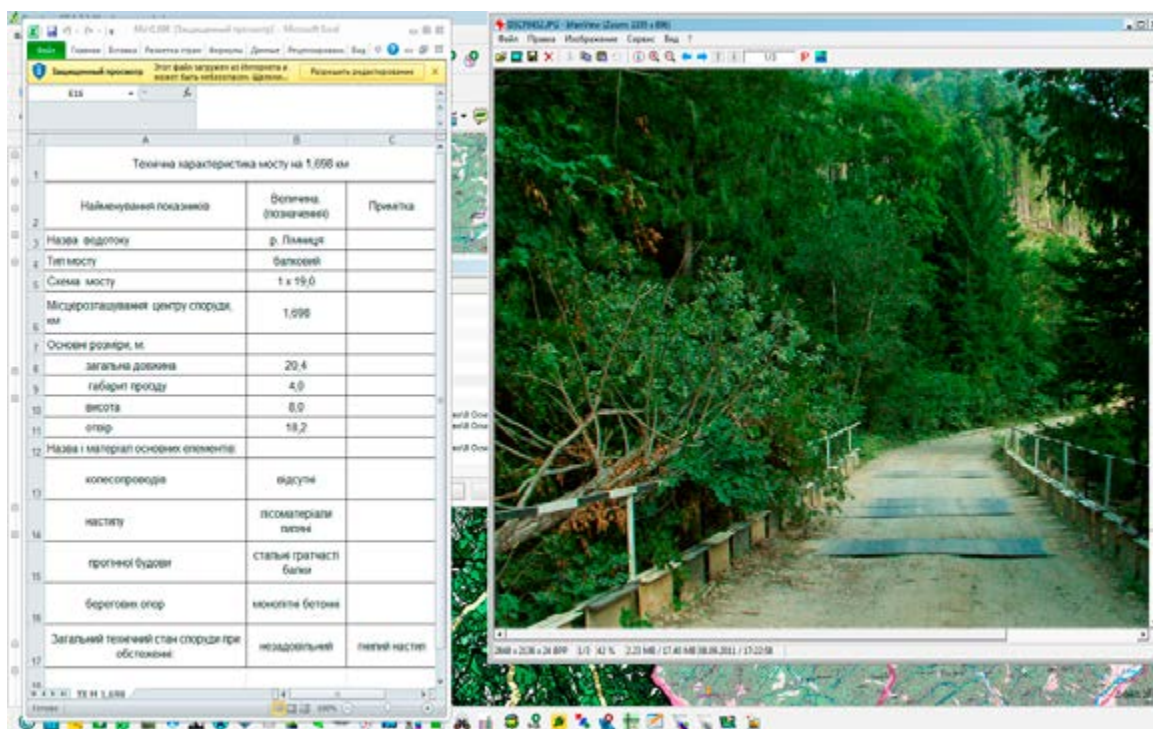


Рис. 3. Приклад подання інформації про водопропускну споруду

На рис. 4 представлено вигляд електронної карти, де подано інформацію про різні типи лісових автодоріг і розподіл лісових насаджень за групами віку.

