УДК 625.72

Ю. Ф. Капыш, ассистент

РАЗМЕЩЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГИС С УЧЕТОМ ИХ РАЗВИТИЯ

Article is dedicated to way of the designing the road systems of the timber enterprise of the suitable problems for decision of the transport mastering resource, getting both at chopping main uses, and at chopping of the care with provision for change spare this cheese at time with using the methods of simulation modeling and geoinformation systems.

Введение. Хорошо развитая сеть лесохозяйственных 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. В большинстве случаев лесохозяйственные дороги являются одновременно дорогами общего пользования, связывающими сельские населенные пункты, и, следовательно, имеют важное значение для развития сельских населенных пунктов.

Повышение продуктивности лесов в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства во многом зависит от густоты и качества дорожной сети. С учетом наличия лесосечного фонда на 2007–2010 годы, продуктивности насаждений на ближайшую перспективу, максимального грузооборота, планируется строительство лесохозяйственных дорог протяженностью 400 км [1].

Таблица

Объемы строительства лесохозяйственных дорог по ПЛХО

Наименование ПЛХО	Очередность строительства по годам, км				Итого
	2007	2008	2009	2010	
Брестское	20,42	8	8	8	44,42
Витебское	46,56	30	25	20	121,56
Гомельское	11,56	20	22	23	76,56
Гродненское	2,87	14	14	12	42,87
Минское	–	12	15	20	47
Могилевское	18,59	16,0	16,0	17,0	67,59
Всего по Минлесхозу	100	100	100	100	400

Таким образом, для более качественного размещения дорожно-транспортных путей необходимо использовать наиболее современные и прогресивные методы, технологии и системы для проектирования и оптимизации лесотранспортных сетей.

Вопросами разработки методов проектирования и оптимизации размещения в лесных массивах занимались известные ученые на протяжении нескольких десятилетий. Однако предложенные ими способы оптимизации лесовозных дорог основывались на ряде упрощений и допущений. Считалось, что дорожная сеть строится по всему лесному массиву за один прием, древесные ресурсы сконцентрированы в центрах кварталов, учитывались только спелые и перестойные древостои, дорожная сеть проектировалась для рубок главного пользования, при оптимизации не рассматривалась динамика развития сети дорог на перспективу.

Следует отметить, что разработка научно обоснованных проектов транспортного освоения имеющихся запасов древесины в сырьевых базах действующих предприятий давно стала настоятельной необходимостью, потому что отсутствие указанных проектов приводит к бессистемным рубкам, неправильной прокладке трасс лесовозных дорог, вызывает излишние пробеги древесины и рост затрат на дорожное строительство.

Размещение и оптимизация лесотранспортных систем. В сырьевых базах многих предприятий оставшиеся запасы доступной спелой древесины весьма ограничены и разрознены по всей лесосырьевой базе, но имеются значительные резервы дополнительного лесного сырья, которое может быть получено за счет проведения рубок промежуточного пользования. Основной причиной весьма ограниченного проведения плановых рубок ухода является отсутствие достаточно густой сети лесных дорог низкой стоимости постоянного действия.

В связи с этим стала необходимой разработка метода оптимизации транспортных сетей лесных предприятий, пригодного для решения задач транспортного освоения ресурсов, образующихся как при рубках главного пользования, так и при рубках ухода с учетом изменения запасов этого сырья во времени. Для интенсификации лесопользования (с учетом рубок ухода) лесным предприятиям необходимо осуществлять свою деятельность практически на всей его территории. Кроме того, в одни и те же участки леса, кварталы необходимо возвращаться неоднократно в разные годы любого планируемого периода. Это обусловливает необходимость строительства достаточно густой сети дорог постоянного действия. Очевидно, что для снижения материальных затрат на создание такой развитой сети следует максималь-

но использовать местные материалы и простейшие типы покрытий на технологических путях с низкой грузонапряженностью.

С учетом этих факторов необходимо проектирование транспортной сети, предусматривающее использование части технологических путей в виде временных дорог сезонного действия для снижения затрат на дорожное строительство. Для уменьшения размеров лесных площадей, отчуждаемых под дорожные полосы, в модели предусматривается максимальное совмещение трасс технологических путей с квартальными просеками.

