

лесного фонда за счет собственных средств предприятий, уровень этого строительства явно недостаточен для нормальной работы лесного комплекса. Проектирование, строительство и финансирование лесных дорог является сложной проблемой, решать ее необходимо совместными усилиями государства и представителей бизнеса.

3. Не следует препятствовать появлению в ближайшем будущем частных лесных дорог лесопромышленных компаний.

4. Требуется совершенствования нормативная правовая база.

### **Organizational and legal, economical aspects of forest roads network development**

Based on the analysis of the Komi republic Forest Plan, resource-and-transportation analysis is made on the example of the Komi republic. The article considers organizational and legal financing problems of construction, use of forest roads construction, defining the forest roads' owners, working out the basic legal acts, regulating in legislation construction and use of transport infrastructure. The necessity to increase transport accessibility is methodologically proved as one of the main conditions of making the forest recourses accessible for wood transportation to existing and developing wood processing companies.

## **2.2. Особенности технологии создания экспериментального участка тестовой дороги**

Основываясь на принципах механики грунтов и учитывая преобладающие виды грунтов на большей территории Республики Коми, мы предлагаем построить в регионе два типа экспериментальных дорог по технологиям, описанным ниже. Данные модели основаны на пяти основных аспектах.

*Первым аспектом* является преобладание пылеватых суглинков, которые при выпадении осадков и повышении влажности становятся очень пластичными. Подобный слой грунтов следует либо полностью убирать, либо стараться не затрагивать вообще для сохранения природных качеств.

*Вторым аспектом* является тот факт, что вода не должна подтапливать дорогу. Дорожное покрытие должно быть выше поверхности земли (рис. 8).

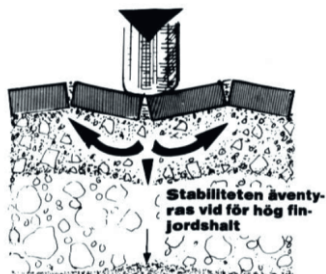
*Третьим аспектом* является устройство гидроизоляционных или капилляропрерывающих слоев на дороге, которые не позволят воде из глубинных слоев увлажнять дорожное полотно. Для этих целей может быть использован геотекстиль, крупный песок, просто гумус и другие материалы. Именно по этой причине мы и предлагаем строить дорогу на неповрежденном, по возможности, гумусовом слое. Это также означает, что мы стараемся избегать строительства канав вдоль дороги. Если существует необходимость отвода воды, канава может быть вырыта на

расстоянии 5–10 м от дороги и через определенное расстояние вода будет отводиться на другую сторону через водоотводную трубу.



**Рис. 8. Пример строительства лесной дороги на торфянике в Швеции. Канавы отсутствуют, достаточно крупные камни положены на геотекстиль и поверхностный слой сделан из мелкозернистого материала**

*Четвертым аспектом* является необходимость распределения подвижной нагрузки от колеса по рабочему слою земляного полотна (рис. 9).



**Рис. 9. Если дорожный грунт содержит слишком много мелкозернистого материала, нагрузка от колес станет причиной быстрого появления колеи. В колее будет скапливаться вода, что приведет к повреждениям покрытия**

Покрытие из качественного материала может принимать на себя большую нагрузку. Типичной моделью для Швеции является применение дробленого камня с острыми краями (щебня), распределяющего нагрузку по всему слою.

В Коми для строительства дорог может применяться древесина, являющаяся дешевым материалом. Древесина должна быть раздроблена в дробилке для получения щепы, неоднородной по размеру, с острыми краями. Обычная рубительная машина (например, Bruks 850) может произвести щепу хорошего качества, одинаковую по размеру. Подобный материал имеет небольшой угол трения, и щепа может скользить друг по другу. Поэтому для сохранения неподвижности материала его необходимо фиксировать геосеткой. В Швеции геосетки в качестве подобных усилителей используются давно. Крепкая (немного эластичная в двух направлениях, но менее жесткая в третьем направлении, что позволяет сворачивать ее в рулон) геосетка может фиксировать материал-наполнитель в ячейках сетки и таким образом распределять нагрузку на большое расстояние. Чем выше эластичность сетки, тем меньше распределение сил.

