

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 м³ и также имеют тенденцию роста (рис. 12), а годичный прирост древесины в 2006 г. превысил 990 млн м³ (рис. 13). Основные запасы древесины – 78 % – сосредоточены в районах Сибири и Дальнего Востока.

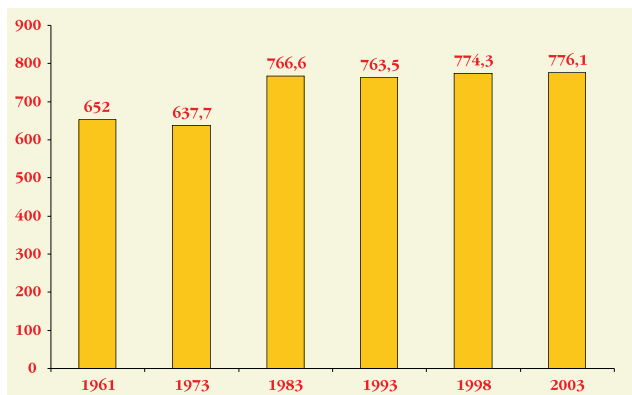


Рис. 11. Лесопокрытая площадь Российской Федерации по годам государственного учета лесного фонда, млн га

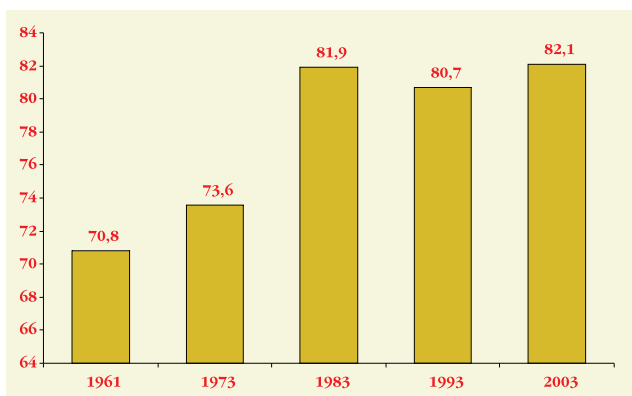


Рис. 12. Общий запас древесины Российской Федерации по годам государственного учета лесного фонда, млрд м³

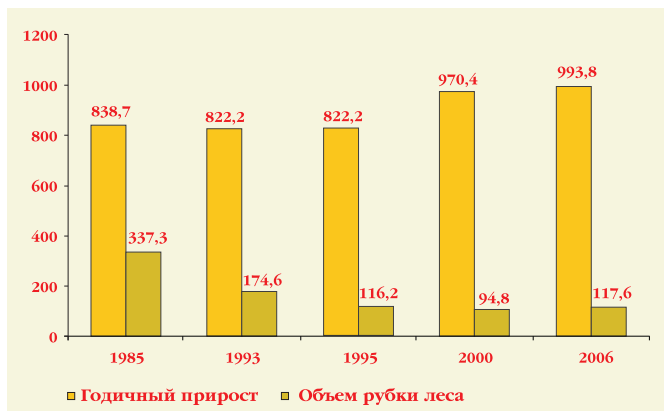


Рис. 13.
Годичный прирост древесины и объемы рубки леса в Российской Федерации, млн м³

Однако объемы вывозки древесины после 1990 г. резко сократились и в настоящее время не достигают уровня даже 1945 г. (рис. 14 и 15).

