

3. Топаз, А.А. Изучение и картографирование почвенного покрова на основе аэрокосмической информации / А.А. Топаз, В.В. Краснопрошин, В.В. Конах // Третий Белорусский космический конгресс: материалы конгр., г. Минск, 23 - 25 окт. 2007 г.). - Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2007.-С. 183- 187.
4. Методика составления карты типов пойменных земель И Т.А. Романова [и др.]. - Минск, 1990. - 31 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ В ЛЕСАХ II ГРУППЫ

Лыщик П.Л., канд. техн. наук, доц.; Бавбель Е.И.

(Белорусский государственный технологический университет, Минск)

В Республике Беларусь внедрение и эксплуатация географических информационных систем в лесном хозяйстве тесно связана с программой компьютеризации отрасли «Лесное хозяйство» и внедрением информационной системы управления лесным хозяйством (ИСУЛХ). В основу расчетов положена модель пространственной оптимизации использования лесных ресурсов, представляющая собой задачу линейного программирования. Показана эффективность данной методики, поскольку географическая информационная система (ГИС) позволяет производить оценку как местоположения выделов лесного фонда относительно путей транспорта, так и оптимальное расположение лесотранспортных путей в лесах II группы, используя при этом повыдельную базу данных. При этом ГИС выступает как основная среда для проектирования и анализа лесотранспортной сети. Также данная программа позволяет сравнивать различные варианты лесотранспортной сети и провести ее анализ.

Введение. Глобальная интенсификация современного лесного хозяйства, бурное развитие компьютерного оборудования и программного обеспечения создали предпосылки для широкого внедрения информационных технологий в сферу лесоустроительного проектирования и лесохозяйственного производства.

В настоящее время в Республике Беларусь для всех лесохозяйственных предприятий создана и постоянно совершенствуется геоинформационная система «Лесные Ресурсы». Основное назначение системы - полу-

чение актуализированной информации о лесных ресурсах. Основу ГИС «Лесные ресурсы» составляет программный продукт FORMAP - комплекс программного обеспечения для создания, корректировки, просмотра, получения твердых копий плано-картографических материалов, актуализации и редактирования специализированных, топологически связанных баз данных [1]. Данная система разработана специально для предприятий лесного хозяйства и обладает широкими возможностями для решения производственных лесохозяйственных задач. Внедрение ГИС «Лесные ресурсы» позволило перейти к новой технологии непрерывного лесоустройства с внесением текущих изменений и актуализацией лесного фонда, ежегодно получать актуализированную информацию по лесному фонду для учёта лесов, планирования лесохозяйственных мероприятий. Геинформационная система на уровне лесохозяйственного предприятия предназначена для ведения непрерывного лесоустройства, внесения текущих изменений в лесном фонде, учёта и актуализации лесного фонда, получения любых отчётов по базам данных, разработки ежегодных рабочих планов рубок леса, лесовосстановления, охраны и защиты лесов, печати плано-картографических материалов (планов обходов лесников, мастерских участков, лесонасаждение лесничеств, лесхозов и др.), планирования и подготовки лесосечного фонда, мониторинга лесов, ведения лесного кадастра, учёта и оценки качества выполненных лесохозяйственных мероприятий, государственного контроля за состоянием, использованием, воспроизводством, охраной и защитой лесов.

1. Постановка задачи. Лесные дороги вообще - это дороги на землях лесного фонда; их основное назначение - обслуживать потребности лесного хозяйства, обеспечивать доступ органов управления лесным хозяйством и лесопользователей к конкретным лесным массивам. Лесные дороги обычно примыкают к дорогам общего пользования, железнодорожным станциям, водным путям, населенным пунктам, в которых расположены нижние склады лесозаготовительных предприятий.

