

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА» (СЛИ)

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ:  
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Сборник материалов научно-практической конференции  
по научной теме института «Разработка научных основ  
и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы  
Республики Коми на инновационную интенсивную модель  
расширенного воспроизводства на 2015—2020 годы»

(Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт, 29—30 ноября 2016 г.)

Электронный аналог печатного издания

СЫКТЫВКАР 2017

УДК 001:630.6(470.13)  
ББК 65.05  
ИЗ9

Издается по решению оргкомитета конференции.

**Редакционный комитет:**

**главный редактор** — **Н. М. Большаков**, председатель научно-технического совета СЛИ, доктор экономических наук, профессор;  
**ответственный редактор** — **Е. В. Хохлова**, начальник отдела обеспечения образовательной, научной и инновационной деятельности, кандидат психологических наук, доцент

**Рецензент:**

**В. Е. Чупров**, начальник отдела планирования лесообеспечения АО «Монди СЛПК»

ИЗ9 ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ: НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ : сборник материалов научно-практической конференции по научной теме института «Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства на 2015—2020 годы» (Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт, 29—30 ноября 2016 г.) / отв. ред. Е. В. Хохлова. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — 112 с.  
ISBN 978-5-9239-0953-1

В данном сборнике представлены статьи преподавателей и научные отчеты по выполнению кафедральной НИР в рамках общей темы института «Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства». Особое внимание уделяется актуальным проблемам рационального использования лесных ресурсов, вопросам развития теоретико-методологических положений перевода лесосырьевой базы России на инновационную модель расширенного воспроизводства.

Сборник будет интересен для студентов-дипломников, преподавателей, а с точки зрения научного исследования — магистрантам и диссертантам соответствующего профиля подготовки.

УДК 001:630.6(470.13)  
ББК 65.05

Темплан 2017/18 учеб. г. Изд. № 385.

ISBN 978-5-9239-0953-1

© Составление. СЛИ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
СТАТЬИ.....	5
<i>Пахучий В. В., Пахучая Л. М.</i> Защитные леса вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования Республики Коми.....	5
<i>Свойкин В. Ф., Молчанова А. А.</i> Малые харвестеры для лесохозяйственных работ ...	14
<i>Сивков Е. Н., Скрыпников А. В., Чернышова Е. В.</i> Условия движения по лесовозным дорогам .....	19
<i>Скрыпников А. В., Чернышова Е. В., Сивков Е. Н.</i> Исследование применения методов проектирования и обеспечения транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных дорог в процессе эксплуатации.....	24
<i>Слабиков В. С., Вайс К. Е., Илларионов В. А.</i> Поиск эффективных конструктивных решений при строительстве лесовозных автомобильных дорог круглогодичного действия в условиях интенсификации воспроизводства лесов.....	30
<i>Цыгарова М. В.</i> К вопросу внедрения модели интенсивного лесопользования в Республике Коми .....	41
<i>Чупров В. Т.</i> Исследование технологии производства древесной биомассы на лесосеке.....	46
ОТЧЕТЫ ПО НАУЧНЫМ ТЕМАМ .....	50
<i>Большаков Н. М. (науч. рук.), Иваницкая И. И., Сандригайло Л. З.</i> Создание системы профессиональной подготовки кадров в соответствии с потребностями лесного сектора Республики Коми на основе концепции совокупных ценностей.....	50
<i>Большаков Н. М. (науч. рук.), Пахучий В. В., Пахучая Л. М.</i> Защитные леса вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования РК ....	63
<i>Леканова Т. М.</i> Теплофизические и термохимические свойства древесного сырья и методики инновационной энергетики .....	75
<i>Свойкин В. Ф. (науч. рук.), Евстафьев Н. Г., Боровушкин И. В., Кульминский А. Ф.,     Сивков Е. Н., Молчанова А. А., Тетерин Н. М.</i> Обоснование общей компоновки лесной технологической машины для заготовки леса сортиментами на лесосеке ....	79
<i>Шумилова Г. П., Чукреев М. Ю.</i> Разработка научных основ устойчивого развития систем энергообеспечения АПК Республики Коми с учетом фактора надежности.....	107

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с планом научных мероприятий на 2016 год в Сыктывкарском лесном институте была проведена научно-практическая конференция студентов-дипломников, магистрантов, преподавателей, аспирантов и докторантов по научно-методическим вопросам изучения лесосырьевой базы Республики Коми.

Сегодня значение конференции определяется научным вниманием к самым актуальным проблемам рационального использования лесных ресурсов и развития теоретико-методологических положений перевода лесосырьевой базы России на инновационную модель расширенного воспроизводства.

Поиск новых научно-методологических основ по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства является необходимым условием для повышения ресурсного и экологического потенциала северных лесов, эффективного управления устойчивым развитием регионального лесного сектора экономики. В рамках данной темы предполагается разработать концепцию корпоративно-общественной интеграции как нового института социально-экономического развития лесопромышленного комплекса. С позиций стратегии, институт корпоративно-общественной интеграции может стать источником колоссального социального прогресса, так как лесной крупный бизнес вкладывает огромные ресурсы, ноу-хау и аналитические данные в свои виды деятельности, которые приносят пользу населению территорий его присутствия.

Сотрудничество с научными учреждениями, организациями и предприятиями лесного сектора экономики позволит сообща подойти к исследованию новой инновационной модели проектного подхода к созданию совокупных ценностей как нового вектора развития ЛПК.

Мы надеемся, что проводимые Лесным институтом научные исследования позволят подрастающему поколению грамотно подойти к исследованию вопросов методологии и практики лесной науки и понять специфику исследования отдельных вопросов с позиции проблемно-приоритетного и системного подходов.

*Научный руководитель темы,  
доктор экономических наук, профессор  
Большаков Николай Михайлович.*

# СТАТЬИ

УДК 004.942; 574.474

*В результате исследований получены таксационные показатели насаждений в защитных лесах вдоль путей транспорта в Республике Коми. Показано значение защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования для решения народнохозяйственных задач. Разработаны отдельные вопросы использования методов дистанционного зондирования Земли для описания и мониторинга данной категории защитных лесов. Рассмотрен статус защитных лесов в связи с изменением лесного законодательства России.*

**Ключевые слова:** Республика Коми, лесной фонд, защитные леса вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог.

**В. В. Пахучий,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
**Л. М. Пахучая,**  
старший преподаватель  
кафедры «Лесное хозяйство и деревообработка»  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Пути транспорта являются важным элементом инфраструктуры Республики Коми. В свою очередь, функционирование железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования в республике в значительной степени зависит от состояния насаждений, слагающих защитные полосы лесов вдоль транспортных путей. В связи с этим целью исследования являлось установление характеристики насаждений защитных лесов вблизи дорог и изучение их состояния как одной из составляющих в программе перевода лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства. Задачи исследования включали выполнение таксационных и лесоводственных исследований, применение элементов автоматизированного дешифрирования защитных насаждений, расположенных вдоль путей транспорта, анализ исторических аспектов формирования законодательной базы, обеспечивающей сохранение защитных лесов вдоль путей транспорта и усиление их защитных функций.

При выполнении таксационных и лесоводственных исследований использовали традиционные методы [1, 2, 3, 4, 5]. Для целей автоматизированного дешифрирования таксационных характеристик насаждений подбিরали космические снимки, выполняли их анализ, получали количественные оценки взаимосвязи таксационных показателей насаждений и значений пикселей на космоснимках, расположенных вдоль путей транспорта.

Использовали соответствующие лицензионные программные средства (ArcView, ArcInfo (ESRI), ERDAS Imagine, Quantum GIS). Учитывая реальные размеры пробных площадей. Для отграничения их на снимках можно ограничиться 2—3 пикселями. При разрешении используемых снимков 30 м, элементарная площадь исследования в этом случае составляет 0,18—0,27 га [6, 7, 8, 9]. При оценке взаимосвязей между значениями пикселей и таксационными характеристиками насаждений использовали методы математической статистики [10, 11].

Опытные объекты были представлены лесными покрытыми лесом землями. Постоянные пробные площади закладывались в насаждения основных лесообразующих пород в наиболее типичных лесорастительных условиях региона. Размеры пробных площадей в основном (50 × 50) м, площадь таких опытных участков достаточна для достоверного определения таксационных характеристик насаждения. Как правило, такие пробные площади внутренне однородны и отражают видовой состав и условия роста окружающих лесов. В табл. 1 приведен фрагмент базы данных, использованных для этих целей.

**Таблица 1.** Отдельные таксационные показатели насаждений тест-объектов в Сыктывкарском лесничестве (фрагмент)

Номер пробной площади	Доля ели в составе	Доля березы в составе	Доля осины в составе	Доля темно-хвойных пород	Доля мягколиственных пород	Высота яруса, м	Относительная полнота	Запас общий, м <sup>3</sup> /га	Класс возраста	Класс бонитета
6	1	6	3	1	9	16,3	1,3	382	6	3
7	1	6	3	1	9	22,4	1,1	369	6	1
8	1	7	2	1	9	21,3	1,2	352	6	1—2
9	2	3	1	3	4	22,1	0,7	403	5	2—3
10	4	4	0,3	6	4	20,9	0,9	369	5	3
11	1	5	1	4	6	19,7	0,7	167	7	2
12	6	2	1	7	3	22,6	0,8	325	5	2

Анализ данных табл. 1 показывает, что по составу это смешанные насаждения, высота основного полога изменяется в пределах 16—23 м, относительная полнота — от 0,7 до 1,3, общий запас — от 170 до 400 м<sup>3</sup>/га. Достаточно высокая древесная производительность насаждений связана с тем, что насаждения представлены древостоями 1—3 класса бонитета. Все насаждения приспевающие и спелые — 5—7 класса возраста.

Для сравнения с таксационными характеристиками использовали средневзвешенные значения пикселей, полученных на основе черно-белого космоснимка Landsat TM с пространственным разрешением 30 м. Учитывая разновременность закладки опытных объектов и времени съемки, ак-

туализировали таксационные показатели насаждений в соответствии с методикой, официально используемой для аналогичных целей при отводе и таксации лесосек. Средневзвешенные значения пикселей для пробных площадей, расположенных в границах защитных полос объездной автодороги г. Сыктывкара, приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Средневзвешенные значения пикселей в 1—7 каналах для пробных площадей 6—24 в Сыктывкарском лесничестве

№	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
6	53,2	21	17,5	67,8	42,8	113,7	12,7
7	52,7	20,5	17,3	71,0	43,6	113,2	12,9
8	51,7	20,2	16,5	72	44,1	113,3	12,1
9	50,8	19,5	16,4	52,8	33,4	113,4	10,2
10	50,8	19,8	16,3	53,1	34,0	114,0	10,8
11	50,7	19,9	16,2	50,4	32,2	114,0	9,3
12	51,4	19,3	16,5	55,7	36,1	113,8	10,4
13	50,7	19,8	16,4	56,0	36,3	114,0	11,0
14	50,8	19,2	16,0	52,5	33,1	114,0	10,5
15	50,2	20,2	16,6	51,0	35,3	113,3	11,5
16	50,8	20,9	16,4	52,0	35,0	113,0	10,6
17	50,8	20,9	16,6	55,6	3,0	114,0	10,8
18	51,0	20,8	16,4	54,0	36,5	113,9	10,5
19	50,5	19,7	16,5	53,6	33,9	113,5	11,3
20	51,1	19,4	15,5	49,1	30,7	113,0	9,9
21	49,9	20,0	15,9	51,4	31,4	113,1	9,8
22	50,8	19,4	15,7	51,0	30,2	113,5	10,1
23	50,7	19,1	15,2	53,0	33,9	113,2	9,9
24	50,3	18,5	15,5	54,7	34,2	113,3	10,3

**Примечание.** X1—X7 — средневзвешенные значения пикселей в каналах 1—7.

В результате исследования зависимости между средневзвешенными значениями пикселей и отдельными таксационными показателями получена матрица коэффициентов корреляции, позволяющая оценивать тесноту и направление связи между данными показателями [10, 11].