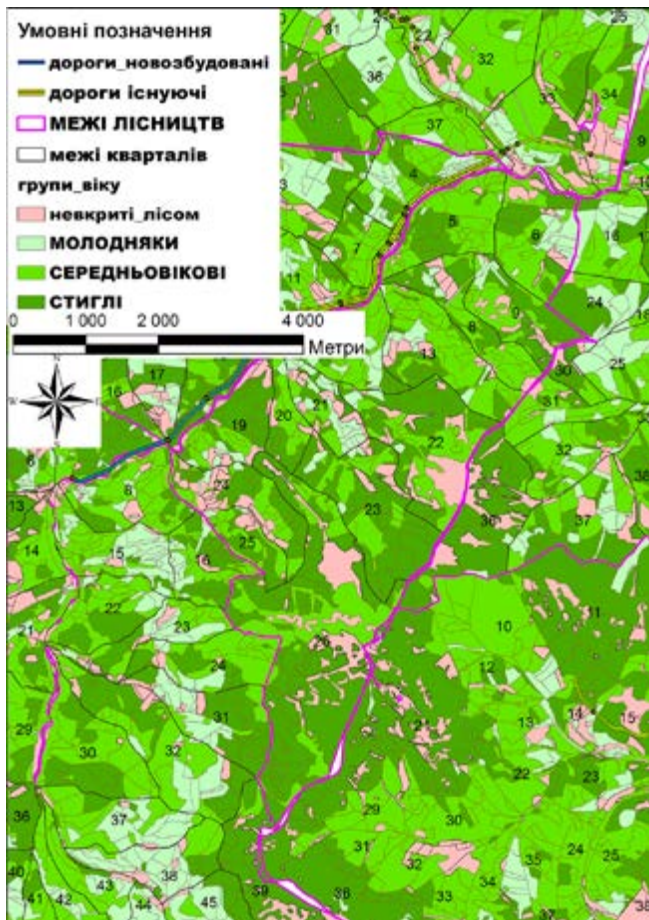


Рис. 4. Представлення ГІС лісових доріг з розподілом за категоріями доріг

Висновки. У розвинених країнах за останні десятиліття спостерігаються тенденції широкого застосування спеціалізованих ГІС, які дають змогу отримувати і використовувати різноманітну інформацію про різні аспекти лісогосподарської діяльності. При цьому значну увагу приділяють лісотранспортній інфраструктурі, наявність і стан якої суттєво впливає на якість і терміни виконання всіх лісогосподарських робіт. Розвинена мережа шляхів лісотранспорту є обов'язковою передумовою для реального запровадження принципів сталого ведення лісового господарства.

Внаслідок досліджень створено дослідний зразок ГІС лісових автодоріг для модельної території. У ньому передбачено застосування сучасних засобів вимірювань та геоінформаційних технологій, що дозволяє забезпечувати систематизацію і подання в електронному вигляді інформації про розташування мережі лісових автодоріг та технічні характеристики і стан всіх її елементів. Його використання створює умови не тільки для ефективного управління лісовими дорогами і контролю за дотриманням вимог щодо їх будівництва і експлуатації, але і для

прийняття правильних управлінських рішень під час планування і організації виконання лісогосподарських та лісозаготівельних робіт.

Експлуатація дослідного зразка ГІС лісових автодоріг у ДП «Осмолодське ЛП» підтверджує можливість використання прийнятих підходів створення ГІС лісових автодоріг для всіх лісових підприємств України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Казаков А. Геоинформационная система автомобильных дорог Новосибирской области / А. Казаков, А. Конкин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lo1.sccc.ru/gis/razlgis/ecom/Transport/Novosib.htm>
2. Коржов В.Л. Стратегічні завдання розвитку лісового сектору Карпат / В.Л. Коржов, Л.В. Полякова // *Наук. праці Лісівничої академії наук України*. – 2014. – Вип. 12. – С. 266-270.
3. Коржов В.Л. Дорожня арифметика. Запровадження геоінформаційних технологій інвентаризації лісових автодоріг / В.Л. Коржов // *Ліс. і мисливс. журн.* – 2011. – № 5. – С. 10-12.
4. Мельник А. Автомагистрالی Буковини сквозь призму ГІС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cadmater.ru/assets/images/articles/cm_32map_3d/page1.jpg
5. Миклуш С.І. Геоінформаційні системи в лісовому господарстві / Миклуш С.І., Горошко М.П., Часковський О.Г. – Львів: Камула, 2008. – 128 с.
6. Самойленко В.М. Основи геоінформаційних систем. Методологія / Самойленко В.М. – К.: Ніка-центр, 2003. – 277 с.
7. Design of GIS Based Forest Road Layout and Environmental Assessment Tool [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=53&ved=0ahUKEwi9INj2s4PQAhXEkiwKHT3CDKQ4MhAWCCgwAg&url=http%3A%2F%2Fwatershed.for.unb.ca%2Ffiles%2FMeng_MFEThesis.pdf&usg=AFQjCNFACs_M7o02W2gc7xjR_gJh9HWo_A
8. Forest Road Geographic Information System (GIS) Data Collection Process And Summary of Road Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiqvqDcoYYPQAhUDWCwKHU-LBtoQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fmnn.gov%2Ffrc%2Fdocs%2FMFRC_Forest_Road_GIS_Data_2003-03-01_Report.pdf&usg=AFQjCNEnkb7WSisKUAzwMXpd27IjbjMPg&bvm=bv.136811127,d.bGg
9. FSGeodata Clearinghouse [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://data.fs.usda.gov/geodata/>
10. Building of forest roads database by GPS/GIS techniques for Turkish forestry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com.ua/#q=GIS+for++forest+road+network+inventory>