Использование лесного потенциала области в значительной степени зависит от качественного и количественного состояния транспортной сети в лесных массивах. Мировой и отечественной практикой доказано, что обеспечение принципа непрерывного и неистощимого пользования лесным фондом возможно лишь при условии доведения густоты дорожной сети до 5-10 м/га. Густота дорог 10 м/га будет обеспечена, если одну просеку в кварталах по направлению грузопотока превратить в дорогу. Для сохранности лесных земель дороги следует прокладывать преимущественно по квартальным просекам. В переувлажненной местности дорожную сеть следует совмещать с мелиоративной сетью,

Задача состоит в проектировании опорной сети лесных дорог в лесах II группы. Для ее решения применяется графоаналитический метод, основанный на географических информационных системах, особенно удобный в данном случае, когда управляющие лесными хозяйствами располагают подробными картами лесных выделов (материалами лесоустройства), на которых показана кроме запасов леса по возрасту и породам в каждом выделе местная ситуация, определяющая во многом наиболее выгодное положение трасс - существующие дороги, ручьи, реки, заболоченность, рельеф местности (частично), безлесные участки и т.п. Все перечисленные «пространственные» (географические) данные учитываются в виде стандартной координатной системы - раstra на экране компьютера. Каждая лесосека имеет свои конкретные атрибуты, т.е. перечисленные выше характеристики - запас, рельеф, гидрология и др., отмечаемые соответствующими кодами [2].

Для уменьшения количества итераций можно ограничиться проработкой лишь 4-5 вариантов расположения трассы лесных дорог, намечаемых инженером с учетом собственного опыта трассирования и местной ситуации, показанной на исходной карте. Компьютер выдает все необходимые данные для сравнения этих вариантов и отбора лучшего из них.

Разработка системы оптимизации главного пользования лесом производилась на основе геоинформационных технологий, что позволяет производить оптимизацию во времени (на ревизионный период) и пространстве (на территорию лесхоза).

Отличительной особенностью геоинформационной системы «Лесные ресурсы» являются большие базы данных, что обусловлено значительными объемами информации, характеризующей лесные насаждения. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка оптимальных структур хранения и обработки информации о лесных ресурсах в системе оптимизации главного пользования лесом.

В своей структуре ГИС органично сочетают два типа данных: пространственные - информация по географическому размещению объектов ведения лесного хозяйства; тематические, или атрибутивные, - числовая и символьная информация, характеризующая объекты ведения лесного хозяйства. В соответствии с данным подходом для оптимизации главного лесопользования в ГИС организуется картографическая база данных, включающая пространственную информацию, и атрибутивная (повыдельная) база данных, содержащая информацию, характеризующую лесные насаждения. Связь между картографической и повыдельной базами данных осуществляется через атрибутивную таблицу картографического слоя «выдела»,

где указаны номер выдела, название лесничества и номер квартала к которому данный выдел относится. Данные поля являются ключевыми при до-
бавлении атрибутивной информации к картографическому слою «выдела».

2. Методы исследования

Вопросы проектирования сетей из лесовозных магистралей и веток с учетом существующей сети лесных дорог и дорог общего пользования рассматривались в трудах Б.А. Ильина, Б.И. Кувалдина и Б.Д. Ионова, В.К. Курьянова и Е.Н. Макеева, В.Л. Мельникова. Большой вклад в разработку и развитие методов расчета лесотранспортных сетей из веток и усов внесли С.Ф. Орлов и В.Г. Кочегаров, Ю.К. Венценосцев, Л.В. Васильев, В.В. Щелкунов, С.А. Шалаев и др.; сетей лесовозных усов - М.М. Корунев, В.Г. Нестеров, Г.К. Виногоров, Ю.М. Комаров, С.К. Лебедев, В.Е. Печенкин, А.Н. Сулимов и другие исследователи. В более поздних работах по оптимизации параметров транспортных сетей использовался, в основном, также аналитический метод решения. Отличия в постановке задачи у различных авторов сводились к изменению аргументов и уточнению составляющих затрат, выраженных через выбранные аргументы.

Для совершенствования теории проектирования сетей не меньшее значение, чем методы анализа, имеют допущения, вводимые при построении модели и оказывающие решающее влияние на соответствие между моделью и объектом. Поскольку усложнение моделей ограничивалось возможностями методов их исследования на экстремум, то большинство сформулированных моделей требовало введения ряда допущений и ограничений, делающих модели доступными для аналитических методов.