Установлено, что для черно-белых снимков наиболее информативны оценки значений интенсивности пикселей применительно к таким таксационным показателям, как доля ели и березы, доля темнохвойных и мягколиственных пород в составе яруса. Взаимосвязь между долей темнохвойных пород в составе насаждений на тест-объектах ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = -0,2568X + 20,046 (R^2 = 0,5088).$$

Взаимосвязь между долей мягколиственных пород ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = +0,2678X - 10,738 (R^2 = 0,5901).$$

Полученные уравнения и аналогичные им зависимости могут быть использованы при дешифрировании состава защитных лесов в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми и сопредельных с ним территорий. Приведенные уравнения применимы в условиях, когда класс бонитета насаждений изменяется от I до III, а величина прироста с учетом отпада изменяется в пределах от 1,5 до 3 м<sup>3</sup>/га.

Полученные оценки свидетельствуют о том, что исследования в данном направлении необходимо развивать, увеличивая представительность тест-объектов, используя объекты с более широким диапазоном производительности насаждений и типов леса.

Пользование лесным фондом и режим ведения лесного хозяйства должны осуществляться методами, не наносящими вреда окружающей природной среде, природным ресурсам и здоровью человека в соответствии с требованиями критериев и индикаторов устойчивого управления лесами. Ведение лесного хозяйства должно обеспечивать сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и других полезных природных свойств лесов в интересах охраны здоровья человека, улучшения состояния окружающей среды, обеспечения условий прогрессивного развития лесной отрасли и экономики в целом [12, 13].

В соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к ведению лесного хозяйства в Республике Коми, режим лесохозяйственной деятельности должен определяться экономическими, экологическими и социальными условиями конкретной территории, местоположением лесного фонда, характером выполняемых им функций и ориентирован на многоцелевое, непрерывное и неистощительное лесопользование. При этом системы лесохозяйственных мероприятий включают работы по расширенному воспроизводству, улучшению породного состава и качества лесов, повышению их продуктивности, охране лесов от пожаров, защите от вредителей и болезней, рациональному использованию земель лесного фонда, сохранению биологического разнообразия на ландшафтном, экосистемном, популяционном и генетическом уровнях, сохранению объектов историко-культурного и природного наследия.

В зависимости от указанных выше условий в лесном фонде Республики Коми выделяются эксплуатационные и защитные леса, а защитные леса разграничиваются по категориям защитности. В лесах указанных групп могут быть выделены особо защитные участки лесов с ограниченным режимом лесопользования.

Режим ведения лесного хозяйства, порядок использования лесного фонда и изъятия участков лесного фонда определяется в зависимости от народнохозяйственного и целевого назначения лесов. К защитным лесам относятся леса, основным назначением которых является выполнение водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных, иных функций, а также леса особо охраняемых природных территорий. Защит-



ные леса разделяются на категории защитности, в том числе на леса вдоль железных и шоссейных дорог. Леса вдоль железных и шоссейных дорог предотвращают снежные и песчаные заносы, ослабляют вредную ветровую нагрузку на транспортные средства, линии связи, контактную сеть, предупреждают выдувание балласта, защищают транспортные пути от водной эрозии, играют водоемозащитную и озеленительную роль и т. д. [12, 13].

Решение об установлении защитных лесных полос шириной 500 м вдоль каждой стороны полотна железных дорог с отнесением их к лесам первой группы и запрещением проведения в них сплошных рубок в Республике Коми было принято в августе 1943 г. В июле 1944 г. были установлены защитные лесные полосы шириной 250 м вдоль каждой стороны автомобильных дорог союзного, республиканского и областного значения. Эти полосы также были отнесены к лесам первой группы и проведение рубок главного пользования (сейчас — рубок для заготовки древесины) вдоль шоссейных дорог было запрещено.

Использование лесных ресурсов и защитных лесах осуществляется, как правило, с учетом рекомендаций, разработанных для эксплуатационных лесов с некоторыми ограничениями, такими, как запрет сплошных рубок, ограничение годового отпуска древесины, запрет перевода в другие категории земель и др.

К 1992 г. сформировалась система ограничений на проведение рубок в защитных лесах (Основы лесного законодательства Российской Федерации, 1993). В документе был установлен для большей части защитных лесов запрет на проведение промышленной заготовки древесины (рубок для заготовки древесины). Для остальных категорий режим практически не отличался от режима для эксплуатационных лесов. Такой подход сохранился и в Лесном кодексе Российской Федерации, принятом в 1997 г. После принятия нового Лесного кодекса в 2006 г. начался процесс изменения сложившегося ранее режима.

Первоначально, после принятия нового Лесного кодекса [12], режим большинства категорий защитных лесов был усилен, в том числе введен запрет на сплошные рубки, для ряда категорий защитности были запрещены рубки ухода. Позднее, в 2008 г., был разработан специальный нормативный акт, определяющий особенности использования, охраны, защиты, производства защитных лесов. Это усилило режим защитных лесов [13].

Новый Лесной кодекс ввел понятие целевого назначения лесов (ст. 10), т. е. прямо была указана цель создания защитных лесов — сохранение средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов (ст. 12). Использование защитных лесов в целях, не отвечающих их целевому назначению, было запрещено (ст. 102).

Однако в течение 2009—2010 гг. были отменены введенные ранее ограничения на проведение рубок в защитных лесах. При этом некоторые ограничения периодически вводились и отменялись. Это привело к ослаб-

лению режима. В настоящее время ограничено только проведение сплошных рубок, но с пояснениями, которые ослабляют установленный режим. При сохранении заявленных принципов целевого назначения лесов, по сути, созданы условия для промышленной заготовки древесины, а не по их целевому назначению.

Таким образом, правовой статус защитных лесов в настоящее время не обеспечивает их надежного сохранения. В значительной степени это связано с тем, что в Лесном кодексе и в подзаконных актах различие в ведении хозяйства для лесов разного целевого назначения не конкретизируется. Четкие обоснования для назначения рубок для заготовки древесины, рубок ухода и санитарных рубок для защитных лесов в нормативной базе отсутствуют или неконкретны. Это, в свою очередь, допускает неоднозначность их толкования, а значит и недостаточную обоснованность назначения. Необходимо также учитывать, что, например, запрет на рубки для заготовки древесины (рубки главного пользования), введенный ранее, оказался малоэффективным. Введение в классификацию рубок ухода рубок обновления и реформирования, несущественно отличающихся по своим организационно-техническим элементам от выборочных рубок для заготовки древесины (ранее — рубок главного пользования), позволило начать активное освоение защитных лесов. Это же можно отнести к санитарным рубкам и рубкам реконструкции, т.к. они в основном проводятся в защитных лесах. Критическое истощение защитных лесов стало очевидным к 2006—2008 гг. Тем не менее к усилению защитного режима в них это пока не привело.

Использование защитных лесов в целях, противоречащих их целевому назначению, ведет к нарушениям при назначении и проведении многих хозяйственных мероприятий, утрате защитных функций и потере других полезных свойств защитных лесов, например, снижению урожайности недревесных ресурсов леса. В последние годы активизировался процесс передачи защитных лесов в аренду с целью заготовки древесины, что также противоречит их целевому назначению.

Примерами неконкретных формулировок в лесных нормативных актах могут служить отдельные статьи в Лесном кодексе, Правилах заготовки древесины и Правилах ухода за лесами. Так, в ст. 17 Лесного кодекса [12] указывается, что в защитных лесах сплошные рубки осуществляются в случаях..., если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции, на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций. Однако ни в Лесном кодексе, ни в подзаконных актах не определяется понятие насаждений, утрачивающих перечисленные выше функции. Этот пункт может рассматриваться произвольно, в зависимости от желания использовать участок леса для заготовки древесины, и вести к коррупционным рискам.

В Правилах заготовки древесины (ст. 15) [14] предписывается при заготовке древесины на лесосеках не допускать рубки жизнеспособных деревьев ценных древесных пород, сохранять особи видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и в Красные книги субъектов Российской Федерации. Однако эта формулировка противоречит ст. 60 Федерального закона «Об охране окружающей среды» и ст. 24 Федерального закона «О животном мире», которые требуют охраны не только особей редких видов, но и мест их обитания.

В Правилах ухода за лесами (ст. 21) [15] рекомендуется назначать лесные насаждения для проведения в них рубок ухода за лесом на основе учета лесоводственной потребности в них. При этом указанная потребность устанавливается по составу древостоя и сомкнутости его полога, полноте и густоте древостоя, характер смешения древесных пород, соотношения их высот, размещения деревьев по площади. В ст. 23 Правил ухода за лесами [15] указывается, что в смешанных одноярусных и сложных лесных насаждениях рубки ухода за лесом назначаются при неудовлетворительном составе древостоев и ухудшении роста лучших деревьев деревьями второстепенных пород. В то же время, очевидно, что значительная часть лесов России представлена различными по форме (одно- и двухъярусными), смешанными по составу, различными по возрастной структуре естественными насаждениями, которые при таксации часто относятся к спелым и перестойным. В них может быть значительна доля сухостойных и отмирающих деревьев. Это, в соответствии с действующими нормативами может рассматриваться как признак ослабления или повреждения леса и свидетельство необходимости планирования в них рубок ухода, хотя устойчивость таких лесов, как правило, выше, чем у пройденных рубками [16]. Для условий Республики Коми это может подтверждаться исследованиями структуры и динамики девственных лесов.

Неоднозначность признаков, согласно которым назначаются рубки ухода в защитных лесах, привела к распространению практики таких рубок, при которых вырубается деловая древесина на территориях, где ограничена промышленная заготовка древесины [16].

### **Заключение**

Роль путей транспорта для экономики регионов РФ в целом и Республики Коми, в частности, трудно переоценить. Большое значение для обеспечения бесперебойного функционирования железных и шоссейных дорог российского и регионального значения имеет состояние и устойчивость защитных лесных полос вдоль путей транспорта.

В результате лесоводственных и таксационных исследований получены таксационные показатели насаждений в защитных лесах вдоль путей транспорта в Республике Коми. Установлено, что насаждения защитных лесов представлены простыми и сложными по форме, смешанными по составу, как правило, разновозрастными насаждениями, включающими в со-

стае насаждений естественные категории сухостойных и отмирающих деревьев. Следует отметить, что ель в условиях избыточного увлажнения формирует поверхностную корневую систему и ветровальна. Осина и сосна буреломны. Однако по региональным оценкам это достаточно устойчивые насаждения.

Учитывая универсальный характер защитных лесов вдоль железных и шоссейных дорог, необходимо планировать проведение в них комплекса лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих выращивание и формирование насаждений, которые должны постоянно обеспечивать полное задержание метелевого снега, состоять из ценных и долговечных древесных пород, слабо повреждаемых ветровалом, буреломом, снеговалом, снеголовом. Защитные леса должны предупреждать выход крупного рогатого скота на железнодорожное или шоссейное полотно, прежде всего вблизи пастбищ, скотопрогонов и населенных пунктов.

Комплекс лесохозяйственных мероприятий в защитных лесах должен включать правильный подбор пород, обоснованно назначаемые выборочные рубки для заготовки древесины и рубки ухода. При невозможности восстановления защитных лесов естественным путем целесообразны методы искусственного лесовосстановления. Во всех случаях должна быть обеспечена охрана защитных лесов от пожаров и защита от вредителей и болезней. Все это может содействовать рациональному использованию данной категории защитных лесов с целью разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства.

В то же время применение к защитным лесам, в том числе расположенным вдоль железных и шоссейных дорог, отдельных неконкретных формулировок Лесного кодекса, действующих Правил заготовки древесины и Правил ухода за лесами может приводить к произвольному назначению видов рубок, при которых аналогично промышленным рубкам выбирается деловая древесина, а на участке оставляются больные, поврежденные экземпляры и нежелательные породы.

Учитывая важное значение путей транспорта для экономики Республики Коми, целесообразно обеспечить мониторинг их состояния. Для этих целей, а также для определения отдельных общих таксационных показателей насаждений и показателей ярусов вблизи путей транспорта возможно использование методов дистанционного зондирования Земли. Взаимосвязь между долей темнохвойных пород в составе насаждений на тест-объектах ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = -0,2568X + 20,046 (R^2 = 0,5088).$$

Взаимосвязь между долей мягколиственных пород ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = +0,2678X - 10,738 (R^2 = 0,5901).$$

Полученные уравнения и аналогичные им зависимости могут быть использованы для целей мониторинга и при дешифрировании состава покрытых лесом лесных площадей в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми и сопредельных с ним территорий.