В основу алгоритма проектирования оптимального варианта транспортной сети принят метод многоэтапного проектирования, основанный на последовательном решении следующих задач.

1. Разработка вариантов опорной транспортной сети лесного массива лесохозяйственного предприятия.

2. Планирование оптимальной траектории развития транспортной сети на некоторый период времени на основе уже существующей опорной сети.

3. Определение оптимального варианта транспортной сети на основании сравнения экономической эффективности каждого из вариантов.

Первая и вторая задачи решаются на основе использования метода имитационного моделирования в программном модуле «Моделирование роста древостоев» и компьютерной системе имитационного моделирования «Лесотранспортная сеть» с использованием баз данных по лесному насаждению из геинформационной системы «Лесные ресурсы» (рис. 1).

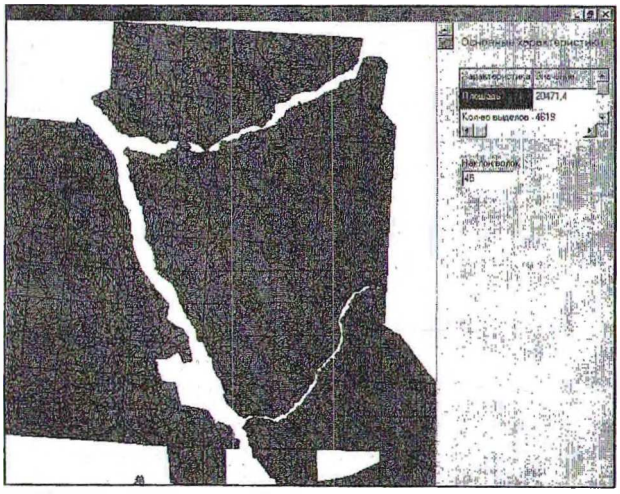

Рис. 1. Карта лесничества из базы данных ГИС «Лесные ресурсы»

Компьютерная система «Моделирования рубок ухода» на основе методов визуально-имитационного моделирования предоставляет возможность спроектировать технологическую схему проведения рубки ухода на карте выдела, рассчитать все необходимые параметры рубки ухода, определяемые ее технологической картой, и выбрать для них оптимальные значения, что позволяет построить любую приемлемую технологическую схему разработки лесосек для любого выдела, который может иметь сложные очертания границ. Данные, полученные при проектировании и размещении путей для проведения рубок промежуточного пользования, используются для определения местоположения опорной сети дорог для рубок главного пользования и ее развития в системе имитационного моделирования «Лесотранспортная сеть».

При проектировании дорожно-транспортных сетей в компьютерной системе имитационного моделирования «Лесотранспортная сеть» производится размещение нескольких вариантов опорной транспортной сети лесного массива лесохозяйственного предприятия (рис. 2) на основании разработанных алгоритмов [2].

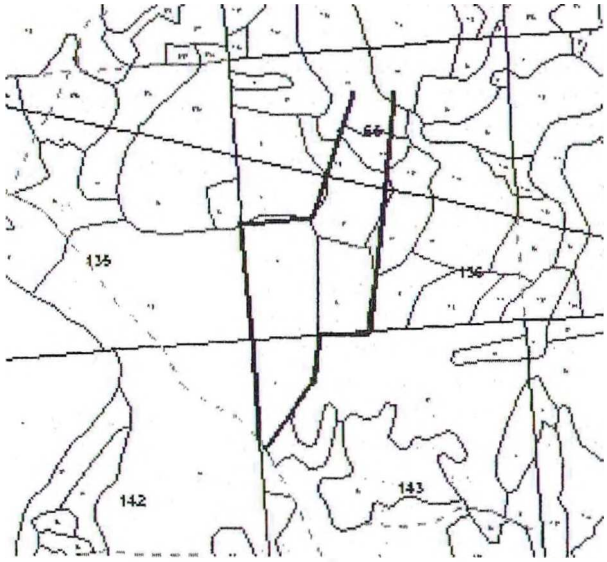

Рис. 2. Построение опорной транспортной сети лесного массива. Варианты размещения магистралей

При принятии технических решений руководствуются:

– материалами лесоустройства: характеристикой и размещением лесного фонда, местоположением лесов высоких классов пожарной опасности, объектов лесовосстановления, лесоосушения, лесопитомников, плантаций, постоянных лесосеменных и егерских участков, усадеб лесничеств, кордонов, пожарных вышек и т. д.;

– местоположением существующих путей транспорта и других объектов, связанных с лесохозяйственной деятельностью в районе лесхоза;

– перспективной потребностью в путях транспорта, обеспечивающих работы по охране и защите леса, лесовосстановлению и лесопользованию.