Большинство лесосырьевых баз на практике имеет неправильную форму. Это обстоятельство послужило основанием для применения приближенных методов определения направления магистральных дорог. Одна группа методов основана на нахождении центра «равнодействия» грузов, характеризующегося минимумом грузовой работы при транспортировке от местоположения груза до центра. В случае равенства грузовой работы относительно центра тяжести получается минимум суммарной грузовой работы. Этот метод справедлив и для ленты лесонасаждений, перпендикулярной к магистрали для случая расположения грузов в вершинах треугольника и многоугольника. Метод «равнодействующих» позволяет частично учесть неправильность формы лесосырьевой базы и неоднородность распределения на ней запасов. Он применяется для определения направления магистральных дорог.

Вопросам исследования на минимум суммарных приведенных затрат лесотранспортных сетей посвящены работ С.И. Сушкова [3]. Для решения

задачи формируются матрицы дорожных затрат и транспортных расходов на каждом элементе сети в соответствии с типовой методикой определения экономической эффективности, для чего задается сеть конкурентоспособных путей в лесосырьевой базе и значения элементов матрицы.

Выбор лучших вариантов соединений на сети ведется с использованием основной идеи динамического программирования и соответствующих ей рекуррентных формул, где уровень иерархии распределительной сети определяется количеством звеньев до пункта примыкания. Вследствие возможности получить не наименьшее значение целевой функции проводится оценка решения на экстремум.

Недостатком метода является потребность в значительных объемах памяти ЭВМ и трудоемкость подготовки исходных данных, когда требуется задавать сеть конкурентоспособных путей.

Некоторое упрощение комбинаторного метода используется в методике М. Хирага [3], ориентированной на определение оптимальных точек трассы лесовозных дорог в условиях горной местности. Выбор центров прямоугольных участков леса, соединяющихся дорогами, производится последовательно, начиная от точки примыкания, исходя из минимума суммарных затрат на вывозку леса и строительство дорог.

Таким образом, рассмотренные три группы методов оптимизации лесотранспортных сетей и их параметров - аналитические, «равнодействующие» и комбинаторные - имеют ограниченное число оптимизируемых параметров и требуют для применения многих упрощений, что уменьшает адекватность получаемых оптимальных решений реальным условиям существования сетей.

Для оптимального проектирования сети автомобильных дорог общего пользования проф. Я.В. Хомяком предложено использование алгоритма Прима с последующей оптимизацией координат развилок геометрическим методом [4]. Как показывают его исследования, алгоритм Прима быстро находит кратчайшую связывающую сеть на заданном множестве пунктов. В связи с этим представлялось необходимым оценить целесообразность и эффективность использования алгоритма Прима также для приближенной оптимизации лесотранспортных сетей.

К настоящему времени разными авторами предложены около 70 аналитических методов расчета лесотранспортных сетей и получены многочисленные решения по обоснованию их наиболее выгодных параметров. При общем методологическом подходе методы различаются принятыми критериями и допущениями, числом параметров оптимизации и учитываемых факторов.

Зарубежными авторами разработаны методы автоматизированного размещения трасс лесных дорог с определением их основных параметров. В одной из самых последних публикаций на рассматриваемую тему изложен метод, разработанный G. Becker [5]. G. Becker рассматривает лесную дорожную сеть как состоящую из узлов и связей. Связи - это лесные дороги. Узлы и связи образуют лесотранспортную сеть. Узлы являются точками, через которые обязательно должна пройти лесная дорога к месту лесозаготовительных и лесовосстановительных работ, нижним складам и т.п. Установив узлы, переходят к разработке возможных вариантов сети лесных дорог, подлежащих анализу и оценке.

3. Структура программы по проектированию опорной лесотранспортной сети в лесах II группы

Программное обеспечение по проектированию сети лесных дорог в лесах II группы включает в себя систему построения возможных вариантов лесотранспортной сети и выбора оптимальной. В качестве данного компонента системы оптимизации может быть использовано программное обеспечение, разработанное на кафедре лесоустройства Белорусского государственного технологического университета, а также разработки республиканского лесоустроительного предприятия «Белгослес» и Института леса НАН Беларуси [6].