#### Библиографический список

1. Белов, С. В. Лесоводство [Текст] : метод. указ. к проведению учеб. практики / С. В. Белов. — Ленинград, 1973. — 40 с.
2. Зарудный, И. Н. Основа лесного хозяйства и таксация леса [Текст] / И. Н. Зарудный, В. С. Моисеев, И. В. Логвинов. — Москва : Лесн. пром-сть, 1970. — 304 с.
3. Моисеев, В. С. Таксация леса [Текст] / В. С. Моисеев. — Ленинград, 1970. — 258 с.
4. Сукачев, В. Н. Избранные труды [Текст] : в 3-х т. / В. Н. Сукачев. — Ленинград : Наука, 1975. — Т. 3. — 539 с.
5. Третьяков, Н. В. Справочник таксатора [Текст] / Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. — Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1952. — 853 с.
6. Вуколова, И. А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве [Текст] : учеб. пособие / И. А. Вуколова ; Федеральное агентство лесн. хоз-ва, Всерос. ин-т повышения квалификации руководящих работников и спец. лесн. хоз-ва. — Пушкино : ГОУ ВИПКЛХ, 2008. — 79 с.
7. Геоинформатика [Текст] : учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «География», «Экология», «Природопользование», «Геоэкология», «Прикладная информатика (по областям)» : в 2-х кн. Кн. 1 / под ред. В. С. Тикунова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Академия, 2010. — 400 с.
8. Пахучий, В. В. Дешифрирование состава насаждений по материалам дистанционного зондирования [Текст] / В. В. Пахучий // Труды Сыктывкарского лесного института. — Т. 7. — Сыктывкар : СЛИ, 2007. — С. 164—167.
9. Черепанов, А. С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы [Текст] / А. С. Черепанов, Е. Г. Дружинина // Геоматика (GeomatICS). — 2009. — № 3 (4). — С. 28—33.
10. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин. — Москва : Высш. шк., 1980. — 294 с.
11. Митропольский, А. К. Элементы математической статистики [Текст] / А. К. Митропольский. — Ленинград, 1969. — 273 с.
12. Лесной кодекс Российской Федерации [Текст]. — Москва : ЭЛИТ, 2007. — 48 с.
13. Приказ МПР России от 22 января 2008 года № 13 «Об утверждении Особенности использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохраных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов».
14. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) от 1 августа 2011 г. № 337 г. Москва «Об утверждении Правил заготовки древесины».
15. Приказ МПР РФ от 16 июля 2007 г. № 185 «Об утверждении Правил ухода за лесами».
16. Кобяков, К. Защитные леса: получится ли их сохранить? / К. Кобяков, Е. Лепешкин, С. Титова // Устойчивое лесопользование. — 2013. — № 1 (34). — С. 34—43.

*Рассмотрены малые харвестеры для лесохозяйственных работ. Полученные результаты могут быть реализованы, так как их внедрение в производство позволяет решать задачи комплексной механизации лесосечных работ и повышения производительности труда. Дальнейшее совершенствование лесной техники осуществляется в направлении повышения ее производительности и надежности, улучшения эргономических показателей машин и оборудования, снижения их вредного воздействия на окружающую среду.*

**Ключевые слова:** харвестер, рубки ухода, объем заготовки, техническая характеристика.

**В. Ф. Свойкин,**  
кандидат технических наук, доцент;  
**А. А. Молчанова,**  
преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **МАЛЫЕ ХАРВЕСТЕРЫ ДЛЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

Организация и технология работ при прореживании, проходных и выборочных санитарных рубках определяется структурой и возрастом древостоя, высотой вырубаемых деревьев, характером почвогрунтов и рельефа, местом обрезки сучьев и раскряжевки, способом трелевки и применяемыми техническими средствами, сезоном проведения работ. Все это обуславливает разнообразие условий проведения этих рубок и типов применяемых машин и оборудования [1, 2, 3]. На таких рубках используются в основном технологии на базе машин, передвигающихся только в технологических коридорах, развороты их допускаются в местах, где рядом с волоками нет оставляемых деревьев и подростов. Технологические приемы, применяемые на рубках ухода, должны обеспечить максимальное сохранение без повреждений остающихся деревьев, других компонентов растительного покрова и почвы. При проведении рубок ухода предпочтение следует отдавать малым харвестерам.

Техническая характеристика харвестеров VIMEK 404 T3 и ROTTNE H8 расположена в табл. 1.

ROTTNE H8 — харвестер для рубки ухода за лесом с особыми функциями. Четырехколесный харвестер Rottne H-8 мощностью 104 кВт и массой 8,5 т, который идеально подходит для прореживания.

Модель Rottne H-8 (рис. 1) имеет отличную проходимость и идеально подходит для проведения работ под пологом леса. Машина оснащена уникальной маятниковой подвеской колес, обеспечивающей ей дорожный просвет в наиболее сложных условиях до 1000 мм. Ее система стабилизации постоянно поддерживает раму машины в ровном положении, независимо от рельефа и дает возможность работать в условиях сложного релье-

фа. Все это позволяет харвестеру отлично валить деревья, расположенные на расстоянии до 35 м от волока.

**Таблица 1.** Техническая характеристика харвестеров VIMEK 404 T3 и ROTTNE H8

Показатели	VIMEK 404 T3	ROTTNE H8
Двигатель	Kubota Turbodiesel V2403-M-T	JD 4045 HF 485, Step 3
Мощность, кВт	44	116
Объем цилиндра, л	2,4	4,5
Тип трансмиссии	Коробка выбора скоростей, диапазон 0—15 км/ч	Полностью гидростатический с 3 передачами и блокировкой дифференциала переменной
Силовая передача	Гидравлический двигатель	Колесо двигателей
Тяговое усилие, кН	—	73
Снаряженная масса, кг	4100	8500
Ширина, мм	1800	2050
Длина, мм	3350	4650
Высота, мм	2800	3060
Дорожный просвет, мм	400	200—1000
Рабочее давление, бар	220	250
Объем гидравлического бака, л	52	140
Размер колес	405/70*24 (14-слойные)	500/60—26,5 (12-слойные)

Двойное шасси с шарнирным соединением в середине конструкции обеспечивает точное прохождение колеи, а совместно с функционалом выравнивания харвестер H8 становится очень маневренным, легкоуправляемым и оставляет минимальное количество поврежденной поверхности при работе на открытом пространстве.

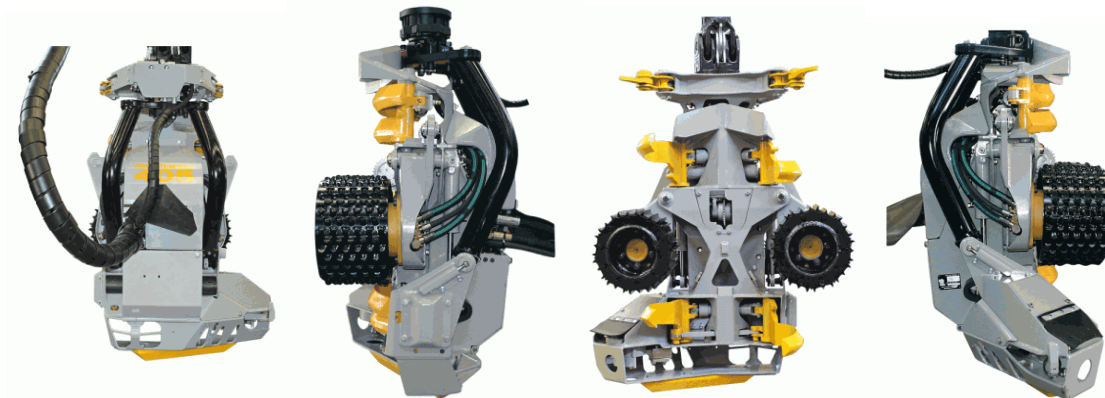
Небольшой компактный агрегат для лесозаготовки отлично подходит для лесозаготовочного комбайна ROTTNE H8. Данный агрегат идеален для первичной рубки ухода, но также может использоваться и для рубки ухода деревьев диаметром до 35 см на высоте груди.

Данный агрегат имеет малый вес и оснащен прочной рамной конструкцией, двумя подающими вальцами, а также одним неподвижным и двумя парами движущихся сучкорезных ножей (рис. 2):



**Рис. 1.** Четырехколесный харвестер Rottne H-8

1. «Подающий ролик» — стальное колесо.
2. Скорость подачи — 0—4 м/с.
3. Сила подачи — 14,3 кН.
4. Открытие подающих роликов — 400 мм.
5. Открытие, верхние ножи — 530 мм.
6. Открытие, нижние ножи — 550 мм.
7. Диаметр обрезки сучков — 50—400 мм.
8. Пильные шины — 590 мм.
9. Диаметр — 450 мм.
10. Скорость движения цепи — 40 м/с.
11. Угол наклона — 145°.
12. Bredd hjul stängda — 960 мм.
13. Bredd hjul öppna1 — 140 мм.
14. Глубина — 565 мм.
15. Высота — 1 160 мм.
16. Вес — 480 кг.



**Рис. 2.** Основные составляющие харвестерной головки

VIMEK 404 T3 — харвестер для рубки ухода за лесом. Лесозаготовительная техника Vimek производится в Швеции. Разворот вокруг дерева VIMEK 404 T3 показан на рис. 3.

Благодаря малому весу, всего чуть более 4 т, и относительно большим колесам, удельное давление на грунт составляет всего 42 КПа, что сопоставимо с показателями для гусеничных харвестеров на базе экскаваторов. При заготовке балансовой древесины длиной преимущественно 2,5—4 м,



**Рис. 3.** Разворот вокруг дерева VIMEK 404 T3



при среднем объеме хлыста  $0,07—0,12 \text{ м}^3$ , объем древесины составляет в среднем  $30—50 \text{ м}^3/\text{га}$ .

При объеме хлыста  $V_{\text{хл}} = 0,09 \text{ м}^3$  объем заготовки харвестера  $Q_{\text{ч}} = 5,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

На территории арендной базы ООО «Мется Форест Подпорожье» (Ленинградская область, Подпорожский район, Подпорожское лесничество, Остречинское и Подпорожское участковые лесничества) проведен тест-драйв харвестера Ротне Н8 (Rottne Н8) в зимних условиях.

Результаты тест-драйва по проведению опытных рубок ухода сведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Результаты тест-драйва по проведению опытных рубок

№ лесосеки	Дата	РП <sub>ч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	N <sub>дер</sub> , шт.		Время по БК, чч:мм		Q, м <sup>3</sup>	VV <sub>хл.ср</sub> , м <sup>3</sup>	Потребление топлива, л		
		в коре	всего	в час	раб. время	м/ч	в коре	в коре	общий расход	на 1 м <sup>3</sup>	на 1 м/ч
1 (87-1)	24.01—27.01 (4)	7,15	1791	60,51	32:02	29:36	211,49	0,12	226	1,1	7,5
2 (141-1)	29.01—06.02 (9)	9,99	2759	36,3	83:30	76:33	759,2	0,28	627	0,8	8,2
3 (143-2)	06.02—12.02 (3)	11,35	1103	46,91	24:32	23:24	266,83	0,24	230	0,9	9,8
Итого 1-3	24.01—12.02 (16)	9,5	5653	47,91	140:04	129:33	1237,52	0,21	1083	0,93	8,5

В результате обработки экспериментальных данных предложена оценка технологии лесосечных работ по приведенному объему, как наиболее актуальному критерию оценки эффективности лесосечных работ.

Из табл. 2 можно сделать вывод, что для условий предприятия ООО «Мется Форест Подпорожье» на рубках ухода в зимний период область допустимых значений часовой заготовки древесины харвестором по объему хлыста находится в интервале  $V_{\text{хл}} = 0,12 \text{ м}^3$  до  $V_{\text{хл}} = 0,28 \text{ м}^3$  и по объему заготовки в интервале от  $Q_{\text{ч}} = 7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $Q_{\text{ч}} = 11,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , т. е. результаты не противоречат теоретическим расчетам.

Современный этап развития лесохозяйственных работ характеризуется тем, что на смену традиционной технике приходят новые многооперационные машины. Их внедрение в производство позволяет решать задачи комплексной механизации лесосечных работ и повышения производительности труда. Однако использование таких машин, имеющих значительную массу и габариты, без учета лесоводственных требований, приводит к негативным изменениям лесной среды: уплотнению почвы, разрушению ее структуры, ухудшению водопроницаемости, нарушению воздухообмена, ухудшению жизнедеятельности микроорганизмов. В последние годы вопросам сохранения лесной среды в процессе лесосечных работ уделяется много внимания. Это связано с решением экологических проблем не толь-

ко в нашей стране, но и во всем мире. Дальнейшее совершенствование лесной техники осуществляется в направлении повышения ее производительности и надежности, улучшения эргономических показателей машин и оборудования, снижения их вредного воздействия на окружающую среду.