Должны также устанавливаться физические и стоимостные показатели по развитию (строительству) дорог, обеспечивающих удовлетворение транспортных нужд лесного хозяйства.

Расчетные величины движения для каждой конкретной дороги должны исходить из перспективных объемов производства:

– при установлении основных технических параметров (местоположения плана дороги, габаритов мостов, геометрических параметров поперечного и продольного профилей) – с учетом полного развития производства;

– при назначении конструкций дорожной одежды – на перспективу, равную среднему сроку ее службы до капитального ремонта.

В расчетный объем перевозок включают все грузы, размещаемые в осваиваемой дорогой (дорогами) зоне тяготения, при ее освоении разными лесопользователями одновременно. При этом целесообразна разработка схемы дорог на полное освоение зоны тяготения и принятие основных параметров дорог, необходимых для определения стоимости строительства по укрупненным показателям.

Выбор перспективного начертания дорожной сети на основании имитационного моделирования на землях лесного фонда лесхозов или отдельных зон тяготения должен осуществляться исходя из сравнения различных вариантов. Необходимо стремиться к ее оптимизации по протяженности в километрах или по времени строительства с учетом максимального сокращения изъятия из народнохозяйственного оборота земель, протяженности дорожной сети и снижения грузовой работы транспорта.

При сравнении вариантов прокладки дорог и конструктивных решений следует учитывать ценность занимаемых земель, а также затраты на приведение временно отводимых для нужд строительства площадей в состояние, пригодное для использования в народном хозяйстве.

Прокладка автомобильных дорог, назначение мест искусственных и придорожных сооружений, производственных баз, подъездных дорог и других временных сооружений для нужд строительства следует выполнять с учетом сохранения ценных природных объектов (лесоплодовые насаждения, лесные культуры, лесопитомники и др.), а также мест обитания и сложившихся путей миграции животных.

В лесных массивах транзитные автомобильные дороги необходимо устраивать по возможности с использованием направлений просек, противопожарных разрывов, границ предприятий и лесничеств с учетом категорий защитности лесов. На таких дорогах рекомендуется устраивать съезды на грунтовые дороги и проезжие просеки.

При проектировании дорожно-транспортных сетей с учетом возраста спелости древостоев существует необходимость анализа и определения выделов по возрастным категориям, для этого ГИС «Лесные ресурсы» предусмотрена функция создания тематических карт.

На основании полученной тематической карты производится анализ древостоев, отведенных в рубку в текущий период времени, а также тех, которые будут назначены в рубку в будущем. Для дальнейшего проектирования из повыдельной базы данных берутся все необходимые характеристики древостоев: площадь выделов, общий запас, запас на 1 га, состав насаждения и другие характеристики, которые учитываются при выборе схемы освоения данного лесного массива (рис. 3).

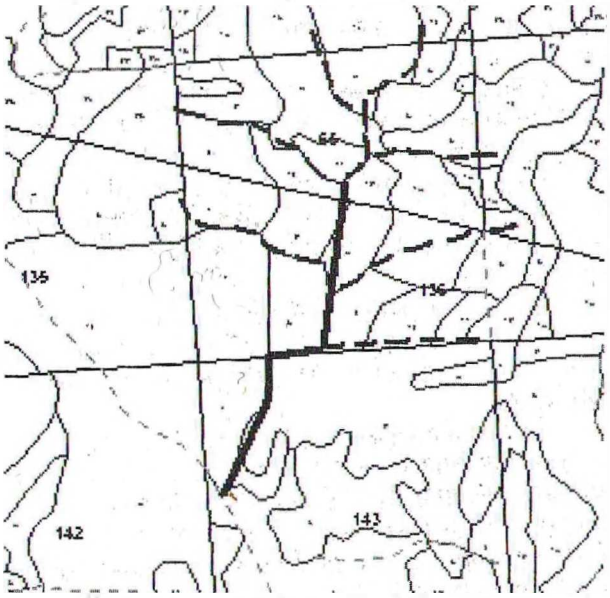

Рис. 3. Развитие дорожно-транспортной сети на основе выбранной опорной сети путей

Затем производится определение оптимального варианта транспортной сети на основании сравнения экономической эффективности каждого из вариантов дорожно-транспортной сети.