Особенностью проектирования сети лесных дорог на основе геоинформационных технологий является формирование массивов исходных данных. Геоинформационные системы не только позволяют производить распределение насаждений в пределах хозяйственных частей, сформированных в пределах групп леса и категорий защитности, но также учитывать индивидуальные особенности выделов (почвенно-грунтовые, гидрологические, рельефные и т.д.).

Большое значение имеет анализ пространственного размещения сети лесных дорог, выполнить который невозможно без использования современных геоинформационных технологий. Анализ пространственной составляющей при проектировании лесотранспортной сети необходим при эффективном транспортном освоении территории, определении очередности освоения участков эксплуатационного фонда и разработки основных проектных решений.

Программное обеспечение для повыведельной актуализации обеспечивает прогноз роста и производительное™ древостоев эксплуатационного фонда, а также прогноз их товарной структуры. Для выполнения данных функций принято деление лесов на группы и категории защитное™, в соответствии с которыми производится организация хозяйства.

На рисунке 1 представлена структурная схема по проектированию лесотранспортной сети в лесах II группы.



Рис. 1. Структурная схема программы по проектированию опорной лесотранспортной сети в лесах II группы

Очередность рубки насаждений эксплуатационного фонда в настоящее время устанавливается согласно нормативному документу «Правила отпуска леса на корню в лесах Республики Беларусь» [7]. Методика, регламентирующая очередности рубки насаждений, ограничивается регламентацией критериев отбора и порядка назначения в рубку древостоев. В этой связи необходимо проведение расчетов, оптимизирующих проектирование опорной лесотранспортной сети в лесах II группы.

Таким образом, целью моделирования явилось построение дорожной сети, позволяющей в различных вариантах запроектировать сеть лесных дорог и определить оптимальный вариант сети, при которой осуществляется наиболее полное использование расчетной лесосеки и своевременное проведение лесовосстановительных работ.

Достижение цели моделирования требует решения следующих основных задач;

- 1) анализ лесосырьевой базы существующих лесозаготовительных производств;
- 2) обоснование целесообразности лесозаготовок;
- 3) оценка доступности и качества лесных ресурсов. Определение доступных древесных ресурсов в составе эксплуатационных лесов;
- 4) выбор участков лесного фонда для перспективного освоения;
- 5) создание тематических карт по лесным ресурсам, демонстрирующих различные подходы к лесопользованию;
- 6) перспективное и оперативное планирование лесотранспортных путей к территориям освоения лесных массивов;
- 7) планирование развития лесотранспортной сети и доступа к сопутствующим трассе лесным и другим природным ресурсам;

С учетом этих особенностей создана программа по проектированию опорной лесотранспортной сети в лесах II группы.

3.1. Анализ исходных данных. В основе проведения анализа и формирования исходных данных лежат технологии геоинформационного моделирования. В.Л. Цветков определил геоинформационное моделирование как класс моделирования пространственно-временных данных, использующий их организацию в ГИС, согласно которой каждый графический объект тесно взаимосвязан с одной или несколькими таблицами базы данных [8].

Таким образом, геоинформационное моделирование представляет собой класс моделирования графических объектов, взаимосвязанных с базами данных. Функционирование системы оптимизации главного пользования лесом условно можно разделить на два этапа; анализ и подготовка исходных данных к расчету и проведение непосредственно самой оптимизации.

Анализ и подготовка исходных данных для проведения расчетов выполняются в подсистеме анализа ГИС.

Проектирование опорной лесотранспортной сети включает: многовариантное размещение сети лесных дорог с учетом различных факторов (наличие рек, болот, существующей сети дорог и т.д.), а также определение очередности освоения лесных массивов.