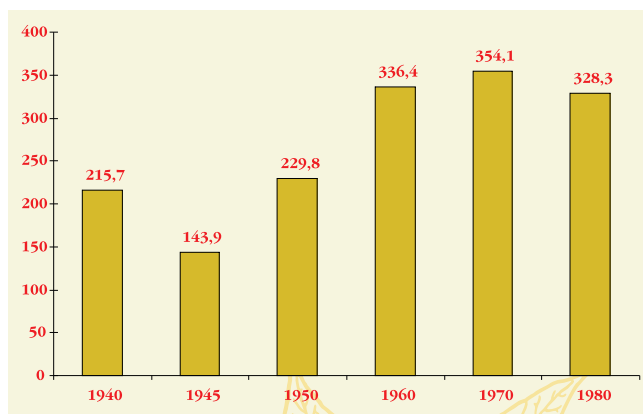
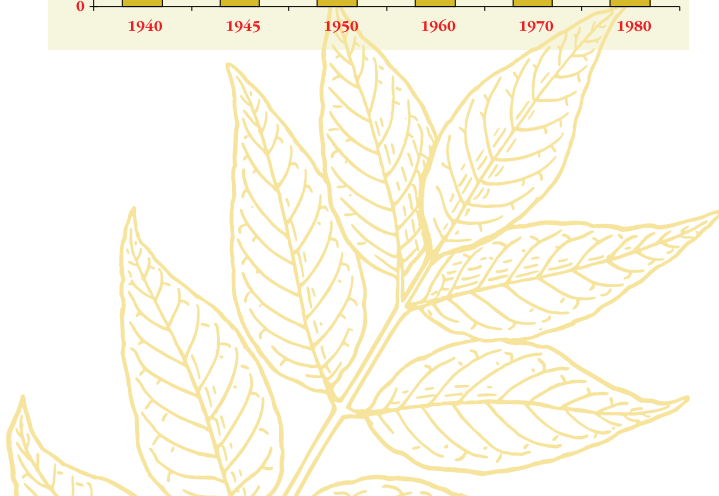


Рис. 14.
Вывозка древесины в Российской Федерации за 1940–1980 гг., млн м³



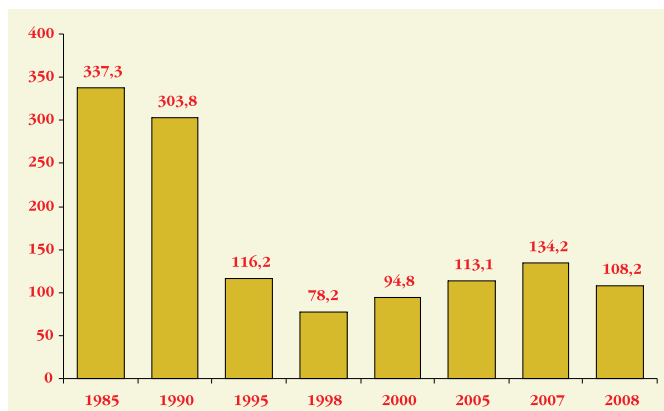


Рис. 15.
Вывозка
древесины в
Российской
Федерации за
1985–2008 гг.
(по данным
ФСГС), млн м³

Одной из основных причин этого является отсутствие лесных дорог в неосвоенных лесных территориях. До 1990 г. в лесной промышленности активно строились лесовозные дороги, и протяженность их в 1990 г. превысила 130 тыс. км (рис. 16).

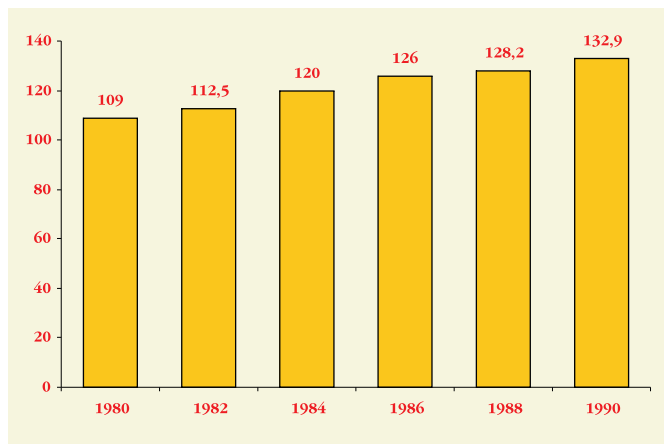


Рис. 16. **Общая**
протяженность
лесовозных
дорог, тыс. км

Например, в 1987 г. было введено в строй 10600 км лесовозных дорог, т. е. на 1 млн м³ вывезенной древесины пришлось 50 км дорог. В 1990 г. было построено около 500 км дорог, или 16,5 км на 1 млн м³ вывезенной древесины. В настоящее время строится менее 400 км дорог, или 2,8 км на 1 млн м³ древесины.

Основной объем древесины в настоящее время вывозится по построенным ранее лесным дорогам, которые морально и физически изношены и содержание которых не отвечает техническим требованиям. К тому же большую часть сети лесных дорог составляют грунтовые неустроенные дороги (рис. 17). Поэтому лесосырьевые базы лесопромышленных предприятий истощены, а объемы работ по лесовосстановлению недостаточны.