*Пятый аспект* является защита конструктивных слоев дорожного полотна от попадания дождевой воды. Поперечный уклон покрытия должен быть 4–5 % для обеспечения стока воды с дороги. В последнее время мы смешиваем мелкозернистый материал с крупнозернистым и уплотняем его в верхнем слое. Дорожники Швеции в настоящее время испытывают разные материалы: бетон (3–5 %), древесный шлак, остатки лигнина от ЦБП. Так как у нас нет данных, каким образом данные материалы взаимодействуют с грунтами Коми (это зависит от химических реакций почв с разными материалами), подобные эксперименты можно провести в будущем, но не в рамках данного проекта.

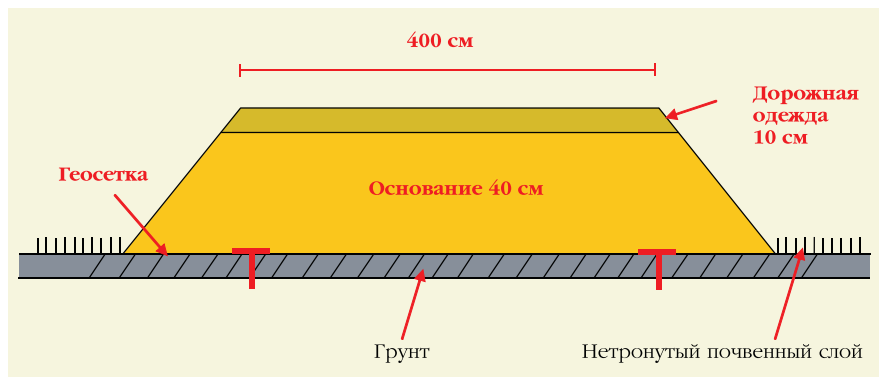
Мы также выяснили, что лесные дороги в России довольно широкие. Норвежцы часто подтрунивают над шведами, говоря, что мы «разбавляем» дорожные материалы, строя широкие дороги, вместо того, чтобы строить узкие дороги с прочным покрытием по типу норвежских. К сожалению, следует признать, что они правы. Лучше строить узкие дороги с небольшим расходом материалов, чем распределять материалы по ширине: более низкая несущая способность и больше затрат. С другой стороны, мы тогда будем вынуждены строить развязки каждые 500 м.

### **Предлагаемая экспериментальная дорога, тип А**

Основываясь на информации, полученной в Коми, мы предлагаем построить экспериментальную дорогу типа А (рис. 10) и оценить ее в последующем в рамках учебного курса. Ввиду отсутствия либо

невозможности получения некоторых материалов мы предлагаем немного отступить от основных принципов. Это означает, что срок службы дороги будет не таким длительным, как хотелось бы.

Длина дороги 100 м, прямая.



**Рис. 10. Чертеж предлагаемой дороги, тип А**

### Строительство дороги

Ширина полосы отвода 12–15 м. Деревья на месте будущей дороги вырубаются. Пни срезаются в уровень с поверхностью земли, почвенный слой по возможности оставляют без повреждений. Канавы не устраиваются.

Для строительства лучше всего подойдет ровная прочная геосетка с пределом прочности при растяжении по меньшей мере 30 кН/м, которая расстилается прямо по гумусовому слою. Обычно используется геосетка шириной 4 или 4,5 м. Если использовать две геосетки длиной 50 м, нахлест составляет 1 м, зажимы располагаются на расстоянии 1 м друг от друга по поперечному сечению для того, чтобы прочно закрепить сетки друг с другом. В данном эксперименте мы использовали сетку «Стеклонит ССНП 100/100-25 (400)», несмотря на то, что она слишком эластична. Края сетки скрепляются специальными зажимами или деревянными кольями, у которых есть крючок сверху для того, чтобы прижать сетку к земле. Подойдут вертикально вбитые 20-сантиметровые кольшики. Крючки повернуты наружу для того, чтобы сетка не сползала к центру во втором и третьем рядах от края. Штыри (120 шт.) могут располагаться на расстоянии 2 м друг от друга. Для данной работы необходимы геосетки размером 220 м<sup>2</sup>.