3.2. Выделение эксплуатационного фонда на основе ГИС «Лесные ресурсы». Выделение эксплуатационного фонда производится на основе подсистем анализа, оценки лесных территорий и расчета размера главного пользования лесом. При этом выделяются лесоэксплуатационные районы лесных ресурсов, соответствующие определенным типам местности; точечные и линейные препятствия, контурные «недоступные» облас-

ти, затрудняющие или исключаящие размещение по ним лесотранспортных путей (например, особо защитные участки леса, болота, реки, и т.д.).

В Беларуси в лесном фонде принято выделять следующие категории защитности: эксплуатационные леса, водоохранные леса, защитные полосы вдоль железных и автомобильных дорог, леса зеленых зон.

В соответствии с определенными категориями защитности, преобладающими породами, действующим возрастам рубок выполняется предварительное выделение эксплуатационного фонда насаждений. С этой целью производится запрос к повыведельной базе данных ForestBase, в результате чего формируется отдельный картографический слой и повыведельная база данных насаждений эксплуатационного фонда.

Расчетная лесосека определяет норму ежегодной заготовки древесины при ведении в лесах рубок главного пользования. При этом она должна обеспечивать непрерывность и неистощительность пользования, относительную стабильность размера заготовки спелой древесины, ее своевременное и рациональное использование, улучшение возрастной структуры лесов, сохранение и усиление средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных природных свойств лесов в соответствии с их назначением.

33, Модель оптимизации дорожной сети. Математическая формализация задач оптимизации сводится, как правило, к выбору некоторой системы функций. Здесь необходимо выделить два основных этапа:

1) обоснование критерия оптимальности и вывод уравнения целевой функции;

2) задание ограничений, определяющих множество допустимых решений.

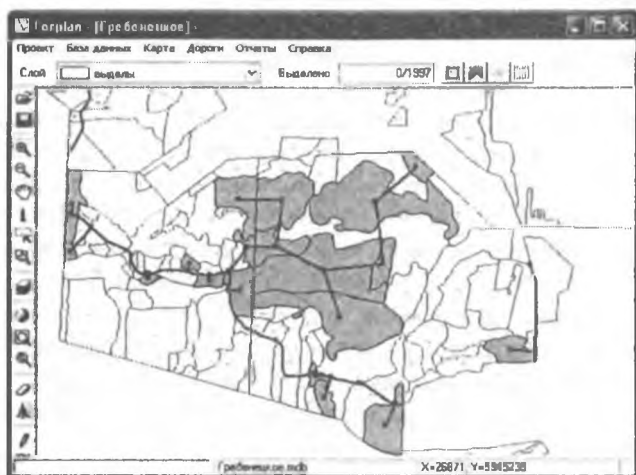
В весьма широком классе задач критерий оптимальности выражается линейно через параметры управления или характеристики планирования, а условия, которым должны удовлетворять искомые параметры, записываются в виде линейных равенств и (или) неравенств. Вычисление экстремума целевой функции при условии, что переменные, подлежащие определению, удовлетворяют линейным ограничениям, составляют класс задач линейного программирования.

При проектировании сети автомобильных дорог общего пользования проф. Я.В. Хомяк использовал алгоритм Прима [9] с последующей оптимизацией фрагментов геометрическим методом. Алгоритм Прима позволяет относительно легко находить кратчайшую связывающую сеть на заданном множестве точек [10]. Поэтому проектирование оптимальной по кон-

фигурации и структуре реальной сети лесных дорог будет связан с решением двух математических задач [11]:

- 1) поиск кратчайшей связывающей сети (КСС - алгоритм Прима);
- 2) поиск локально-оптимальной лесотранспортной сети путем добавления развилок путей и определением их координат.

При этом опорная лесотранспортная сеть обеспечит непрерывность и неистощительность пользования лесом в пределах оборота рубки с учетом возрастной структуры лесов, наличия спелых насаждений, сохранения биологического разнообразия лесов (рис. 2).



