

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГЛХУ «ЧЕРВЕНСКИЙ ЛЕСХОЗ» НАТАЛЬЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Road locating and alignment model will assist road planning managers to determine the optimum location for road network. Once the definition has been made, evaluation such as checking certain critical points on the route is necessary. This research looks at the differences in forest road planning techniques and the existing software products that have been developed to assist in forest road location. A computer program is presented that automates initial forest road location through the use of a Geographic Information System and digital terrain data. Using CREDO ROAD, forest planners can quickly analyze many road location alternatives and, by taking advantage of standard GIS functionality, evaluate environmental and economic opportunities.

Using CREDO ROAD, forest planners can quickly show the topographic modifications of a planned forest road and evaluate visual impacts associated with alternative road locations.

**Введение.** Ведение лесного хозяйства характеризуется большой разобщенностью по территории, многообразием лесохозяйственных работ и отдельных производств. В единое и слаженно работающее хозяйство они могут быть объединены только сетью лесных дорог и средствами связи. А это значит, что лесные дороги предназначены для организации нормального функционирования предприятий и неотделимы от них. С учетом лесосечного фонда на 2007–2010 годы, продуктивности насаждений на ближайшую перспективу, максимального грузооборота и согласно выполненным расчетам намечается первоочередное строительство лесохозяйственных автодорог на 2007–2010 годы в объеме 400 км [1, 2].

Строительство лесных автомобильных дорог требует их быстрого и качественного проектирования, что обеспечит ежегодную вывозку заготовленной древесины в объеме 883,38 тыс. м<sup>3</sup>.

Основными задачами создания экспериментальных проектов транспортных сетей (ТС) являются [2]:

- более полное использование расчетной лесосеки и увеличение доходов от реализации древесины посредством строительства лесных автомобильных дорог;

- своевременное обеспечение предприятий лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности древесным сырьем;

- создание в лесных массивах сети постоянных надежных дорог – опорной ТС.

**Основные положения.** Применение разработанной методики транспортного освоения лесных массивов базируется на следующих принципах:

- 1) учета главной особенности лесных дорог – собирательного характера их работы на транспортировке древесины, распределенных на площадях с малой концентрацией (от 10...15 до 150...200 м<sup>3</sup>/га);

- 2) обязательной оптимизации и увязки работы всех звеньев транспортного процесса;

- 3) учета динамики лесных грузов;

- 4) соблюдения соответствия проектируемых видов дорожных конструкций и подвижного состава, ожидаемой (расчетной) грузонапряженности и грузовой работы;

- 5) применения многоэтапных усиления проезжей части на дорогах (участках), где грузонапряженность является переменной во времени (возрастающей) величиной;

- 6) ограничения до разумного предела количества ответвлений и разветвлений ТС, требующих дополнительного строительства пассивных соединительных путей;

- 7) снижения первоначальных затрат на строительство лесных дорог путем его осуществления в несколько очередей (в спелых насаждениях);

- 8) обеспечения решения местных социально-экологических проблем и лесоводственных требований в каждом отдельном лесном районе, где создается ТС.

С целью испытания универсальности методики и ее применимости для ГЛХУ «Червенский лесхоз» с различными природно-климатическими условиями проведены исследования по выбору объектов. Условием выбора явилось следующее:

- размерно-качественные характеристики лесонасаждений участка лесного фонда;

- природные и технико-экономические характеристики;

- существующие транспортные пути;

- гидрология участков.

Эксплуатационный фонд Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз» представлен в табл. 1.

Таблица 1

#### Эксплуатационный фонд

Порода	Площадь, га	Запас, тыс. м <sup>3</sup>
Сосна	5,8	1,52
Ель	11	3,24
Береза	79,4	19,76
Осина	19,1	5,56

Общая лесопокрытая площадь составляет 4504,3 га, из которой II группа лесов занимает 48,6%. Основные хозсекции по площади: сосна – 29,8%, ель – 33%, дуб – 4,6%, береза – 26,7%, ольха ч. – 3,3%, осина – 2,5%.