Следующий этап заключается в формировании основания. Для этого на геосетке устраивается слой дробленой древесины толщиной 35–40 см, переработанной прямо на месте (могут быть использованы разные

породы деревьев), фрагменты должны быть длиной 2–15 (20) см. При ширине дорожного полотна 4,5 м необходимо 160 м<sup>3</sup> дробленой древесины. Материал разравнивается бульдозером на базе гусеничного трактора. Вес трактора не имеет значения (1,5–4 т), но важно вибрационное уплотнение, за счет которого дробленая древесина уплотнится. Таким образом создается второй несущий слой высотой 30 см.

Для того чтобы закрепить дробленую древесину на месте, мы предлагаем положить поверх щепы второй слой геосетки. Эта геосетка может быть закреплена таким же образом, но теперь уже 50-сантиметровыми кольшками, вбитыми в землю, с крючками, захватывающими и прижимающими геосетку. Таким образом, используются две геосетки по 220 м<sup>2</sup> и 110 зажимов.

На заключительном этапе формируем верхний слой – покрытие. Он состоит из грунтов различных видов. Предлагаем использовать следующие материалы: песок, мелкий песок и пылеватые суглинки. Песок и пылеватые суглинки смешиваются в пропорции 50/50 просто в ковше погрузчика. Слой уплотняется вибрационным катком на 50 %, что означает устройство 20-сантиметрового слоя (около 80 м<sup>3</sup>). Этот слой должен быть сделан грейдером, который спрофилирует его и придаст уклон 4–5 % от центра к краям, как показано на рис. 10. Это важно для обеспечения стока дождевой воды с дороги. Затем вибрационным катком снова уплотняют покрытие, и грейдер окончательно профилирует его.

В последующих экспериментах поверхность может быть сформирована из смеси, содержащей шлак и лигнин. Влажность грунта и слоя покрытия должна быть около 15 % для того, чтобы его можно было тщательно уплотнить.

Когда поверхность высохнет, дорога пригодна для использования.

### **Предлагаемая экспериментальная дорога, тип В**

Тип В строится по типу А. Подготовка 100 м дороги такая же, как в предыдущем типе.

#### **Строительство дороги**

Ширина дороги 5 м. Строительство ведется также без канав. Длинные деревья распиливаются на необходимую длину и из них устраивается поперечный настил. На настил укладываются лесосечные отходы. Слой веток и стволов должен быть 30 см.

Мы используем геосетку размером 400 м<sup>2</sup>, которая расстилается на хворостяную выстилку. Затем на поверхность отсыпается 25-сантиметровый слой смеси песка и пылеватых суглинков (50/50), 100 м<sup>3</sup>,

выравнивается и уплотняется по типу А с таким же уровнем влажности. В дальнейшем можно поэкспериментировать с добавлением золы в верхнем слое.

Когда поверхность высохнет, дорога пригодна для использования.

### Контроль качества дороги

В контроле за состоянием лесных дорог используются геотехнические инструменты, например экспериментальный малогабаритный дефлектометр. Измеряются влажность и отклонение и переводятся в модули прочности (модули эластичности), где характеристика 300 МПа является показателем очень высоким, а показатели ниже 150 МПа говорят о недостаточно хорошей несущей способности в период таяния снега.