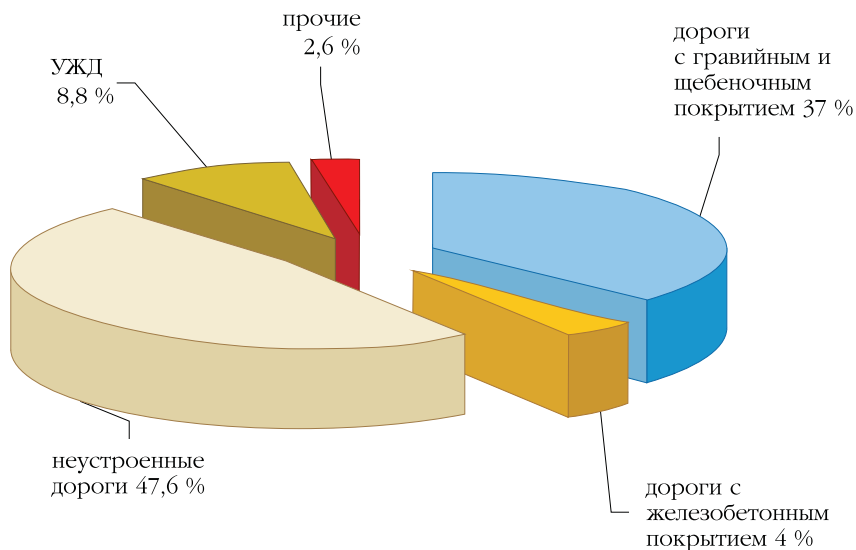


Рис. 17. Удельный вес дорог различных типов

В настоящее время, по оценке специалистов, необходимо ежегодно строить около 10 тыс. км лесных дорог с твердым покрытием круглогодичного действия. При этом стоимость строительства 1 км дороги с двухполосным движением составляет от 3 до 9 млн руб., т. е. строительство дорог требует большого объема финансирования.

Дальнейшее развитие лесного сектора зависит от транспортной доступности лесов.

Объем строительства лесных дорог можно определить по формулам:

$$L_{\text{в}} = \frac{k_{\text{р}} Q}{100 q d_{\text{в}} k_{\text{и}}} \quad \text{и} \quad L_{\text{у}} = \frac{2,32 Q}{100 q d_{\text{у}} k_{\text{и}}},$$

где L_v и L_y – протяженность строительства соответственно веток и усов, км; k_p – коэффициент развития трассы; Q – объем вывозки древесины, м³; q – ликвидный запас древесины на 1 га общей площади, м³/га; d_v и d_y – расстояния между соответственно ветками и усами, км; $k_{и}$ – коэффициент использования лесосечного фонда (при сплошных рубках $k_{и} = 1$; при выборочных рубках и с промежуточным использованием $k_{и} = 1 - xz$, где x – удельный вес заготовки древесины при выборочных рубках; z – удельный вес оставленных на корню деревьев).

Основные запасы древесины располагаются в первой и второй дорожно-климатических зонах, характеризующихся избыточным увлажнением грунтов вследствие превышения осадков над испарением и высокого уровня грунтовых вод. Во многих лесных регионах отсутствуют местные дорожно-строительные материалы. Эти условия вызывают значительные сложности в технологии строительства дорог.

При планировании транспортного освоения лесосырьевой базы выделяют зоны летней и зимней вывозки. Для каждой зоны сеть дорог проектируют отдельно. Так как строительство зимних дорог дешевле летних в 5–10 раз, то сеть зимних дорог проектируют более густой. Это позволяет сократить расстояние трелевки – самой дорогой транспортной составляющей.

В последние годы повышение производительности труда на вывозке леса обеспечивается благодаря изменению структуры парка лесовозных машин в пользу тяжеловесных автопоездов с высокими осевыми нагрузками и высокими скоростями движения. Тяжеловесные автопоезда движутся по проезжей части по одному следу (полосе наката). Воздействие подвижных нагрузок на дорожную конструкцию вызывает значительные нагрузки и деформации именно в полосе наката.

Эти особенности предъявляют высокие требования к конструкции дорог, применяемым дорожно-строительным материалам и технологии строительства дорог. Обеспечить эти требования с практической и экономической точек зрения очень сложно.