#### **Библиографический список**

1. Анисимов, Г. М. Экологическая эффективность тракторов [Текст] / Г. М. Анисимов, И. В. Григорьев, А. И. Жукова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 2006. — 352 с.
2. Брейтер, В. С. Оценка совместного воздействия природно-производственных факторов на работу лесозаготовительных машин [Текст] / В. С. Брейтер, Б. М. Большаков, Г. П. Долговых // Перспективная технология и организация лесозаготовительного производства: труды ЦНИИМЭ. — Химки : ЦНИИМЭ, 1977. — С. 21—29.
3. Синицин, С. Г. Рациональное природопользование [Текст] / С. Г. Синицин. — Москва : Агропромиздат, 1987. — 336 с.

### УДК 625.711.3

Все больше единиц транспорта эксплуатируют лесовозные дороги, поэтому меняется грузопоток, а значит, и отношение к их эксплуатации.

**Ключевые слова:** грунт, условия движения, водитель, автомобиль, дорога, среда.

**Е. Н. Сивков,**  
кандидат технических наук  
(Сыктывкарский лесной институт);  
**А. В. Скрыпников,**  
доктор технических наук, профессор;  
**Е. В. Чернышова,**  
аспирант  
(Воронежский государственный университет  
инженерных технологий)

## УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ ПО ЛЕСОВОЗНЫМ ДОРОГАМ

Использование лесовозных дорог определено условиями их эксплуатации.

В настоящее время освоено дорогами только 142 млн га, или 20 % от всей площади лесов, что позволяет ежегодно заготавливать до 435 млн м<sup>3</sup> леса. Для освоения всего объема наиболее продуктивного и экономически доступного лесного фонда потребуется строительство лесных дорог или создание энергонасыщенных, скоростных, обладающих большой грузоподъемностью колесных тракторов.

Среди наиболее значимых параметров природных условий целесообразно выделить показатели поверхностей движения: несущая способность почвогрунтов  $P$  и рельеф местности. Соответственно, наиболее значимыми параметрами древостоя являются: средний объем хлыста  $Q_{\text{ср}}$  и запас древесины на 1 га. В табл. 1 представлено распределение площади лесного фонда по категориям проходимости грунтов для тракторной техники, а на рис. 1 — вероятность работы лесосечных машин в различных категориях поверхностей движения по основным лесопромышленным районам.

Как показывает анализ представленных данных, наибольший объем работ производится в зимний период, в среднем 75 %.

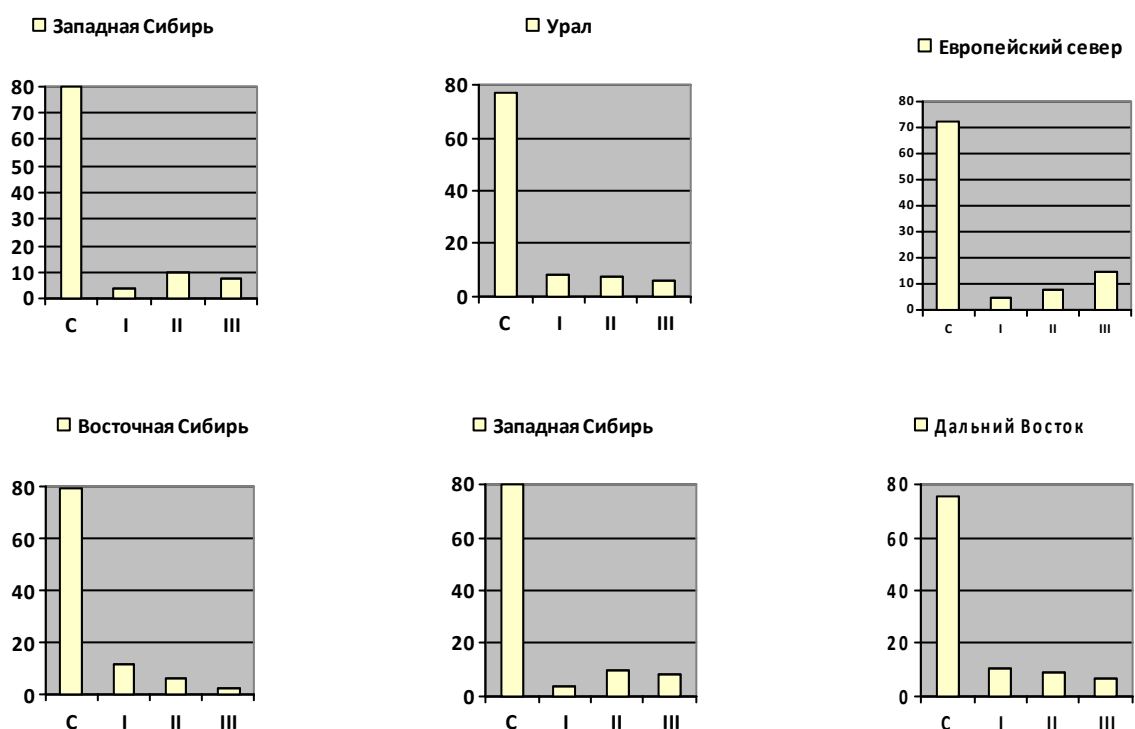
На грунтах I категории (хорошая несущая способность в течение всего года, сухие пески, каменистые почвы) в течение года лесосечные машины работают около 8 %.

На грунтах II категории (несущая способность обеспечивает многократную проходимость тракторной техники в течение всего лета, преобладают свежие супеси, легкие суглинки) вероятность работы составляет до 10 %.

На грунтах III категории (ограниченной проходимости, почвы повышенной влажности в течение всего теплого периода, преобладают глины, средние и тяжелые суглинки) вероятность работы тракторов — достигает 7,5 %.

**Таблица 1.** Распределение площади лесного фонда ряда экономических регионов по категориям проходимости грунтов для тракторной техники, %

Экономический регион	% от всей площади района	Категория проходимости (несущая способность почвогрунта)				
		I >75 кПа	II 75 кПа	III 35—75 кПа	IV 25—34 кПа	V 25 кПа
Северный	71,4	8	12	20	25	35
Северо-Западный	69,2	9	20	26	26	19
Центральный	42,5	12	21	26	23	18
Волго-Вятский	54,0	10	14	22	30	24
Уральский	76,3	9	15	2	27	25



**Рис. 1.** Распределение вероятностей работы лесосечных машин в различных категориях поверхностей движения для различных лесопромышленных регионов (С — снег; I — III — категории почвогрунтов)

Для увеличения объема работ при существующих условиях эксплуатации лесосечных машин есть необходимость в создании конструктивных улучшений по проходимости машин для грунтов с низкой несущей способностью [1, 2].

Существенное влияние на состояние систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения, оказывают метеорологические факторы. Например, в автомобильных шинах и деталях, изготовленных из резины и находящихся под нагрузкой, при низких температурах возникают остаточные деформации вследствие потери упругости, что способствует ухудше-

нию их сцепления с поверхностью дороги и ведет к буксованию ведущих колес на участках дорог, покрытых снегом или гололедом. У автомобилей, имеющих пневмический привод тормозов, скопление и замерзание конденсата воды в приборах и магистралях тормозной системы зимой может приводить к закупорке их и к отказу в работе [3, 4, 5].

Под воздействием температур окружающего воздуха изменяются мощностные и экономические показатели работы двигателей, поэтому за стандартные атмосферные условия испытания автомобилей принимаются: барометрическое давление 760 мм рт. ст., температура воздуха плюс 20°, относительная влажность 50 %.

Учитывая разнообразие природно-климатических условий, предложен ряд схем деления территории страны на климатические зоны с точки зрения эксплуатации автомобилей.

Наибольшее влияние погодно-климатические факторы оказывают на изменение геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог. Установлено что каждому состоянию метеорологических условий и каждому периоду года соответствуют характерные состояния лесовозных автомобильных дорог и условий движения, которые зависят от их технического уровня и содержания.

Условия движения на лесовозных дорогах в период действия неблагоприятных метеорологических явлений значительно сложнее, чем в летний период времени при сухом, чистом покрытии и обочинах. Различия определяются целым рядом факторов, основными из которых являются:

- снижение сцепных качеств, изменение механического взаимодействия автомобиля с дорогой и ухудшение ровности покрытия под воздействием осадков, гололеда, тумана, повышенной влажности воздуха и других факторов;

- увеличение сопротивления движению за счет отложений снега, грязи, гололеда, появления неровностей на дороге, в результате чего сокращается свободная мощность двигателя автомобиля;

- изменение внешнего вида и очертания проезжей части и обочин, изменение параметров поперечного профиля за счет снежных отложений и образования полос наката, что приводит к изменению восприятия дороги водителем;

- уменьшение метеорологической видимости в периоды туманов, осадков, пурги, пыльных бурь, слепящего действия солнца, измеряющее восприятие условий движения водителем;

- ухудшение эксплуатационно-технических качеств автомобиля и прежде всего систем обеспечения удобства и безопасности движения, к которым относится тормозная система, рулевое управление, система обеспечения обзорности и видимости, сигнальная система.

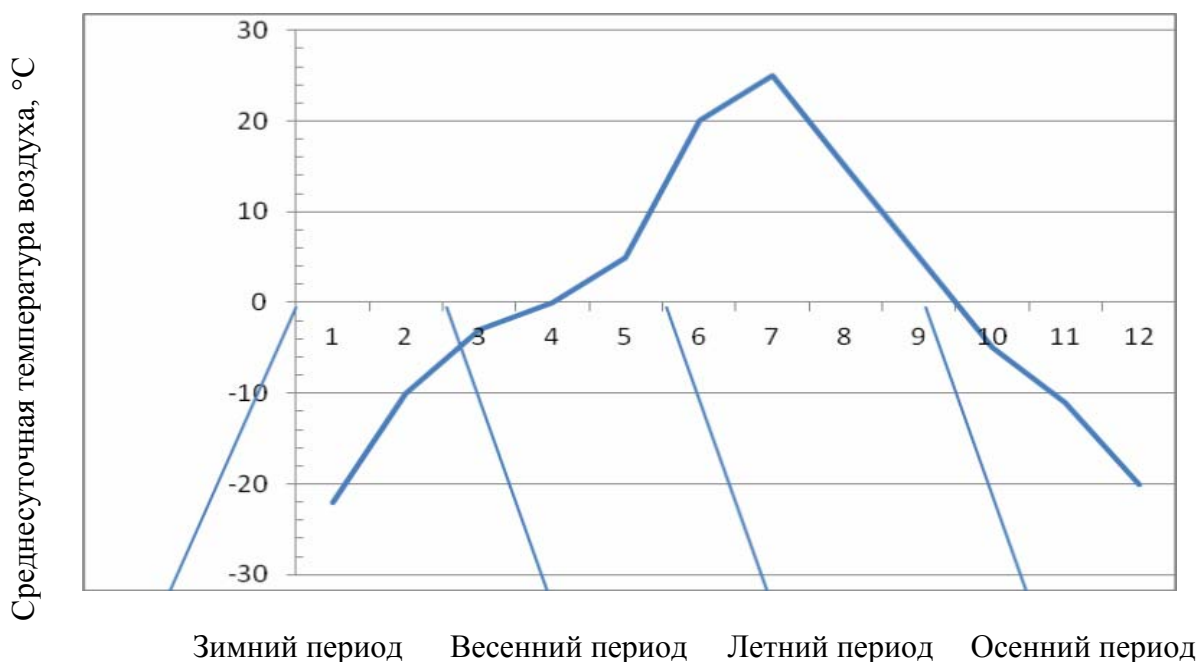
Следовательно, можно выделить благоприятные и неблагоприятные для движения периоды года, состояния дорог и метеорологические условия.

Под благоприятными понимаются такие условия движения, дорожные и метеорологические условия, отрицательные воздействия которых легко

компенсируются за счет изменения режима работы автомобиля и нервно-национальной напряженности водителя без снижения общей надежности, производительности и эффективности функционирования «водитель — автомобиль — дорога — среда» и режима движения.