Процесс размещения ТС включает [3]:

1. *Выделение эксплуатационного фонда.* Производится на основе подсистем анализа, оценки лесных территорий и расчета размера главного пользования лесом. При этом выделяются лесоэксплуатационные районы (ЛР), соответствующие определенным типам местности (выделено 114 участков – 90385,9 м<sup>3</sup>).

2. *Построение минимального связующего дерева – дерево Прима.*

3. *Построение оптимальной ТС путем добавления развилок – минимальное дерево Штейнера.*

4. *Определение очередности освоения лесных массивов.* Очередность рубки насаждений эксплуатационного фонда в настоящее время устанавливается согласно нормативному документу «Правила отпуска леса на корню в лесах Республики Беларусь» [4]. Методика ограничивается регламентацией критериев отбора и порядка назначения в рубку древостоев. В этой связи необходимо проведение расчетов, оптимизирующих проектирование опорной ТС в эксплуатационных лесах.

5. *Определение необходимого количества искусственных сооружений.* Обоснование и выбор местоположения искусственного соору-

жения рассматривается в каждой точке пересечения проектируемой трассы лесной дороги с водотоками участка (реки, ручьи и т. д.).

6. *Получение отчета по запроектированной транспортной сети.* Отчет показателей с учетом очередности строительства лесных дорог приведен в табл. 2.

Фрагмент ТС Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз» приведен на рис. 1, который в дальнейшем мы будем использовать в системе CREDO Дороги III поколения.

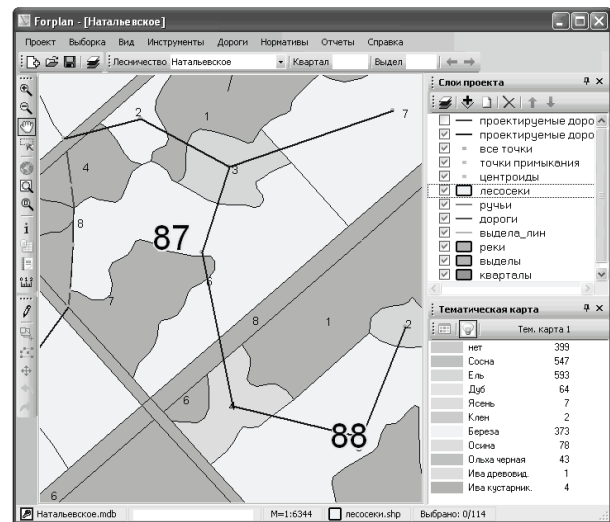


Рис. 1. Фрагмент ТС Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз»

Таблица 2

Показатели транспортной сети Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз»

Показатель	Период строительства				Итого
	I	II	III	IV	
Метод определения периода строительства – наступления спелости					
Длина строительства ТС, км	4,1	3,38	7,24	5,99	20,71
Стоимость строительства ТС, млрд. руб.	0,42	0,34	0,79	0,7	2,25
Средняя стоимость строительства 1 км, млн. руб./км	103	100	109,8	117,7	108,6
Объем вывозки, тыс. м <sup>3</sup>	285,6	288,7	296,1	290,8	1161,2
Грузооборот, тыс. м <sup>3</sup> /год	57,1	57,7	59,2	58,2	58,1
Среднее расстояние вывозки, м	309,4	850,3	460,5	320,7	485,3
Строительство сооружений, млн. руб.	–	10	–	–	10
Общая стоимость, млрд. руб.	0,42	0,35	0,79	0,7	2,26
Метод определения периода строительства – минимум затрат					
Длина строительства ТС, км	1,02	3,46	5,98	10,25	20,71
Стоимость строительства ТС, млрд. руб.	0,1	0,35	0,61	1,2	2,26
Средняя стоимость строительства 1 км, млн. руб./км	100	100,9	101,3	117,4	109,1
Объем вывозки, тыс. м <sup>3</sup>	275,8	292,3	302,7	290,4	1161,2
Грузооборот, тыс. м <sup>3</sup> /год	55,2	58,5	60,5	58,1	58,1
Среднее расстояние вывозки, м	10,6	180,9	716,7	1001	485,2
Строительство сооружений, млн. руб.	–	10	–	–	10
Общая стоимость, млрд. руб.	0,1	0,36	0,61	1,2	2,27

Следующим этапом создания экспериментального проекта ТС является автоматизированное проектирование трассы лесной автомобильной дороги в системе CREDO Дороги III поколения. Она представляет собой определенный технологический цикл проектирования автомобильных лесных дорог и выполняется в заданной последовательности, так как решения, полученные на предыдущем этапе проектирования, являются исходными данными для его продолжения [5].