**Рис. 2. Построение лесотранспортной сети
(Червньский лесхоз Гребенецкое лесничество)**

При планировании главного пользования необходимо решать вопрос очередности назначения участков спелого леса в рубку. Поскольку спелые насаждения могут иметь прирост, возникает проблема выбора: в какой очередности назначить лесосеки в рубку, чтобы максимально полно использовать древесный прирост? Решение данной проблемы возможно лишь на основе математических методов оптимизации.

Разработанная математическая модель позволяет учесть и оценить влияние на оптимальную конфигурацию и структуру лесотранспортной сети следующих факторов:

- размера и очертания лесосырьевой базы;

- распределения ликвидных запасов древесины по лесосырьевой базе;
- наличия существующих транспортных путей;
- местоположения нижнего склада;
- рельефа местности;
- гидрологических условий;
- расположения карьеров, и т.д.

Также программа позволяет извлекать большое количество следующих важных данных:

- средний породный состав всей территории;
- общий запас древесины;
- средний породный состав интересующих выделов;
- общий запас древесины на этих выделах;
- распределение по классу возраста (чем темнее, тем выше класс возраста);
- вычисление прироста;
- распределение по приросту.

Затем формируются отчетные показатели по спроектированной лесотранспортной сети: стоимость строительства лесотранспортной сети по периодам освоения лесных массивов; объем вывозки по каждому участку; протяженность участков сети и т.д.

Выводы. Концепция устойчивого развития лесов предусматривает сбалансированное и непрерывное использование всех ресурсов и экологических свойств леса, исключаящее снижение устойчивости и биоразнообразия лесных экосистем, уменьшение роли лесного покрова в регулировании природных процессов на местном, национальном и глобальном уровнях. Основной целью строительства сети лесных дорог является обеспечение транспортной доступности лесосечного фонда, позволяющей обеспечить эффективное освоение лесных ресурсов.

Хорошо развитая сеть лесных дорог позволяет не только более полно использовать расчетную лесосеку, но и своевременно вести лесовосстановительные работы, налаживать необходимый уход за лесом, обеспечивать эффективную борьбу с пожарами и вредителями леса, способствует более полному использованию побочных продуктов леса.

Внедрение ГИС «Лесные ресурсы» позволило перейти к новой технологии непрерывного лесоустройства с внесением текущих изменений и актуализацией лесного фонда, ежегодно получать актуализированную информацию по лесному фонду для учёта лесов, планирования лесохозяйст-

венных мероприятий. При этом ГИС выступает как основная среда для проектирования и анализа лесотранспортной сети.

Основные задачи картографического интерфейса как компоненты ГИС - построение картографического изображения по информации, поступающей из картографической и фактографической базы данных (БД), т.е. пространственная визуализация информации, а также обеспечение доступа к объектам этих БД, т.е. пространственные запросы. Такой запрос должен обеспечить возможность указывать, отбирать и получать доступ к данным, манипулируя непосредственно графическими образами на экране дисплея. Для того чтобы пользователь-эксперт мог сам свободно разрабатывать свой язык карты как знаковую систему, необходимо методы изображения картографических данных сделать независимыми от пространственных данных. Это позволяет одно и то же содержание пространственных данных многократно использовать для построения лесотранспортной сети в соответствии с поставленными задачами.

Главные требования - модели должны использоваться для своей работы в качестве исходных данных стандартную информацию, получаемую в лесном хозяйстве, быть легко настраиваемыми на конкретные физико-географические условия и иметь «дружественный интерфейс», т.е. ими должно быть достаточно легко пользоваться специалистам на местах. Базовую информацию в лесном хозяйстве создают лесоустроительные предприятия, которые на основе дешифрирования аэрофотоснимков, полевых работ, материалов геодезической съемки и топографических карт изготавливают планшеты и другие лесные карты, а также лесотаксационные базы данных. На основе этих материалов лесоустроительные предприятия разрабатывают проект ведения лесного хозяйства конкретной территории.

Лесоустроительное предприятие проводит новое лесоустройство с использованием базовых информационных технологий, разрабатывает проект организации и ведения лесного хозяйства. Все материалы вводятся, обрабатываются и хранятся в специализированных базах данных: в повыведельной лесотаксационной БД, в картографической базе данных планово-картографических материалов (геодезические материалы, планшеты, другие лесные карты) или в геоинформационной системе. Лесоустроительное предприятие должно иметь наиболее совершенные и мощные СУБД и ГИС для создания этих продуктов.