Состояние условий движения, дорожных и метеорологических условий, которые не могут быть компенсированы изменениями режима работы автомобиля и водителя, называются неблагоприятными. Наиболее часто неблагоприятными будут условия движения в зимний и осеннее — весенний периоды года, а условия движения в летний период — только частным, наиболее легким случаем взаимодействия всех систем и функционирования комплекса «водитель — автомобиль — дорога — среда».

К зимнему периоду можно отнести период, характеризующийся устойчивой средней суточной температурой воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). В некоторых случаях под зимним подразумевают период с момента образования устойчивого снежного покрова до момента его схода. Сопоставление показывает, что длительность периода устойчивости среднесуточной температурой ниже  $0^{\circ}$  и периода сохранения снежного покрова отличается в целом на 5—10 дней, то не имеет принципиального значения.



**Рис. 2.** Характерные периоды года по условиям движения

На большей части территории страны зимний период является самым длительным (табл. 2).

Переходные периоды — это осенний и весенний периоды с неустойчивой погодой, при которой наблюдаются осадки всех видов (твердые, жидкие и смешанные). Весенним периодом считается период со средней температурой воздуха от  $0$  до  $+15^{\circ}$ . В целом продолжительность этого пе-

риода, отличающегося резкими переходами от потеплений к похолоданиям, колеблется от 30—80 дней.

**Таблица 2.** Длительность зимнего периода

Число дней со снежным покровом	Более 200	220—260	180—220	140—280	100—140	60—100	20—60	Менее 20
Площадь территории страны, %	2,5	22,7	26,1	34,5	4,4	6,4	1,3	1,5

Летний сезон ограничивается датами перехода средней суточной температуры через  $+15^{\circ}$  в период повышения весной и понижения осенью летом увеличивается количество осадков, но сокращается продолжительность их выпадения.

Осенним переходным периодом принято считать период, характеризующийся понижением температуры от  $+15$  до  $0^{\circ}$ , сокращением длительности дня, увеличением пасмурности, частыми дождями. Общее количество осадков в осенний период меньше, чем летом, но продолжительность их выпадения значительно больше. Продолжительность осеннего переходного периода на территории страны колеблется в широких пределах и составляет от 70 до 120 дней. Метеорологические условия являются основными внешними факторами, воздействующими на все системы комплекса «водитель — автомобиль — дорога — среда». Однако водитель и автомобиль значительно лучше защищены от непосредственного воздействия метеорологических явлений, чем дорога, прежде всего ее поверхность. Следовательно, задача проектирования дорог и их эксплуатации, транспортные качества которых остаются высокими при неблагоприятных погодноклиматических условиях, остается актуальной.

#### Библиографический список

1. Сивков, Е. Н. Обоснование параметров колесного трелевочного трактора с целью снижения циркуляции мощности в трансмиссии [Текст] : дис. ... к. тех. наук. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2014. — 143 с.
2. Кочнев, А. М. Конструктивные особенности и рабочие режимы машин для сортиментной заготовки леса [Текст] / А. М. Кочнев, А. Н. Юшков, Е. Н. Сивков. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЛТУ, 2013. — 456 с.
3. Методы, модели, алгоритмы управления процессом строительства, ремонта и содержания лесных автомобильных дорог в условиях ограниченных ресурсов [Текст] / А. В. Скрыпников, М. Ю. Смирнов, Е. В. Кондрашова [и др.] ; ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технический университет». — Йошкар-Ола, 2014. — 165 с.
4. Скрыпников, А. В. Влияние условий движения на скоростные режимы транспортных потоков при вывозке древесины [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, С. В. Дорохин // Современные наукоемкие технологии : материалы междунар. науч. конференции (Иордания (Акаба), 8—15 июня 2014 г.). — № 4. — С. 153—154.
5. Скрыпников, А. В. Численное моделирование процесса движения транспортно-го потока [Текст] / А. В. Скрыпников, К. А. Яковлев // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3.

В статье рассматривается применение различных подходов к определению параметров лесовозных дорог, которое связано с различными факторами эксплуатации дорог в современных условиях транспортного потока.

*Ключевые слова:* прочность, дорожная одежда, коэффициент сцепления колеса.

**А. В. Скрыпников,**

доктор технических наук, профессор;

**Е. В. Чернышова,**

аспирант

(Воронежский государственный университет  
инженерных технологий);

**Е. Н. Сивков,**

кандидат технических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Активное использование лесовозных транспортных путей связано с увеличением разноплановости перевозок различными видами транспорта.

На начальном этапе требования к элементам проектирования лесовозных автомобильных дорог и профиля определялись на условии обеспечения движения одиночного автомобиля, по динамическим характеристикам и динамической устойчивости на отдельных участках дорог, т. е. из условия взаимодействия системы «автомобиль — дорога».

С увеличением количества автомобилей на дорогах появилась необходимость обеспечить пропуск транспортных потоков различной интенсивности, для чего потребовалось изучение взаимодействия системы «дорожные условия — транспортные дороги». На основе исследований этих проблем созданы основы теории движения транспортных потоков в различных дорожных условиях.

В связи с повышением динамичности автомобилей и совершенствования дорог возросли скорости движения, что повысило роль человека-водителя в выборе оптимальных режимов и в обеспечении безопасности движения. Следовательно, одним из перспективных путей повышения эффективности работы автомобильного транспорта является исследования взаимодействия системы «водитель — условия движения». Исследования показывают, что поскольку главным звеном в процессе взаимодействия комплекса «водитель — автомобиль — дорога» является человек-водитель, требования к параметрам дорог должны исходить из условий создания



наиболее благоприятных условий для работы водителя. С учетом этих требований и ведутся разработки методов ландшафтного и пространственного проектирования автомобильных дорог. Системные исследования эксплуатационных свойств элементов комплекса «автомобиль — водитель — дорога» направлены на совершенствование организации и управления всего транспортного процесса.

Анализ условий движения и дорожно-транспортных происшествий на лесовозных автомобильных дорогах показывает, что на эффективность транспортного процесса существенные влияния оказывают погодноклиматические условия. Под их воздействием изменяются транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, психофизиологическое состояние человека-водителя, состояние ряда систем и узлов автомобиля, а также и режим движения транспортного потока как результат взаимодействия всех систем комплекса. Однако влияние природных и климатических условий в настоящее время учитывается главным образом в требованиях к прочности и работоспособности дорожных одежд и устойчивости земляного полотна.

Прочность дорожных одежд рассчитывается по условиям в самый неблагоприятный весенний период. Для предотвращения морозного пучения в холодных районах предусматриваются морозозащитные слои, а в районах с повышенной влажностью сооружаются дренажные устройства.

Достижения отечественной науки в области исследования воднотеплового режима земляного полотна общеизвестны и признаны в мировой дорожной науке. Созданы методы расчета и проектирования земляного полотна в различных природноклиматических условиях, разработано деление территории страны на дорожно-климатические зоны с учетом влияния местных природных условий на устойчивость земляного полотна и дорожной одежды.

В настоящее время делаются попытки более широкого учета окружающей среды при проектировании дорог. При рассмотрении влияния окружающей среды на конструкцию проезжей части дороги в понятие «среда» включается три основных фактора: климат, материалы, покрытия и условия движения. Наиболее важным фактором назван климат, который характеризуется по четырем типам: влажный и жаркий; полусухой; сухой и жаркий климат пустынь; влажный и холодный [1].

Классификация климата произведена по годовым показателям температуры, влажности воздуха и количеству осадков, соотношение которых учитывается при выборе конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

Значительно меньшее отражение находят природные и погодноклиматические условия в методах проектирования и в требованиях к геометрическим и транспортно-эксплуатационным параметрам дорог с точки зрения обеспечения удобства и безопасности движения.

Практические методы проектирования дорог базируются на учете механического взаимодействия одиночного автомобиля с дорогой, движущее-

гося с расчетной скоростью. Движение транспортных потоков учитывается только при определении числа полос движения, некоторых геометрических элементов и прочности дорожных одежд (таблица).

Основные технические параметры при проектировании дорог

Основные технические параметры и транспортно-эксплуатационные показатели	Исходная схема расчета	Состояние поверхности дороги	Характеристика поверхности дороги		
			коэффициент сцепления	сопротивление качению	ровность
Расчетная скорость движения	Движение одиночного легкового автомобиля	Сухое, увлажненное чистое покрытие	0,3—0,5	0,01—0,02	Не указывается
Максимальный продольный уклон	Движение одиночного поезда	То же	Не указываются		
Минимальный радиус кривых в плане	Движение одиночного легкового автомобиля с расчетной скоростью	То же	0,3—0,5	Не указываются	
Расстояние видимости поверхности дороги					
Расстояние видимости встречного автомобиля, радиус вертикальных выпуклых кривых	Движение двух встречных автомобилей с расчетной скоростью	То же	0,3—0,5	Не указываются	
Ширина полосы движения двухполосных дорог	Движение двух встречных автомобилей с пониженной расчетной скоростью	Сухое, увлажненное чистое покрытие, обочины в сухом состоянии	Не указываются		

В нормативно-технической литературе за расчетную принимается наибольшая возможная скорость движения одиночных автомобилей при сухой или увлажненной чистой поверхности покрытия. Гололед, снежный накат, слой рыхлого снега, загрязненность покрытия, степень увлажнения, грязные обочины в расчетах не учитываются и обеспеченность расчетных скоростей в проектах дорог не определяется. Например, величина максимального продольного уклона определяется из динамических характеристик автомобиля-тягача в автопоезде и проверяется независимо от категории дороги и района, определяется по сцеплению для мокрого, но не загрязненного, заснеженного или обледенелого покрытия.

Известно, что коэффициент сцепления колеса автомобиля с сухим покрытием колеблется от 0,4 до 0,8, с влажным — от 0,2 до 0,4, с заснеженным или покрытым гололедом — от 0,07 до 0,27. Однако при назначении геометрических элементов дорог и, в частности, при определении такого важного параметра, как видимость поверхности дороги, расчет ведется на коэффициент сцепления 0,3—0,5 [2].

При определении радиусов кривых в плане величина поперечного сцепления также принимается постоянной для всех районов нашей страны.

Не существует метода учета погодных-климатических условий при определении таких важных параметров, как радиусы вертикальных выпуклых и вогнутых кривых, ширины и поперечного уклона проезжей части, ширины обочин и переходных краевых полос, ширины и конструкции укрепления обочин при выборе сочетаний элементов плана и профиля дорог.

Обеспечение требуемых эксплуатационных качеств существующих дорог, организация и управление дорожным движением возложено на дорожно-эксплуатационную службу. В ее задачи входит обеспечение круглогодичного, непрерывного, безопасного и удобного движения автомобилей, сохранности дорог и дорожных сооружений, повышение технического уровня и эксплуатационных качеств дорог с учетом роста интенсивности движения. Взаимодействие автомобиля и дороги рассматривается как сложный комплекс, анализ которого позволяет определить воздействие движущихся автомобилей на дорожную одежду, а также влияние погодных-климатических условий на состояние дорог.

В указанных трудах предложены многочисленные показатели эксплуатационных качеств дорог, каждый из которых оценивается соответствующим коэффициентом. К числу этих показателей относится скорость движения, непрерывность движения по дороге, прочность и неровность дорожной одежды, сцепные качества, интенсивность движения и др. разработана классификация дорожно-ремонтных работ и периодичность их проведения, которая учитывает изменение состояния дорог под воздействием автомобильного движения и сезонное состояние дорог под влиянием погодных-климатических факторов. На основе комплекса объективных показателей разработана методика оценки эффективности дорожно-ремонтных работ.

Однако до настоящего времени полностью не обоснованы нормативные требования ко многим транспортно-эксплуатационным показателям автомобильных дорог в процессе эксплуатации. Так, не установлены требования к минимально допустимым скоростям движения транспортного потока и одиночного автомобиля, пропускной способности и уровня безопасности, непрерывности проезда в зависимости от категории дороги и погодных-климатических условий. Не обоснованы и не дифференцированы по категориям дорог требования к таким важнейшим показателям, как ровность, сцепные качества покрытий и коэффициент сопротивления качению, требования к эффективной ширине проезжей части и обочин, которые существенно влияют на скорость, безопасность и себестоимость пере-

возок. При проектировании дорог не анализируются изменения указанных показателей в процессе эксплуатации, не предусматривается никаких специальных мер для их обеспечения.

В условиях климата нашей страны для большинства районов особые трудности в обеспечении удобного и безопасного движения на дорогах возникают в зимний период.