За основу возьмем фрагмент ТС – запроектированную трассу лесной дороги (рис. 1).

Процесс создания проекта трассы лесной дороги Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз» состоит в следующем:

1. *Подготовка картографического материала с помощью программы Transform.* Подготовка картографического материала для работы в системе CREDO ДОРОГИ в программе TRANSFORM включает сканирование фрагментов топографического плана с горизонталями, их трансформацию, наложение контуров видимости и сохранение для использования в качестве подложки в системе CREDO ДОРОГИ.

2. *Создание цифровой модели рельефа на основе картографического материала.* Цифровая модель рельефа (ЦМР) – средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей, рельефа). В системе CREDO ДОРОГИ таким представлением является нерегулярная сеть треугольников (триангуляция Делоне), построенная с учетом дополнительных условий, накладываемых используемыми структурными линиями на поле точек, которые имеют пространственные координаты и высоту.

На рис. 2 представлена цифровая модель рельефа кварталов № 79–81, № 86–88, № 93–95.

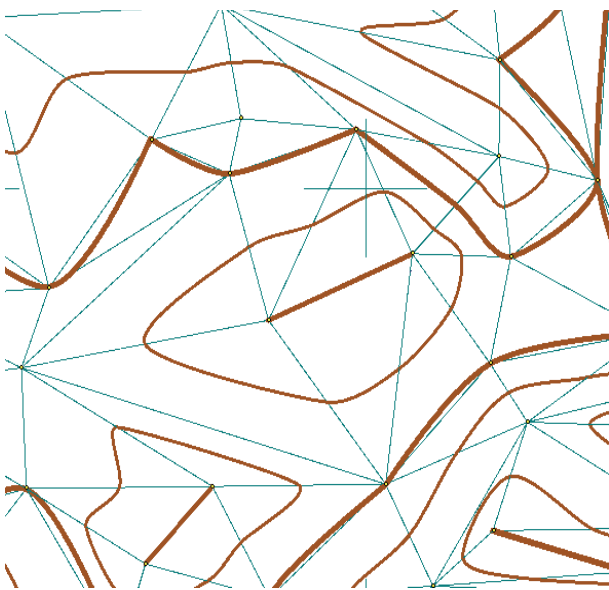


Рис. 2. Цифровая модель рельефа Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз»

3. *Создание цифровой модели ситуации.* Цифровая модель ситуации (ЦМС) включает в себя площадные (участки земельных угодий, водоемы, населенные пункты, площадки, отдельные здания и сооружения и т. д.), линейные (дороги, водотоки, линии побережья, линии электропередач и инженерных коммуникаций и др.) и точечные объекты. В нашем случае отражаем квартальную сеть, выдела, существующую сеть дорог, гидрографию участков лесного фонда.

В табл. 3 приведены основные размерно-качественные характеристики лесонасаждений в кварталах № 87 и № 88.

Таблица 3

Характеристика кварталов

Выдел	Площадь, га	Порода	ТУМ	Объем, м <sup>3</sup>	Возраст, лет
Квартал № 87					
2	1,5	Береза	С2	410	55
3	2,4	Ель	Д2	710	75
6	11,5	Береза	С2	3250	60
7	10,1	Береза	С2	2450	60
Квартал № 88					
4	2,4	Береза	С2	600	55
3	13,3	Береза	С3	3380	65
2	1,0	Ель	Д2	280	75

4. *Проектирование плана трассы лесной дороги методом полигонального трассирования.* Проектирование плана трассы лесной автомобильной дороги должно проводиться по основным принципам: соблюдение требований действующих нормативных документов: минимальные радиусы кривых в плане, максимальный продольный уклон в соответствии с техническими нормами, приведенными в СНиП 2.05.07-91 «Промышленный транспорт» [6]; учет природных условий района проложения трассы; ситуационных особенностей района проектирования; вариантов пересечения крупных водотоков, а также ландшафтного проектирования лесных дорог.