Серьезной проблемой является строительство лесных дорог, имеющих ограниченный срок службы, – веток (срок службы до 5 лет) и усов (срок службы 1 год) на слабых основаниях – болотах, пылеватых грунтах и в местах с длительно стоящими поверхностными водами (более 30 суток). В таких условиях в дорожной конструкции часто используют древесину. В зависимости от типа местности, характера и степени увлажнения грунтов конструкция усов с использованием древесины может быть различной. Подготовка основания дороги заключается в уборке валунов и валежника, срезке пней в уровень с землей. В отдельных случаях засыпают ямы и срезают бугры.

При строительстве веток и усов могут использоваться дерево-грунтовые покрытия. На грунтовое основание укладывают поперечины

из круглой древесины длиной 4,5 м и диаметром 12–20 см через 2,0–2,5 м, затем устраивают колею из продольных лежней – хлыстов или бревен, уложенных вразнокомелицу. Лежни фиксируют, после чего на эту конструкцию отсыпают земляное полотно из дренирующего материала. Расход древесины на 1 км пути – 600–650 м³. В основании конструкции может быть устроен сплошной поперечный настил из круглой древесины диаметром 8–15 см с последующей отсыпкой земляного полотна. На поверхность настила целесообразно уложить хворостяную выстилку толщиной 10–20 см в уплотненном состоянии, что позволит уменьшить расход грунта. Расход древесины на 1 км настила – 900–1100 м³.

На строительстве усов применяется покрытие из хворостяной выстилки (подушки) без засыпки и с засыпкой дренирующим грунтом. Толщина хворостяной подушки 15–30 см в уплотненном состоянии, толщина грунта над подушкой 15–25 см. В сырых заболоченных лесосеках строят усы с колейнными деревянно-лежневыми или щитовыми покрытиями (рис. 18).

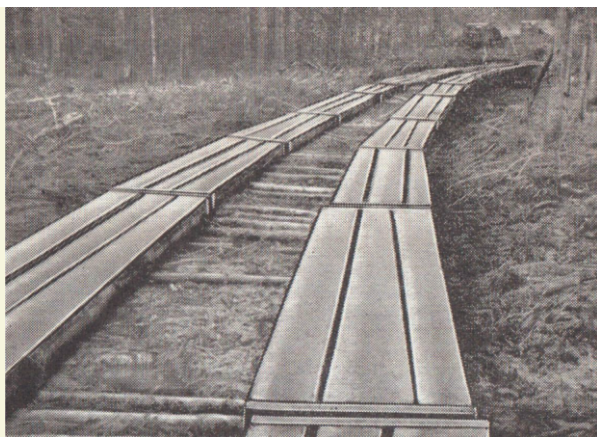


Рис. 18. Лесовозный ус с покрытием из деревянных щитов

В зависимости от типа местности, конструкция основания из древесины может быть различной. Колесопроводы из лежней или щитов укладывают на шпалы (поперечины), которые могут располагаться непосредственно на подготовленном грунтовом основании либо на 2- или 3-ярусных клетях, изготовленных из древесины. Все конструктивные элементы надежно скрепляются.

Ширина колеи из лежней или щитов 1,0 м, толщина (диаметр) 18–20 см. Длина лежней из круглой древесины 6,0 м и более, длина деревянных щитов 6,0 м. Ширина межколейного промежутка 0,8–1,0 м

в зависимости от типа лесовозного поезда. Расход древесины на 1 км уса составляет для колесопроводов 380–460 м³, для основания из круглой древесины 200–1000 м³. Деревянные элементы усов можно использовать неоднократно, перекладывая их на новое место строительства усов.

Лежневые и щитовые колеиные покрытия имеют ряд эксплуатационных недостатков: трудность строительства; большой расход древесины; низкие скорости движения лесовозных поездов по ним; сложность управления автопоездами; необходимость в высококвалифицированных водителях; длительные перерывы в движении при сходе груженых автопоездов с колесопроводов; невозможность проезда после демонтажа уса или разрушения покрытия. Поэтому понятно стремление лесозаготовителей максимально использовать грунтовые, гравийные усы, хворостяную подушку или зимние дороги.