В ходе исследования проведено районирование территории страны по трудности снегоборьбы, предложено деление участков дорог по снегозаносимости в зависимости от соотношения геометрических размеров земляного полотна. Разработан комплекс инженерных и организационных мероприятий по защите дорог от снежных заносов и требования к проектированию плана и профиля дороги по условиям снегозаносимости. Разработан методы и накоплен обширный опыт зимнего содержания дорог. Однако нормативные требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам дорог в зимнее время нельзя считать обоснованными, поскольку они не учитывают различия интенсивности движения на дорогах и затрат на снегоочистку в зависимости от интенсивности снегопада и длительности зимы и других условий эксплуатации.

При проектировании дорог не производится сравнение вариантов для обеспечения требуемого состояния ее поверхности в зимних условиях различными сочетаниями конструктивных и эксплуатационных мероприятий, не оценивается возможность и вероятность образования гололеда и снежного наката на дорожных покрытиях и не предусматривается никаких мер по их предупреждению и ликвидации.

Во многих работах отмечаются значительные трудности зимнего содержания дорог на участках кривых малого радиуса в плане, на узлах примыканий и пересечений в одном и разных уровнях и в других стесненных условиях. Это обосновывает необходимость исследования влияния геометрических элементов дорог и их сочетания на состояние дорог и режимы движения в сложных погодных условиях [3].

Схемы установки дорожных знаков, разметки, конструкции ограждений, направляющих устройств и другого инженерного оборудования приняты одинаковыми для всей территории страны, для всех периодов года и климатических условий. Не учитывается то, что направляющие столбики, тумбы и параметры, дорожные знаки, установленные в пределах земляного полотна, способствуют снежным заносам и мешают снегоочистке, приводят к сужению поверхности дороги.

Назначению оптимальных скоростей движения транспортных потоков в реальных условиях движения посвящены многочисленные испытания. Результаты выполненных работ отражают большой накопленный опыт организации и управления движением и в концентрированном виде включены в ряд нормативно-технических документов.

Исследования охватывают весьма широкий круг дорожных условий, различные сочетания геометрических элементов дорог, интенсивности и со-

става движения. Однако подавляющая часть наблюдений выполняется в летний период года, в наиболее благоприятных погодных условиях. Исключением являются исследования режимов эксплуатации автомобилей в условиях бездорожья и не касаются режимов движения транспортных потоков.

В связи с этим необходимо изучить режимы движения одиночных автомобилей и транспортных потоков во время действия отдельных метеорологических факторов и их сочетаний в различные периоды года. Это тем более важно, что к настоящему времени произошел определенный прогресс в развитии методов, систем и технических средств управления движением. Появились знаки со сменной информацией, управляемые знаки, автоматические системы сбора информации о транспортных потоках, начали внедряться автоматизированные системы управления движением на автомобильных магистралях с использованием электронно-вычислительных машин, телевизионных установок, видеофиксаторов, различных приборов для сбора информации о параметрах дорог и метеорологических условиях. Большие работы ведутся по изучению влияния дорожных условий на количество дорожно-транспортных происшествий. Особое значение имеют методы оценки безопасности движения на автомобильных дорогах по коэффициентам аварийности и коэффициентам безопасности.

Для оценки вариантов проектных решений плана и профиля дорог используются коэффициенты «относительной безопасности», обратные по величине «коэффициенты аварийности». В указанных методах учитываются влияния на безопасность движения только отдельных метеорологических факторов.

Основным источником экономической эффективности строительства автомобильной дороги является сокращение времени доставки грузов и пассажиров за счет увеличения скоростей движения автомобилей. Расчеты эффективности основаны на определении себестоимости перевозок до и после строительства дороги, причем себестоимость связана с типом покрытия проезжей части, в зависимости от которого принимается и расчетная скорость движения. Скорость движения и себестоимость перевозок в технико-экономических расчетах принимаются для летних условий движения и считаются постоянными в течение всего года, что не соответствует действительности.

#### **Библиографический список**

1. Скрыпников, А. В. Численное моделирование процесса движения транспортного потока [Текст] / А. В. Скрыпников, К. А. Яковлев // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3.
2. Скрыпников, А. В. К вопросу совершенствования информационных систем управления транспортом [Текст] / А. В. Скрыпников, А. Г. Чистяков, С. В. Дорохин, А. В. Кривошеева // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5.
3. Скрыпников, А. В. Обоснование необходимого минимального уровня видимости дорожной разметки [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, С. В. Дорохин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6.

В статье проведено исследование инженерно-геологических условий лесных территорий Европейского Севера с определением их возможности для создания сети лесовозных дорог круглогодочного действия. Рассмотрены варианты эффективных конструктивных решений применяемых при строительстве этих дорог и их использования при строительстве лесных дорог в Республике Коми. Предложен подход оценки эффективности капиталовложений, направляемых на строительство лесовозных дорог.

**Ключевые слова:** лесовозные дороги, круглогодочное действие, земляное полотно.

**В. С. Слабиков,**

кандидат экономических наук, доцент;

**К. Е. Вайс,**

старший преподаватель;

**В. А. Илларионов,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент

(Сыктывкарский лесной институт)

## **ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КРУГЛОГОДОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ**

Дальнейшее развитие лесопромышленного комплекса Республики Коми существенно сдерживается ограниченными возможностями существующей лесной транспортной инфраструктурой, не учитывающей современные требования нормативно-методологической базы планирования, строительства и содержания лесных дорог с учетом параметров современной лесовозной техники.

Построенные в 70-х гг. прошлого столетия более 70 000 км лесных дорог, использовавшихся для вывозки леса, не выдерживают повышенные нагрузки от современной техники и требуют их реконструкции.

Программой развития сети лесных дорог Республики Коми в период с 2010 по 2018 г. и концепцией сырьевого обеспечения развития российского ЛПК на период 2008—2020 гг. обозначены основные принципы, критерии, экономические и организационные основы, инструменты и механизмы устойчивого сырьевого обеспечения развития и функционирования российского ЛПК на перспективу до 2020 г. В этой концепции указывается на развитие сети лесовозных дорог круглогодочного действия, что является важнейшим условием интенсификации воспроизводства лесов [6].

В Республике Коми в соответствии с Генеральной схемой развития лесных дорог предусмотрено строительство магистральных и грузосборочных лесных дорог круглогодочного действия протяженностью 4 430 км, и реконструкция существующих дорог протяженностью 789 км.

Наличие сети хорошо устроенных дорог на территории лесного массива обеспечивает наиболее полное использование лесных ресурсов и эффективность лесохозяйственного производства. Это в большей степени относится к дорогам круглогодичного действия с качественно подготовленным земляным полотном с кюветами и водоотводными канавами, хорошо уплотненной песчаной подушкой. Такие дороги работают устойчиво в течение всего года, а при соответствующем содержании и текущих ремонтах сохраняют свои эксплуатационные характеристики в течение многолетнего периода времени.

Создание сети таких дорог является необходимым условием для перехода на интенсивное воспроизводство лесов.

Для организации и проведения строительства лесовозных автомобильных дорог круглогодичного действия в Республике Коми необходимо в первую очередь провести подготовительные работы по укреплению грунтов основания дорожного покрытия, так как в условиях избыточного увлажнения местности, характерной для европейской части России, при котором поверхностный сток не обеспечен, повсеместно размыва почва с признаками поверхностного заболачивания, при этом грунтовые воды оказывают влияние на увлажнение верхней толщи грунтов и на пониженных участках рельефа. Такие грунты в периоды распутицы и дождливое время становятся непроходимыми.

Слабые грунты с повышенной влажностью в основании дорожного покрытия, как строительный материал, не воспринимают многократные нагрузки от лесовозного транспорта и подвержены накоплению остаточных деформаций, что приводит к образованию дорожной колеи и разрушению покрытия. Это обусловлено размером и прочностью структуры материала, в котором происходит перемещение минеральных частиц под воздействием нагрузок. Предотвратить сдвиги в грунтах или уменьшить их с целью обеспечения устойчивости от внешнего воздействия можно осуществить проведением специальных мероприятий. Среди них рекомендуется перехват поверхностных и грунтовых вод посредством устройства водоотводных сооружений (канавы, дренажные системы и т. п.), позволяющих довести плотность грунтов земляного полотна до оптимальных размеров. Степень плотности грунтов зависит от величины затрачиваемой работы по их постепенному и планомерному уплотнению и увеличению влажности до определенных пределов, после которых плотность грунтов понижается. За пределами критической плотности возрастает капиллярность, но в этих условиях снижается водопроницаемость грунтов, что приводит к уменьшению притока воды снизу и повышению их морозостойкости. Кроме того, на величину пучения влияет интенсивность промерзания. При невысокой скорости промерзания образуются крупные линзы льда, поскольку влага подтягивается к фронту промерзания. При быстром промерзании влага не успевает перемещаться к зоне промерзания, и возникают линзы льда.

В случаях, когда в основании насыпи находятся переувлажненные глины и суглинки, необходимо произвести их выемку и замену на дренирующие грунты, если они находятся вблизи от участков строительства. Кроме этого, в качестве дренирующего материала при устройстве насыпи на лесовозных дорогах могут быть использованы лесосечные отходы с высокими теплоизолирующими и капилляропрерывающими свойствами. Толщина слоя лесосечных отходов в уплотненном виде должна быть не менее 20—25 см. Мощность грунта в насыпи над слоем из лесосечных отходов для песчаных грунтов принимается не менее 30—40 см, для глинистых грунтов — 49—60 см. При большой дальности возки дренирующего материала, в целях уменьшения его объема покрытие лесовозной автодороги может быть уложено на основания из местных грунтов, укрепленных органическими (битумами, дегтями, смолами) или неорганическими (цементом, известью) вяжущими материалами, а также минеральными добавками. Правильный выбор вяжущих веществ и других реагентов, в зависимости от состава грунта, обеспечивает ему монолитность, прочность и водоустойчивость. Пригодность грунтов для укрепления вяжущими материалами устанавливаются, руководствуясь классификацией грунтов для проектирования и сооружения земляного полотна [3]. Наиболее пригодными для укрепления различными вяжущими материалами являются крупнообломочные грунты, супеси, легкие суглинки с числом пластичности от 3 до 12. Глинистые грунты допускается подвергать укреплению определенными добавками вяжущих веществ, при этом число пластичности должно быть не более 27. Для обработки вяжущими материалами непригодны тяжелые глины, засоленные грунты и гумусированные почвы. При укреплении грунтов битумными материалами, цементом или известью, обязательно производят перемешивание его с вяжущим материалом, увлажнение смеси до оптимальной влажности, профилирование обработанного грунта и уплотнение его до максимальной плотности. При этом надо исходить из учета реальной работы основания, грунты которого принимают и распределяют прилагаемую к поверхности нагрузку таким образом, чтобы возникающие касательные напряжения не превышали структурной прочности грунта.

Измерителем прочности грунтов, а также дорожной одежды является модуль деформации ( $E$ , кг/см<sup>2</sup>), выражающий зависимость между приложенной к поверхности дороги вертикальной нагрузкой и возникающей в результате этого относительной деформацией дорожной одежды. Модуль деформации грунтов в рассматриваемой дорожно-климатической зоне зависит от геологического строения местности и принятой конструкции земляного полотна для укладки на него соответствующей дорожной одежды.

При рассмотрении и оценке особенностей распространения и условий залегания горных пород внимание обращают на четвертичные отложения аллювиального и ледникового происхождения. Верхние горизонты аллювиальных толщ в долинах рек обычно представлены глинистыми породами — супесями, суглинками, глинами и тонкозернистыми песками. Ниж-



ние горизонты часто сложены песками с включением небольшого количества гравия и гальки. Мощность аллювиальных толщ может изменяться в широких пределах до нескольких десятков метров.

Моренные образования приурочены к водораздельным пространствам и широко развиты в районах планируемого строительства лесовозных дорог. Залегают они в виде мощных толщ или разрозненных изолированных залежей небольшой мощности. Основная масса морены, сложена глинистым материалом (глины, суглинки, супеси). Неоднородность моренных отложений нередко усиливается наличием крупных валунов, прослоев, линз и карманов мягких глин, водонасыщенных тонких песчаных пород, проявляющих себя при вскрытии как пльвуны. На водораздельной поверхности широко распространены верховые болота и заболоченные участки.