11. MassGIS Data - DCR Roads and Trails [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mass.gov/anf/research-and-tech/it-serv-and-support/application-serv/office-of-geographic-information-massgis/datalayers/dcrtrails.html>

12. Pellegrini M. Support tools for planning and management of a forest road network [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.google.com.ua/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjZx5rQ8fPPAhWEYJoKHcQ4BEIQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fpaduar.esearch.cab.unipd.it%2F4454%2F1%2FTESEI_PhD_PELLEGRINI.pdf&usq=AFQjCNFfwT8x6BCkikgNITVYOoZEGwxx_w

13. Remote Sensing and GIS in Ecosystem Management [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://books.google.com.ua/books?id=4Iho7gIFbUC&pg=PA81&lpg=PA81&dq=forest+roads+gis+d&source=bl&ots=aDtm3wRc9m&sig=wJjJSA_dIQqzBLFHifyYJxQIGdI&hl=uk&sa=X&ved=0ahUKEwjpm9G5sYPQAhWEVuwKHR2-APo4KBD0AQg5MAQ#v=onepage&q=forest%20roads%20gis%20data&f=false

14. Sackov I. Forest transportation survey based on airborne laser scanning data and GIS analyses / I. Sackov, R. Smrecek, J. Tucek // *GIScience&Remote Sensing*. Volume 51, Issue 1, 2014. – P. 83.

В.Л. Коржов, О.Г. Часковський

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЛЕСНЫХ АВТОДОРОГ

Проведен анализ тенденций развития геоинформационных систем (ГИС) в лесной отрасли и международных требований к применению природосберегающих технологий на базе оптимальной транспортной сети, как предпосылки для реального внедрения принципов устойчивого ведения лесного хозяйства. Обоснована необходимость наличия объективных данных о транспортной сети лесных предприятий. Предоставлены методические подходы к разработке ГИС лесных автодорог, которые заключаются в: целесообразности подачи информации о лесных автодорогах как линейных объектах с известными относительными координатами вдоль дороги и наличием определенного числа калиброванных точек; корректности расположения на карте линии, отображающей дорогу, и подаче достоверной информации о ней в виде описательной и визуальной информации (текст, таблица, фото, чертеж), которые должны отображать ее эксплуатационные характеристики; каждый участок лесотранспортной сети предприятия должен отображаться независимо от других, что объясняется структурой лесных предприятий, в которых основную роль в организации лесохозяйственных работ играет лесничество.

С использованием изложенных выше методических подходов создан опытный образец ГИС лесных

автодорог. В качестве модельной территории выбрано государственного предприятие «Осмолодское лесное хозяйство» Ивано-Франковского областного управления лесного и охотничьего хозяйства, площадь лесного фонда которого составляет 64,4 тыс. га. ГИС содержит в себе информацию о лесном фонде предприятия, а также 58 имеющихся лесных автодорог общей протяженностью 182,97 км.