В данном проекте проектирование плана трассы ведется с помощью полигонального трассирования. Для этого в отдельный слой экспортируется трасса дороги в CREDO Дороги (полигон) – ломанный магистральный ход, характеристика которого приведена в табл. 4 (система координат условная). Проектирование выполнялось в программе, написанной на основе (с использованием) библиотеки MapWinGis ActiveX.

Характеристика ломанного магистрального хода

№ точки	Координата, м		Длина участка, м	Рельефная отметка, м	Азимут	Румб
	x	y				
0	0	0		187,91		
1	-40	-156	161	188,26	255,7	ЮЗ: 76
2	57	-336	204,6	189,38	298,3	СЗ: 62
3	-58	-668	351,2	188,13	17,7	СВ: 18
4	544	-342	183,3	184,24	348,9	СЗ: 11
5	608	-605	270,6	181,60	283,7	СЗ: 76
6	382	-693	243,2	183,17	201,4	ЮЗ: 21

В его изломы вписывают круговые кривые. На рис. 3 показан план трассы лесной дороги.

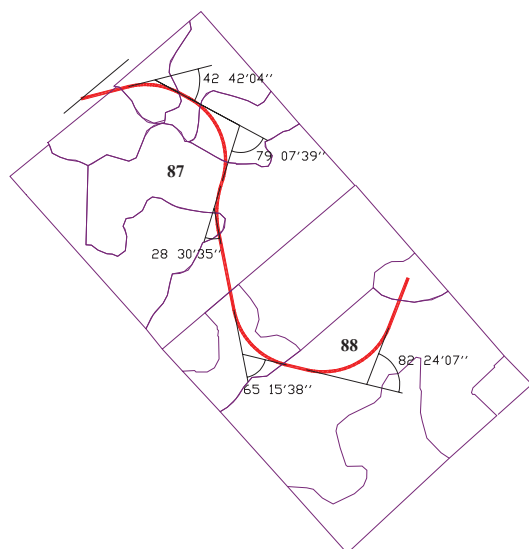


Рис. 3. План трассы лесной автомобильной дороги Натальевского лесничества

После создания плана трассы производим расчет *Ведомости углов поворота, прямых и кривых* для нашего варианта.

5. *Проектирование продольного профиля лесной автомобильной дороги методом оптимизации.* В системе CREDO ДОРОГИ применяются два метода проектирования продольного профиля:

1. Метод автоматизированного проектирования, или оптимизация. Метод предусматривает программный контроль соблюдения требований проектировщика по минимально допустимым радиусам, максимально допустимому продольному уклону и контрольным точкам.

2. Метод конструирования проектной линии по контрольным точкам и элементам. Контроль соблюдения требований возлагается на проектировщика.

В нашем проекте продольный профиль проектируется методом оптимизации по эскизной линии.

Проектирование продольного профиля лесной автомобильной дороги выполняется в соот-

ветствии с техническими нормами, приведенными в СНиП 2.05.07-91 «Промышленный транспорт» [6].

Основными принципами положения проектной линии продольного профиля независимо от метода проектирования являются:

- 1) соблюдение технических норм проектирования: максимальный продольный уклон, минимальные радиусы вертикальных кривых;
- 2) обеспечение минимальных объемов земляных работ и рационального распределения земляных масс;
- 3) прохождение проектной линии через контрольные точки: водопропускные трубы, мосты, путепроводы;
- 4) ограничение длин участков с предельными уклонами;
- 5) ограничение минимальных длин вертикальных кривых одного знака во избежание получения «неспокойной» проектной линии;
- 6) обеспечение зрительной плавности и ясности трассы, удобства и безопасности движения.

Проектирование продольного профиля лесной дороги в системе CREDO ДОРОГИ включает в себя следующие этапы:

- назначение черного профиля;
- создание эскизной линии;
- назначение контрольных точек;
- оптимизация продольного профиля.

6. *Проектирование земляного полотна.* Земляное полотно – наиболее разнообразный по конструкции элемент лесной автомобильной дороги. При проектировании земляного полотна необходимо обеспечить его прочность и устойчивость под многократным воздействием нагрузок от подвижного состава и природных факторов.