Таковы наиболее существенные особенности геологического строения четвертичных отложений, определяющие условия строительства на них лесовозных дорог. Именно они в первую очередь характеризуют сложность инженерно-геологических условий территории, которые определяют выбор конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

При проектировании и строительстве дорог общего пользования обычно применяется трехслойная конструкция: покрытие, основание покрытия и земляное полотно. На лесовозных дорогах дорожная одежда проектируется, как правило, по упрощенной схеме: подстилающий слой и покрытие, основание покрытия и покрытие, а чаще всего состоит из покрытия, укладываемого непосредственно на грунт земляного полотна.

Расчетные значения модулей деформации для среднезернистых песков дорожной одежды составляют 300—350 кг/см<sup>2</sup>, мелких песков и супесей 150—200 кг/см<sup>2</sup>, суглинков и глин 100—150 кг/см<sup>2</sup>. Значения модулей деформации грунтов, укрепленных органическими вяжущими или цементом для оптимального гранулометрического состава повышаются до 600—680 кг/см<sup>2</sup>, супесей легких, пылеватых до 600 кг/см<sup>2</sup>, супесей тяжелых и суглинков до 500—600 кг/см<sup>2</sup>. Для обеспечения расчетных значений модулей деформации в условиях строительства дороги на слабых и пучинистых грунтах, при выборе вариантов конструкции дорожных одежд без укрепления вяжущими, рекомендуется применение геосинтетических материалов, которые способствуют укреплению прочностных свойств конструкции. Требуемая прочность дорожной одежды  $E_{тр}$  зависит от грузооборота дороги, типа лесовозного автомобиля и допускаемой относительной деформации. Для расчета  $E_{тр}$  принята формула согласно «Рекомендации по проектированию» [2]:

$$E_{тр} = 1,57P/\lambda\mu K, \quad (1)$$

где  $P$  — удельное давление от колеса расчетного автомобиля, кг/см<sup>2</sup>;  $\lambda$  — допускаемая относительная деформация покрытия;  $\mu$  — коэффициент запаса на неоднородность условий работы одежды, принимаемый: для покрытий из каменных материалов, обработанных битумом или дегтем —

1,1; при расчете покрытий прочих типов не вводится ( $\mu = 1$ );  $K$  — коэффициент, учитывающий повторяемость воздействия и динамичность нагрузок от движения; определяется по формуле:

$$K = 0,5 + 0,65 \lg N \gamma, \quad (2)$$

где  $N$  — расчетная интенсивность движения, определяемая по формуле:

$$N = 1,5 Q / g, \quad (3)$$

где  $Q$  — расчетный суточный грузооборот дороги, т;  $g$  — полезная нагрузка на расчетную ось автопоезда, т;  $\gamma$  — коэффициент, отражающий степень повторяемости нагрузок в зависимости от числа полос движения, равный 1 при двухполосном и 2 — при однополосном движении;

До начала расчета дорожной одежды трасса дороги, по данным инженерно-геологических изысканий, подразделяется на однородные по модулю деформации грунта участки, и для каждой группы участков производится отдельный расчет.

Прочность дорожной одежды характеризуется эквивалентным (фактическим) модулем деформации  $E_{\text{экв}}$ , который зависит от модуля деформации грунта земляного полотна и модулей деформации толщины всех слоев дорожной одежды. Он может быть получен различными сочетаниями конструкции покрытия и основания. Конструирование дорожной одежды выполняются в зависимости от грузооборота, подвижного состава и в таком порядке:

- 1) определяют требуемую прочность дорожной одежды  $E_{\text{тр}}$ ;
- 2) намечают варианты конструкции дорожной одежды;
- 3) производят расчет дорожной одежды по намеченным вариантам с соблюдением условия  $E_{\text{экв}} = E_{\text{тр}}$ .

Для облегчения работы по проектированию дорожных одежд расчет дорожной одежды рекомендуется выполнять с помощью графиков, приведенных в «Инструкции по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа» [4]. Расчеты выполняются как при однослойных так и многослойных дорожных одеждах.

В качестве одного из этих направлений может быть рассмотрено использование в дорожных конструкциях отходов промышленного производства (табл. 1). Например, использование отходов целлюлозно-бумажного производства (добавка хвойного сульфатного мыла в песко-цементные смеси). Создание дорожно-строительных материалов на основе золы от сжигания осадков сточных вод и грунта, укрепленных вяжущими материалами (рис. 1 и 2). Это позволяет произвести материал пригодным для устройства ответственных слоев дорожных одежд лесных дорог. Предел прочности при сжатии получаемой глинисто-зольной смеси, обработанной известью, составляет от 5,4 до 10,5 МПа. Коэффициент водостойкости находится в допустимых пределах 0,73—0,94.

**Таблица 1.** Промышленные отходы, используемые в дорожном строительстве

Зола	Скоп	Гипс	Шлак доменной печи
Угольная	Осадок после отмывания с макулатуры печатной	Титановый гипс	Пылевидный
Торфяная	Пульповый скоп	Фосфогипс	Шлаковый песок
Смешанная	Древесный скоп		



**Рис. 1.** Состояние дороги через 5 лет после ремонта традиционным способом с традиционными материалами



**Рис. 2.** Состояние дороги через 5 лет после ремонта с использованием летучей золы

Наиболее пригоден для лесного дорожного строительства материал, получаемый из состава глины и золы (соотношение 1:3,5), обработанные 2÷10 % извести. Известняково-зольная смесь, укрепленная битумом, отвечает требованиям ГОСТ 23558-94 по II классу прочности с коэффициентом водостойкости 0,91, водопоглощением 3,62 % и модулем упругости от 80 до 250 МПа.

Исследования ученых СПбГЛТУ смесей на основе золы с природным песком, известняком, отсевом камнедробления позволяют получать дорожно-строительные материалы I, II, и III классов прочности. Модуль упругости органоминеральных смесей, обработанных минеральными вяжущими реагентами по данным лабораторных исследований, составил 400—500 МПа [5].

При соблюдении определенных условий грунты могут служить естественным материалом для оснований лесных дорог.

Как известно, любое технологическое воздействие на грунт приводит к изменению начальной плотности. Для восстановления природной плотности, ее повышения необходимо произвести укрепления грунта путем химико-физического или физического техногенного воздействия. Химико-физическое воздействие приводит к изменению вещественного состава, структуры и текстуры грунта. Физическое техногенное воздействие в виде уплотнения, замораживания, нагревания и т. д. приводит к изменению соотношения твердых частиц и пустот между ними. Процесс уплотнения грунтов под воздействием прилагаемых усилий может быть схематично представлен в виде увеличения числа контактов между минеральными частицами за счет их перераспределения и проникновения более мелких частиц в промежутки между крупными [3].

Применительно к строительству автомобильных, в том числе и лесных дорог, равномерное послойное уплотнение грунта относится к числу мер обеспечения устойчивости земляного полотна, следовательно, прочности и эксплуатационной надежности дорожной одежды. При этом наибольшая эффективность уплотнения достигается при оптимальной влажности, обеспечиваемой равномерным распределением расчетного количества воды по уплотняемой площади. Проведенные в Сыктывкарском лесном институте исследования влияния физического техногенного воздействия на изменение плотности грунта применительно к сооружению земляного полотна автомобильной дороги с использованием для изменения влажности грунта воды и водного раствора с химической добавкой, традиционно используемой при производстве бетонных и железобетонных конструкций, изделий и приготовлении строительных растворов, показали, что эффект, характеризуемый плотностью скелета твердых частиц грунта и заменой увлажняющего материала, появляется уже при минимальной величине уплотняющего давления на грунт, равного 10 МПа. При использовании водного раствора, достигнутое изменение плотности скелета твердых частиц составило  $111 \text{ кг/м}^3$ , при минимальном и максимальном ее значениях соответственно  $1605$  и  $1716 \text{ кг/м}^3$  [5].

При использовании воды это изменение составило всего  $30 \text{ кг/м}^3$ , при минимальном и максимальном значениях плотности скелета твердых частиц соответственно  $1571$  и  $1601 \text{ кг/м}^3$ .

В связи с тем, что наибольший удельный вес среди лесных дорог составляют дороги с гравийным и щебеночным покрытием (около 40 %) воз-

никает потребность их обеспечения строительными материалами, отвечающими предъявляемым к ним требованиям. В Республике Коми одним из основных производителей щебня в настоящее время применяемого при строительстве автомобильных дорог является Чинья-Ворыкский щебеночный завод. Полезным ископаемым, используемым для производства щебня на этом предприятии, является доломит, который выпускается шести основных фракций. Ежегодно здесь добывается около 450 тыс. м<sup>3</sup>, что составляет около половины потребности в этом материале в Республике Коми.

В связи с тем, что из общего объема, производимого щебня большая часть приходится на материал более низких марок (М600; М800) возникает необходимость завоза высокопрочного щебня (М1000 и более) из-за пределов республики [5].

В целях повышения прочностных характеристик каменного материала из осадочных горных карбонатных пород Чинья-Ворыкского месторождения проведено исследование влияния на повышение прочности известнякового щебня объемной пропитки в водном растворе в качестве химического вещества, в котором использовался фтористый натрий (NaF) и кремнефтористый натрий (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>) [9, 4].

Анализ полученных результатов показал, что объемная пропитка щебня водными растворами фтористого и кремнефтористого натрия при суточной пропитке щебня обеспечивает устойчивое повышение прочности (дробимости) с марки М800 до М1200, морозостойкости с марки F150 до F400, истираемости И2 до И1, при существенной снижении стоимости в сравнении с подобными по характеристикам материалов, завозимых из-за пределов республики.

Все большее применение в практике строительства лесных дорог находят геотекстильные нетканые материалы, геосетки (рис. 3) и георешетки. Применение одного из разновидностей этих материалов «Геоком» в качестве армирующих и защитных элементов в нижней части (основании) насыпей позволяет снизить объемы земляных работ, обеспечить устойчивость основания и откосов насыпей, уменьшить неравномерность осадок. Наибольший экономический эффект может быть достигнут при устройстве «Геоком» в качестве разделительного слоя между подстилающим слоем с применением песка и щебеночным основанием, что приводит одновременно к экономии средств, повышению прочности дорожной одежды, снижению материалоемкости, увеличению срока службы дороги.

Эффективность применения георешеток определяется возможностью выполнения ими ряда функций, таких, как:

- армирования и разделения при расположении на контакте «крупнофракционный зернистый материал — грунт»;
- армирования при расположении на контакте «слабый грунт — грунт насыпи»;
- армирования откосов насыпи, в том числе откосов повышенной крутизны.



**Рис. 3.** Укладка геосетки под дорожное покрытие

Для поддержания объема заготовки на проектном уровне необходимо ежегодное строительство лесовозных дорог в целях освоения лесного массива. Это делает дорожное строительство обязательным элементом технологического цикла лесозаготовки наряду с валкой леса, трелевкой и пр. [6].

В целях расчета важнейших показателей экономики дорожного строительства — амортизационных отчислений и удельных капиталовложений — устанавливаются нормативы:

- общая протяженность лесовозных дорог, необходимая для полного транспортного освоения ( $L$ );
- период полного транспортного освоения ( $T$ );
- количество очередей, необходимых для поддержания проектной производственной мощности предприятия на заданном уровне ( $N$ );
- средняя протяженность строительства дорог в расчете на один год периода транспортного освоения ( $L_1$ );
- средняя протяженность строительства дорог в расчете на одну очередь;
- средняя стоимость строительства 1-го километра дороги ( $C_1$ );
- проектная производственная мощность по вывозке древесины ( $M_{пр}$ ).

На основе этих нормативов годовая сумма амортизационных отчислений на простое воспроизводство лесовозных дорог определяется по формуле:

$$A_r = L_1 C_1. \quad (4)$$

Удельные капиталовложения на строительство лесовозных дорог определяется по формуле:

$$K_{уд} = (LC_1)/M_{пр}. \quad (5)$$

По нормативам удельных капиталовложений и амортизационных отчислений определяется целесообразность освоения лесного участка (лесной территории).