В опытном образце ГИС лесных автодорог используется проверенная модель для работы с данными – базой геоданных, которая является общей средой для всех продуктов и приложений семейства QuantumGIS. Это позволяет работать с различными типами данных, применять оригинальные правила и связи и получать доступ к огромным объемам географических данных, хранящихся в файлах и базах данных. Также применена общепринятая методика создания и использования электронных карт. При проведении полевых работ устанавливаются показатели основных элементов дороги. Съемка характерных точек лесных дорог проводится с использованием GPS-приемников и геодезических инструментов с параллельным описанием всех объектов дороги. Такие описания в табличном формате сохраняются отдельными файлами в среде Excell. Вся цифровая картографическая информация сведена к системе координат WGS-84. Дополнительные данные (фото, описания или технические характеристики элементов дорог), которые не являются пространственно связанными, организуются в ГИС благодаря прямой ссылке. Они находятся в отдельных папках, что упрощает процесс актуализации информации. Необходимо отметить, что созданное программное обеспечение ГИС предусматривает возможность внесения дополнений или уточнений в сведения о лесных дорогах. Вышеупомянутый подход позволяет обеспечивать систематизацию и представление в электронном виде информации о расположении сети лесных автодорог, технических характеристиках и состоянии всех ее элементов.

Использование разработанной ГИС создает условия не только для эффективного управления лесными дорогами и контроля за соблюдением требований к их строительству и эксплуатации, но и для принятия грамотных управленческих решений при планировании и организации проведения лесохозяйственных и лесозаготовительных работ.

Ключевые слова: лесные предприятия, транспортная сеть, технический учет, ГИС лесных дорог, опытный образец

V. Korzhov, O. Chaskovskyy

METHODOLOGICAL ASPECTS OF GEOINFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT FOR FOREST ROADS

The article analyzes trends of the geographic information systems (GIS) development in forestry and international requirements to the environmentally

friendly technologies on the basis of optimal transport network, as prerequisites for a real implementation of the principles of sustainable forest management. The necessity of having objective data of the transport network of forest enterprises was substantiated. Methodological approaches of the development of GIS of forest roads were provided. The second consists in: the feasibility of supplying information on forest roads as a linear object with a known relative position along the road and the presence of a certain number of the calibration points; correct locations on the map the line showing the road and supplying reliable information on it in the form of descriptive and visual information (text, table, image, drawing) that should display its performance characteristics; every part of the enterprise transport network has to be displayed independently of the others due to the structure of forest enterprises in which the main role of organizing forestry work has local forestry unit.

Using the above mentioned methodological approaches as prototype of GIS of forest roads was created. State enterprise "Osmoloda forestry", Ivano-Frankivsk forest regional administration that has forest area of 64.4 thousand hectares was chosen as a model area. GIS contains information about the woodland of the enterprise, as well as of 58 existing forest roads with total length of 182.97 km.

The prototype of GIS for forest roads uses a proven model for working with the data – geodata base, which is the common basis for all products and applications of QuantumGIS. It allows to work with different data

types, use the original rules and communication and access huge volumes of geographic data stored in files and databases. A common method for creating and using electronic cards was applied. During the field work indicators of the basic elements of the road were established. Recording particular points of the forest roads was carried out using GPS-receiver and surveying instruments while simultaneously describing all road objects. Such descriptions in table format were stored in separate files in Excel. All digital map information was transformed to the coordinate system WGS-84. Additional information (photos, descriptions or specifications of road elements), which were not spatially related, was organized in the GIS through a direct link. They were located in separate folders making it easier to update the information process. It should be noted that the created GIS software provides the possibility of making amendments or revisions to data regarding forest roads. The above-mentioned approach allows to provide systematization and presentation of electronic information about the location of forest roads network, technical characteristics and status of all its elements.

Application of the developed GIS creates the conditions not only for the effective management of forest roads and monitoring compliance of the requirements of their construction and operation, but also for making competent management decisions while planning and organizing forestry and logging.

Key words: forest enterprises, transport network, technical accounting, GIS of forest roads, prototype