В зоне лесов преобладают суглинистые разновидности грунтов. Высоту насыпей магистралей и веток определяют исходя из требований водно-теплого режима и заносимости снегом. Высота поверхности покрытия должна быть под уровнем грунтовых вод и поверхностью земли такой, чтобы влажность грунта земляного полотна и зимнее пучение покрытия не превышали допустимых норм. Особенно опасно накопление влаги в земляном полотне в зимний период, когда происходит миграция всех форм воды из глубинных слоев грунта в верхние, промороженные. На границе промерзания грунта земляного полотна вода конденсируется и замерзает, образуя сначала кристаллы, а затем ледяные линзы. В итоге происходит зимнее пучение покрытия. Весной дорожная одежда, очищенная от снега, оттаивает быстрее, чем земляное полотно в целом. Для воды, находящейся как бы в корыте, отсутствует возможность выхода и вследствие этого дорога выходит из строя. Наступает весенняя распутица.

Для предотвращения переувлажнения грунта земляного полотна и уменьшения его высоты, а следовательно, и расхода грунта на строительство устраивают капилляропрерывающие или гидроизоляционные прослойки из различных материалов. В ряде случаев они могут одновременно служить теплоизоляционным слоем. Прослойки устраивают из дренирующих грунтов (песка, песчано-гравийной смеси, гравия, шлака и т. п.). Толщина прослойки должна быть больше высоты капиллярного подъема воды в этих материалах. Прослойки можно устраивать из грунта, обработанного органическими вяжущими. Их располагают в нижней части насыпи на высоте не менее 0,2 м над уровнем поверхностных вод. Такие прослойки усложняют технологию и стоимость строительства дороги. Не всегда есть материалы для их устройства.

Перспективным является применение в качестве прослоек геотекстильных материалов – тканей и сеток. Первый положительный опыт применения нетканых синтетических материалов в строительстве лесовозных дорог был осуществлен в 70-х годах прошлого века. В настоящее время ряд фирм освоили промышленное производство разнообразных геотканей и геосеток. Прослойки из геотканей используют как капилляропрерывающие, фильтрационные, армирующие и для разделения слоев с различными материалами, препятствуя их смешению. Прослойки из геосеток применяют для разделения зернистых каменных материалов с грунтом земляного полотна или песчаным основанием и для повышения прочности дорожной конструкции. Прослойки из геоматериалов могут укладываться в различных местах дорожной конструкции в зависимости от их назначения.

Прослойки можно использовать не только при строительстве магистралей и веток, но и временных дорог – лесовозных усов. В этом случае для увеличения несущей способности слабого грунтового основания по его ширине сохраняют растительный слой и срезают пни в уровень с землей. По возможности устраивают хворостяную подушку. На подготовленное таким образом основание раскатывают геоматериал, расправляют его и по краям фиксируют анкерами (деревянными кольями). После этого отсыпают слой дренирующего грунта необходимой толщины.

Летом 2009 г. в рамках российско-шведской программы «Сотрудничество в области лесного образования» вблизи поселка Бортом-База Сысольского района Республики Коми был построен опытный участок лесной дороги длиной 200 м с использованием геосетки фирмы «Стеклонит».

Строительство лесных дорог в Республике Коми усложняется природными условиями – повышенной влажностью и подвижностью грунтов, заболоченностью земель лесного фонда, практически полным отсутствием качественных местных дорожно-строительных материалов (рис. 19, а, б).

По ширине естественного основания дороги пни не корчевались, а спиливались в уровень с землей. Тем самым сохранялись корневая система и мохо-растительный слой, которые армируют грунт. Неровности заполнялись лесосечными отходами.

Были построены два варианта дорожной конструкции.



Рис. 19 (а, б). Характерные участки местности, выбранные для строительства дороги

В первом варианте на поверхности подготовленного грунтового основания устраивался поперечный настил из низкосортной древесины. На него отсыпался слой грунта, по поверхности которого расстилалась геосетка. Сетка натягивалась и по краям фиксировалась деревянными кольями длиной 20 см. На сетке устраивалась грунтовая дорожная одежда из песка гравелистого.

Во втором варианте на подготовленное грунтовое основание укладывалась геосетка, натягивалась и по краям фиксировалась деревянными кольями длиной 50 см. На сетке устраивалось основание из горбыля, уложенного в три слоя крест-накрест. На это основание отсыпался слой песка гравелистого – дорожная одежда.