Для наших экспериментальных дорог предлагается более простой метод, который может быть проведен при помощи студентов. В Швеции при оценке гравийных дорог общего пользования определяются:

- состояние дорожного покрытия в продольном профиле (возникновение ям или волн на дороге);
- состояние дорожного покрытия в поперечном профиле (колеи, их глубина);
- общее состояние дороги (смещение материала с полосы наката к центру дороги и обочинам, отсутствие поперечного уклона, перемещение материала нижних слоев дорожной одежды на поверхность покрытия).

Данные должны быть сопоставлены с количеством транспорта – грузовиков, машин, груженых лесовозов, с их общим весом. Измерения должны проводиться три раза в год: в период таяния снега, летом и во влажный осенний период.

Следует различать грузовики с разным количеством осей всего состава. При пропускной способности более 300 лесовозов в год дорога может приобрести статус дороги общего пользования низкой категории и может быть использована круглый год, кроме периодов распутицы.

### Technological peculiarities used at the test road

Two types of test road constructions for silt soil conditions based on five important aspects are described in the article. Due to the lack of road construction materials in Komi and the cost of traditional wooden roads constructions, new roads types were tested for improvement of the forest roads. New models were discussed during the seminars in November and February 2009 and a new model based on crushed wood material or felling residues and geonet instead of the logs is proposed to be used in order to find out more efficient and cheaper technologies in forest roads construction. The idea was to evaluate and develop the principles as Master/Bachelor

students' thesis work. Unfortunately the delivered geonet for the test road was not the optimal type but the principle of using geonets in road construction is becoming of increased interest in Sweden.

### 2.3. Особенности строительства лесных дорог

Россия – одна из самых крупных лесных держав мира. Площадь, покрытая лесами, составляет 45,6 % ее территории. Площадь лесов России за последние 40 лет увеличилась более чем на 120 млн га (рис. 11). Запасы древесины превышают 80 млрд м<sup>3</sup> и также имеют тенденцию роста (рис. 12), а годичный прирост древесины в 2006 г. превысил 990 млн м<sup>3</sup> (рис. 13). Основные запасы древесины – 78 % – сосредоточены в районах Сибири и Дальнего Востока.

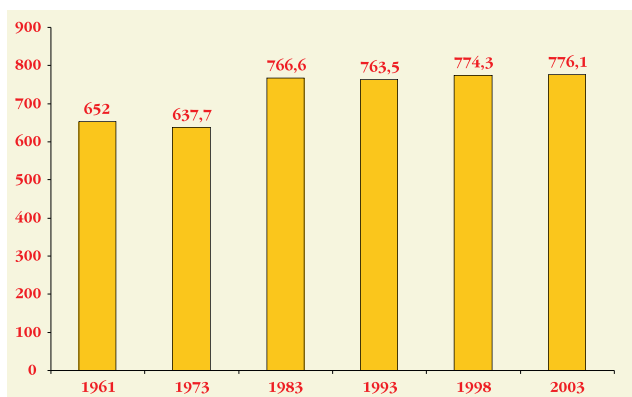


Рис. 11. Лесопокрытая площадь Российской Федерации по годам государственного учета лесного фонда, млн га

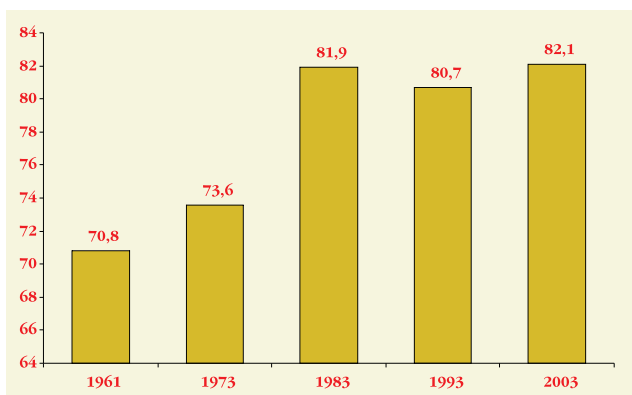


Рис. 12. Общий запас древесины Российской Федерации по годам государственного учета лесного фонда, млрд м<sup>3</sup>