По каждому варианту необходимо определить капиталовложения и эксплуатационные расходы на вывозку древесины; величина которых зависит от следующих основных оценочных параметров:

– длины магистральных путей в пределах массива;

– общей протяженности веток, необходимых для освоения данного лесного массива;

– общего протяжения соединительных путей, необходимых для соединения (в виде разветвлений и ответвлений) всех участков веток в единую дорожную сеть;

– средневзвешенного расстояния вывозки леса по магистральным путям, веткам и усам;

– некоторых других параметров, специфических для той или иной системы.

Основными исходными данными для определения перечисленных параметров являются:

– общая лесная площадь лесного массива;

– геометрические параметры массива;

– показатели концентрации запасов лесного сырья на 1 га общей лесной и эксплуатационной площади.

В наиболее общих случаях сравнения вариантов, когда характер текущих и единовременных затрат меняется во времени, сравнительная экономическая эффективность вариантов выявляется сопоставлением суммарных приведенных затрат по формуле [3]

$$E_н \sum_{t=1}^{T} K_t \cdot (1+E_{нп})^{\tau-t} + \sum_{t=1}^{T} Э_t \cdot (1+E_{нп})^{\tau-t} \rightarrow \min,$$

где $E_н$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности, равный 0,12 (при получении (по вариантам) общей суммы приведенных затрат (текущих и единовременных) за весь срок эксплуатации объекта или если после расчетного срока сравнения вариантов ежегодные текущие (эксплуатационные) расходы по ним будут одинаковыми, показатель $E_н$ из формулы исключается; T – период строительства и освоения проектной мощности объекта, к концу которого наступает период нормальной эксплуатации, когда текущие расходы постоянны, а единовременные затраты отсутствуют; K_t – единовременные затраты в год t; $E_{нп}$ – нормативный коэффициент приведения разновременных затрат, равный 0,08; τ – год приведения затрат – один и тот же для всех вариантов (может быть: год начала, или конца строительства, или начала эксплуатации первой очереди строительства); $Э_t$ – ежегодные текущие расходы в год t.

Для выбора наилучшей системы размещения лесовозных путей с использованием метода сравнения вариантов по приведенным затратам по каждому варианту необходимо определить капиталовложения и эксплуатационные расходы на вывозку древесины.

Заключение. При рассмотрении вопроса проектирования и оптимизации лесотранспортных путей необходимо исходить из требования обеспечения круглогодовой вывозки заготовленной древесины, а также доступа к лесным площадям для проведения лесохозяйственных мероприятий. Поэтому при проектировании лесотранспортных сетей следует учитывать как рубки главного пользования, так и рубки промежуточного пользования. При этом необходима тесная увязка дорожно-транспортной сети для рубок промежуточного пользования (рубок ухода) с дальнейшим развитием дорожной сети вплоть до проведения рубок главного пользования.

Разработанная компьютерная система предоставляет возможность на основе методов визуально-имитационного моделирования поэтапно запроектировать наиболее приемлемую для выбранного лесного массива схему транспортного освоения лесного массива по данным, получаемым из ГИС «Лесные ресурсы», с оптимизацией данной сети на каждом этапе проектирования. Рассчитать оптимальные значения параметров схемы исходя из полученной карты распределения лесосек как при рубках главного пользования, так и при рубках ухода с учетом изменения запасов этого сырья во времени.

Литература

1. Программа транспортного освоения лесного фонда и строительства лесохозяйственных дорог в лесах Республики Беларусь на период до 2010 года.

2. Лыщик, А. П. Проектирование лесотранспортной сети на основе имитационного моделирования / П. А. Лыщик, Н. И. Гурин, Ю. Ф. Капыш // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2006. – Вып. XIV. – С. 44–47.

3. Методика экономического обоснования строительства и развития дорожной сети предприятий лесного хозяйства. – М.: Гослесхоз, 1985. – 173 с.