Этапы строительства опытного участка дороги представлены на рис. 20–25.



Рис. 20. Доставка и разгрузка песка на геосетку, уложенную на поверхность земляного полотна



Рис. 21. Распределение песка бульдозером способом «от себя» по геосетке

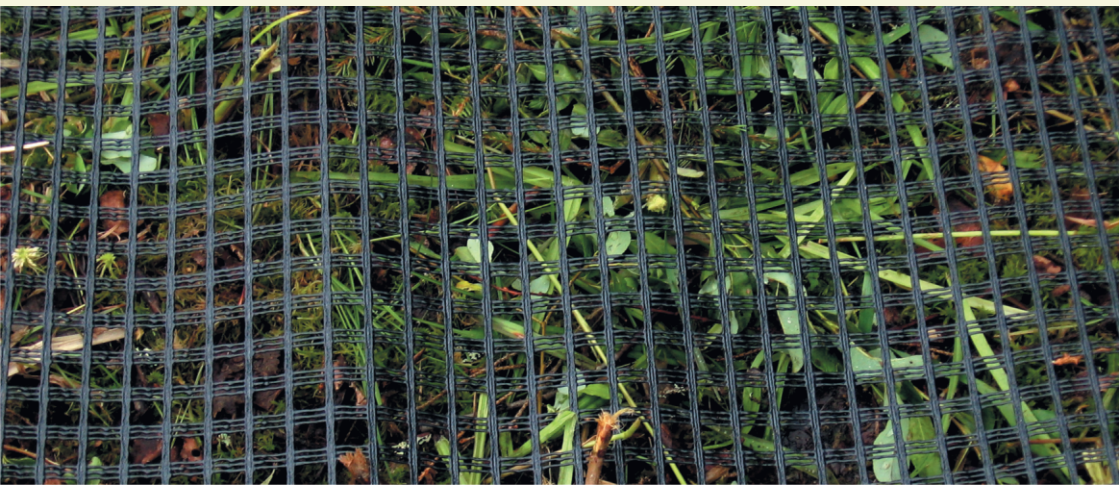


Рис. 22. Геосетка, уложенная на естественное основание



Рис. 23. Участок подготовленного основания дороги с геосеткой



Рис. 24. Укладка горбыля в три слоя на геосетку



Рис. 25. Устройство дорожной одежды из песка

В строительстве лесных дорог могут применяться не только геосетки, но и геотекстиль и объемные георешетки. На рис. 26 и 27 показано строительство участка дороги с применением геотекстиля и объемной решетки фирмы «Славрос». Ячейки георешетки заполняются зернистым материалом (песчано-гравийной смесью). Георешетка предотвращает сдвиг материала дорожной одежды и появление волн на поверхности покрытия.



**Рис. 26. Геотекстиль, уложенный на поверхность земляного полотна
(фото предоставлено фирмой «Славрос»)**



**Рис. 27. Засыпка георешетки песчано-гравийной смесью
(фото предоставлено фирмой «Славрос»)**

Применение прослоек из геоматериалов в дорожном строительстве имеет следующие положительные стороны: простая технология укладки материала; снижение потребности в дорожно-строительной технике и расхода дорожно-строительных материалов; сокращение сроков строительства дороги; возможность проведения работ в неблагоприятных погодных условиях; повышение надежности и прочности дорожной конструкции; продление строительного сезона.

Экономический эффект от применения прослоек зависит от конкретных условий – рыночной цены и стоимости транспортировки геоматериала и дорожно-строительных материалов, гидрогеологических условий, грузооборота дороги и т. д. Поэтому он должен рассчитываться для каждой дороги индивидуально.

Peculiarities of forest roads construction

Brief analysis of the Russian timber Industry is given in the article – it contains data about the forest covered area, growing stock, annual growth and timber harvesting volume, as well as harvested volume in the RF and the forest roads length according to 1990.

The calculation formulas to calculate the required volume of the forest roads construction are considered. Different types of forest roads construction in poor soil conditions – marsh lands, silt, over damp places (wood roads constructions) are described.

The advantages of geotextile materials use – textile and geonets (water-proof, filter, reinforce, etc) are also considered in the article.