Требования к земляному полотну в различных дорожно-климатических зонах нашли свое отражение в типовом проекте конструкций земляного полотна. Случаи разработки индивидуальных проектов земляного полотна с проверкой его устойчивости определены в СНиП 2.05.07-91 «Промышленный транспорт» [6].

Проектирование земляного полотна лесной дороги в системе CREDO ДОРОГИ включает в себя следующие этапы:



- установление параметров проезжей части;
- установление параметров обочин;
- установление параметров откосов земляного полотна;
- расчет объемов земляных работ.

7. *Оформление и вывод чертежей и ведомостей.* Является заключительной частью экспериментального проекта транспортной сети Натальевского лесничества и включает в себя:

- оформление и вывод чертежа плана трассы лесной дороги;
- оформление и вывод чертежа продольного профиля дороги;
- оформление и вывод чертежа поперечного профиля дороги;
- вывод ведомостей по объемам работ.

**Выводы.** Разработанные требования к транспортной сети базируются на современных компьютерных информационных технологиях и отличаются возможностью картографического представления информации. При этом математическая модель транспортного освоения лесного массива выполнена на основе автоматизированной системы управления лесным хозяйством с использованием ГИС-технологий [8] и программного комплекса III поколения CREDO Дороги [9].

В результате разработки экспериментального проекта транспортной сети Натальевского лесничества ГЛХУ «Червенский лесхоз» можно выделить следующие требования:

1) сеть лесных автомобильных дорог следует размещать согласно схемам транспортного освоения лесного фонда, разработанным в соответствии с перспективой развития лесного хозяйства предприятия, области или республики [9];

2) транспортную сеть в лесном массиве необходимо проектировать многофункционального назначения, обеспечивающую своевременную вывозку заготовленной древесины и сохранение лесной среды, транспортировку нелесных грузов и перемещение пассажиропотоков между населенными пунктами;

3) размерно-качественные характеристики лесонасаждений должны оказывать решающее влияние на размещение транспортной сети в эксплуатационных лесах;

4) планирование развития транспортной сети и осуществление доступа к сопутствующим трассе лесным и другим природным ресурсам необходимо проводить с учетом разработанной методики оценки, мониторинга и прогнозирования расположения транспортных путей на долгосрочную перспективу с учетом очередности освоения лесного фонда.

5) целесообразность и очередность строительства устанавливается по величине экономиче-

ского эффекта, достигаемого за счет транспортировки грузов, уменьшения себестоимости перевозок и ликвидации других потерь производства, вызванных отсутствием надлежащей дорожной сети.

## Литература

1. Программа развития лесного хозяйства на 2007–2011 годы: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 29.12.2006. – Минск: РУП «Белгипролес», 2007. – 86 с.

2. Программа транспортного освоения лесного фонда и строительства лесохозяйственных дорог в лесах Республики Беларусь на период до 2010 года: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 11.09.2006. – Минск: РУП «Белгипролес», 2006. – 60 с.

3. 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.

4. Правила отпуска леса на корню в лесах Республики Беларусь: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 29.03.2002. – Минск, 2002. – 25 с.

5. Козлова, Н. А. Проектируем с CREDO Дороги / Н. А. Козлова // Автоматизированные технологии и проектирование. – 2008. – № 4. – С. 25–28.

6. Промышленный транспорт: СНиП 2.05.07-91. – Введ. 01.07.92. – М., 1992. – 120 с.

7. 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.

8. Черненкова, Т. В. Использование технологий ГИС для оценки современного состояния лесных территорий / Т. В. Черненкова, В. Н. Бочарников // Аэрокосмические методы и геоинформационные системы в лесоведении и лесном хозяйстве: докл. 3-й Всерос. конф., посвященной памяти Г. Г. Самойловича, Москва, 18–19 апреля 2002 г. / Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, [и др.]. – М., 2002. – С. 305–309.

9. Комарницкий, Ю. И. CREDO Дороги в действии / Ю. И. Комарницкий // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2008. – № 4. – С. 29–31.

10. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Требования к лесным автомобильным дорогам: СТБ 1627-2006. – Введ. 01.11.2006. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2006. – 20 с.