В леспромхозе выполняются все запроектированные мероприятия: по рубкам различного пользования, по лесовосстановлению и т.п., при про-

изводстве которых меняются характеристики лесного фонда, используя при этом запроектированную лесотранспортную сеть.

Для практической реализации лесохозяйственной деятельности на этом уровне необходимо иметь систему, позволяющую:

- во-первых, осуществлять всевозможные запросы и их визуализацию с выдачей картографических и других документов для производства работ;
- во-вторых, вносить текущие изменения в ГИС;
- в-третьих, готовить отчетные документы как по атрибутивным, так и по картографическим данным.

Леспромхоз собственными силами проводит актуализацию баз таксационных и картографических данных на основе автоматизации документооборота и совмещенной информационной системы. По мере развития материально-технической и методологической базы леспромхозов производится переход на автоматизированные методы актуализации совмещенных информационных систем и лесных карт с использованием средств геопозиционирования, переносных полевых компьютеров и соответствующего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геоинформационная система «Лесные ресурсы» FORMAP for Windows версия 2.0: Руководство пользователя / НПООО «БелИнвестЛес». - Минск, 1999. - 96 с.
2. Bavbel, J.I. Designing of the road network in wood of the second group / J.I. Bavbel, P.A. Lyshchik // Materials, Methods and Technology. International Scientific Publications. - Bulgaria: Info Invest, 2007. - Vol. 1. - P. 49 - 59.
3. Сушков, С.И. Оптимизационное проектирование транспортных связей в предприятиях лесного комплекса: методологические основы / С.И. Сушков. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. - 200 с.
4. Хомяк, Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог / Я.В. Хомяк. - М.: Транспорт, 1983. - 206 с.
5. Becker, G. Integrated design, planning and evaluation of forest roads and logging activities using GIS-based interactive CAD-systems / G. Becker, D. Jaeger U Computer Supported Planning of Roads and Harvesting Workshop, Feldafing. - Germany: International Union of Forestry Research Organizations, 1992.
6. Расчет размера главного пользования: Технорабочий проект / ГЛПО «Белгослес». - Минск, 1997. - 15 с.

7. Правила отпуска леса на корню в лесах Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 29.03.2002 № 383. - Минск, 2002. - 25 с.
8. Цветков, В.Я. Геоинформационные системы и технологии / В.Я. Цветков. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 257 с.
9. Хомяк, Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог / Я.В. Хомяк. - М.: Транспорт, 1983. - 206 с.
10. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях / М.И. Нечепуренко [и др.]. - Новосибирск: Сиб. отд., 1990. - 515 с.
11. Bavbel, J.I. Development of The design technique forest road network for effective transport development of woodland in Belarus / J.I. Bavbel, P.A. Lyshchik // Materials, Methods and Technology. International Scientific Publications. - Bulgaria: Info Invest, 2008. - Vol. 2. - Part 1. - P. 116-124.

ОБНОВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ЗИС НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Другаков П.В., канд. техн. наук, доц.

(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки)

Рассматривается технология обновления данных в слоях Lands obj земельно-информационной системы. Технология основана на использовании результатов обработки материалов тахеометрической съемки в программном комплексе Credo.

Земельно-информационная система (ЗИС) районного уровня в Республике Беларусь представляет собой совокупность цифровых картографических материалов и базы данных земельно-кадастрового содержания; содержит информацию о земельных участках, их границах и административно-территориальной принадлежности, распределении земель по категориям и видам прав на землю, землевладельцах и землепользователях, видах земель (земельное покрытие) и их мелиоративном состоянии, ограничениях землепользования, текущих изменениях в составе и распределении земель, а также элементы топографического содержания. По точности отображения ситуации ЗИС соответствует топографическим картам масштаба 1:2000 в населенных пунктах и 1:10000 на остальных территориях.