Для определения экономической целесообразности строительства лесовозных дорог круглогодичного действия необходимо произвести сопоставление дополнительных капиталовложений с экономией текущих производственных затрат. Эта экономия достигается не только на транспортных операциях, но и на обеспечении ритмичной работы всех звеньев лесозаготовительного производства, что позволяет в максимальной степени использовать основные фонды и трудовые ресурсы, поднять уровень организации всего лесозаготовительного производства в целом. В результате себестоимость заготовки древесины снижается на 20—80 %

Окупаемость вложений в лесовозные дороги круглогодичного действия в основном зависит от протяженности дорог, приходящихся на одну очередь транспортного массива. При размещении древесных запасов на территории такого массива компактно, равномерно, существенно снижает величину инвестиционных капиталовложений. Их окупаемость в зависимости от стоимости 1-го километра дорог может не превышать 1—2-х лет. Если лесной массив продолжительное время осваивался на основе временных дорог, то переход на постоянные дороги (без чего невозможно стабилизировать работу сырьевой отрасли лесопромышленного комплекса, внедрять интенсивные системы воспроизводства лесов) потребует существенного увеличения капиталовложений и срока окупаемости дорожных инвестиций.

Проводимые исследования инженерно-геологического состояния грунтов позволяют определять их основные характеристики необходимые для использования при разработке конструктивных решений лесовозных дорог в условиях Европейского Севера. Однако в целом ряде случаев эти исследования не всегда имеют реальное подтверждение. Так, фактический ход осадки в насыпях, построенных на разнообразных по сжимаемости отложениях, во многих случаях не подтверждает расчетные данные. В слабых отложениях на развитие деформаций влияют явления пластических течений, сдвиговой ползучести, порового давления, структурной прочности и др. Все это указывает на необходимость продолжения научно исследовательской работы.

Требуется дальнейшее исследование и по упрочнению местных строительных материалов, применяемых при строительстве лесовозных дорог, поиск новых эффективных конструктивных решений при их возведении, с применением как отечественного, так и зарубежного опыта.

#### **Библиографический список**

1. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : от 04.12.2006 №200-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
2. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий [Электронный ресурс] : ВСН 01-82 : утв. приказом Минлесбумпрома СССР от 10.08.1982 № 236 // СПС «КонсультантПлюс».
3. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности [Электронный ресурс] : ГОСТ 22733-2002. — Взамен ГОСТ 22733-77 ; введ. 2003-07-01 // СПС «КонсультантПлюс».
4. Реактивы. Натрий фтористый. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 4463-76 . — Введ. 1977-07-01 // СПС «КонсультантПлюс».
5. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ 8269.0-97. — Введ. 1998-07-01 // СПС «КонсультантПлюс».
6. Концепция сырьевого обеспечения развития российского ЛПК на период 2008 — 2020 г.г. [Электронный ресурс] // wood.ru. — Режим доступа: <http://www.wood.ru/ru/loa688.html>. — (Дата обращения: 18.10.2016).
7. Проектирование нежестких дорожных одежд [Электронный ресурс] : ОДН 218.046 — 01. — Взамен ВСН 46-83 ; введ. 2001-01-01 // СПС «КонсультантПлюс».
8. Альбом типовых конструкций по применению геосинтетических материалов производства «СТЕКЛЮНИТ» [Текст]. — 3-е изд. — Москва, 2008. — 65 с.
9. Натрий кремнефтористый технический [Текст] : ТУ 113-08-857-86. — Введ. 1986-01-01. — Москва : Изд-во стандартов,1988. — 5 с.



В статье представлена структурная схема имитационной модели выполнения лесосечных работ и отмечены ее особенности для условий Республики Коми. Даны биоклиматические характеристики физико-географических провинций Республики Коми, что позволит выполнить поиск рационального транспортно-технологического процесса освоения лесосеки по предлагаемому алгоритму и представленной блок-схеме.

**Ключевые слова:** лесосека, лесосечные работы, лесной фонд, почвенно-грунтовые условия, транспортно-технологический процесс.

**М. В. Цыгарова,**  
кандидат технических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ МОДЕЛИ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

В настоящее время к проблемам устойчивого развития лесной отрасли проявляют интерес представители государства, бизнеса, общественных организаций, науки. На конференциях и форумах происходит обсуждение требований к новому законодательству и необходимые изменения в сфере образования для специалистов отрасли, где ключевыми аспектами применения модели интенсивного лесного хозяйства являются экономические, экологические и правовые.

Лесопользование в Республике Коми должно базироваться на том, что лесные ресурсы здесь окажутся в будущем (после исчерпания углеводородного сырья) главным фактором экономики. Поэтому лесопользование должно быть непрерывным и неистощительным.

Освоение лесосеки (делянки) наглядно демонстрирует структурная схема модели выполнения лесосечных работ, представленная на рис. 1 [1].

Программа рубок подразумевает вид рубки, который определяется возрастом насаждения, его составом, структурой и другими лесоводственными признаками.

Анализ климатических и грунтово-гидрологических условий эксплуатации районов Европейского Севера показывает, что обширная часть лесных площадей занята заболоченными и переувлажненными грунтами, имеющими низкую несущую способность. На территории Республики Коми природные зоны и подзоны (тундра, лесотундра, крайнесеверная, северная, средняя, южная тайга) пересекаются тектоническими зонами (Мезенская синеклиза, Волго-Уральская антеклиза, Тиманская гряда, Печорская синеклиза, Уральский кряж). Такое пересечение образует сетку физико-географических провинций, которые характеризуются системой показателей (табл. 1 [2]).

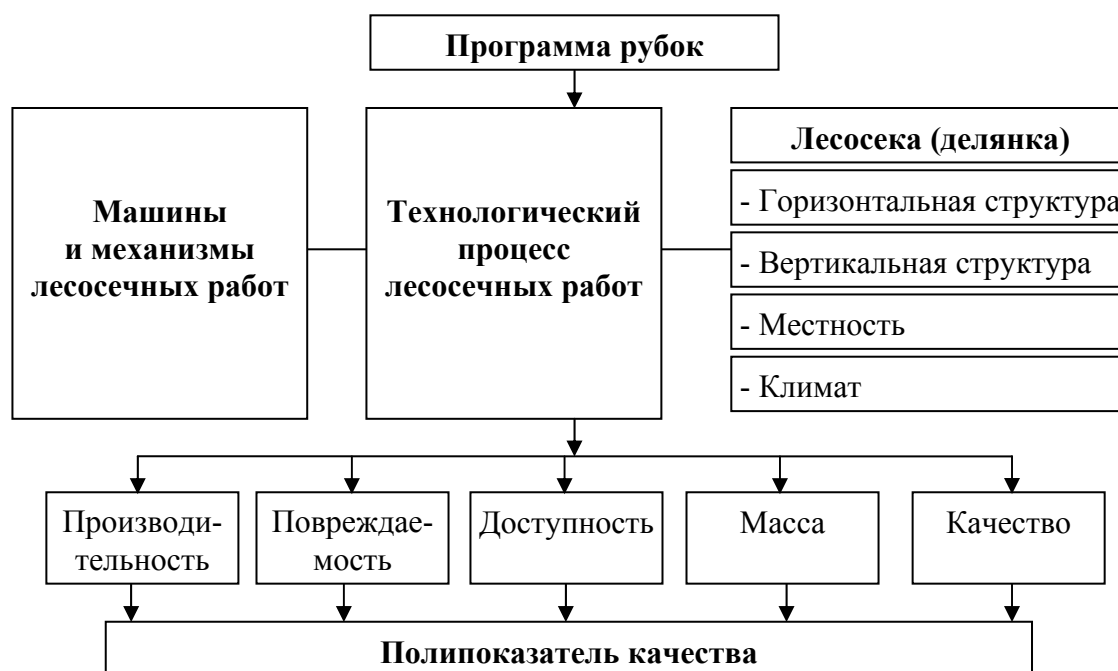


Рис. 1. Структурная схема имитационной модели выполнения лесосечных работ

Таблица 1. Биоклиматические характеристики физико-географических провинций Республики Коми

Физико-географические провинции	Типы			Сумма температур, $\Sigma t^0 > 10^\circ$	Ресурсы влаги, $Md$	Породный состав лесонасаждений	Запас древесины на 1 га		Прирост древесины	
	рельефа	заболоченности	почв				лесопосадочный учетный	рыболовный таксационный	на 1 га учетный $M^3$	на 1 га таксационный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Канинская лесотундровая	Р <sub>П</sub>	Б <sup>2</sup>	С 2+3	700	0,83	—	—	—	—	—
Мезенская крайнесеверотаежная	Р <sub>П</sub>	Б <sup>2</sup>	ПС 6+7	900	0,80	66E15C46B2Oс	65	120	0,6	0,6
Мезенско-Вычегодская северотаежная	Р <sub>Х</sub>	Б <sup>1</sup>	ПС 6	1200	0,62	59E25C12B2Oс	105	200	1,2	1,8
Мезенско-Вычегодская среднетаежная	Р <sub>Х</sub>	Б <sup>1</sup>	С 5	1350	0,58	49E31C17B2Oс	120	230	1,5	2,2
Сыоло-Вычегодская среднетаежная	Р <sub>Х</sub>	Б <sup>1</sup>	С 5	1500	0,6	38E25C24B12Oс	130	245	2,1	2,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Летско-Вятская южнотаежная	Р <sub>В</sub>	Б <sup>1</sup>	С 5+7	1550	0,58	37Е26С25Б12Ос	135	260	2,4	2,9
Тиманская крайнесеверотаежная	В <sub>В</sub>	Б <sup>1</sup>	С 6	900	0,77	67Е16С16Б1Ос	70	130	1,0	1,2
Тиманская северотаежная	В <sub>В</sub>	Б <sup>1</sup>	С 6	1150	0,58	60Е26С13Б1Ос	80	150	1,1	2,1
Тиманская среднетаежная	Р <sub>У</sub>	Б <sup>1</sup>	ПС 5+6	1450	0,62	53Е30С18Б1Ос	125	240	1,2	2,6
Печорская тундровая	Р <sub>П</sub>	Б <sup>1</sup>	С 2+3	500— 600	1,13— 0,67					
Печорская лесотундровая	Р <sub>П</sub>	Б <sup>3</sup>	С 2+3	650— 800	0,85— 0,67					
Печорская крайнесеверотаежная	Р <sub>Х</sub>	Б <sup>3</sup>	С 6+7	850— 1000	0,82— 0,58	68Е14С16Б1Ос+ Лц	83	150	0,5	1,0
Печорская северотаежная	Р <sub>У</sub>	Б <sup>1</sup>	ПС 6+7	1050— 1200	0,71— 0,51	61Е24С11Б2Ос+ Лц	100	185	0,6	1,8
Печорская среднетаежная	Р <sub>У</sub>	Б <sup>1</sup>	ПС 5+6	1250— 1350	0,68— 0,60	50Е30С16Б2Ос+ Лц	115	220	0,9	2,6
Полярноуральская тундровая	Г <sub>НС</sub>	Нет данных ÷ ÷ ÷ ÷	55	200	1,28					
Полярноуральская лесотундровая	Г <sub>СВ</sub>		55	500	1,31					
Полярноуральская крайнесеверотаежная	Г <sub>СВ</sub>		55— 60	700	1,37	70Е2С8Б7Лц 13Пх+Кд	30	60	0,4	0,5
Полярноуральская северотаежная	Р <sub>СВ</sub>		55— 60+5	900	0,48	70Е2С9БЛц 14Пх+Кд	70	135	0,5	0,9
Североуральская северотаежная	Г <sub>СВ</sub>		55— 60+5	1100	0,66	69Е2С10Б4Лц 15Пх+Кд	105	200	0,8	1,5
Североуральская среднетаежная	Г <sub>СВ</sub>		55— 60+5	1300	0,72	68Е2С11Б3Лц 16Пх+Кд	115	220	1,0	2,0

**Примечание.** Условные обозначения:

**Тип рельефа:** Р<sub>П</sub> — равнины плоские и низменные, Р<sub>В</sub> — волнистые, Р<sub>Х</sub> — холмистые, Р<sub>У</sub> — увалистые, В<sub>В</sub> — равнины и низкогорья возвышенно-волнистые, Г<sub>НС</sub> — низкогорья и среднегорья, Г<sub>СВ</sub> — среднегорья и высокогорья (включая горные тундры).

**Заболоченность:** Б<sup>1</sup> — средняя (50% территории), Б<sup>2</sup> — сильная (50—70 %), Б<sup>3</sup> — очень сильная (70 %).

**Типы почв:** С — суглинистые, ПС — песчано-суглинистые, 2 — глее-тундровые, 3 — тундрово-болотистые, 5 — глеево-подзолистые, 6 — глеево-таежные, 7 — болотно-таежные, 55 — горно-тундровые, 60 — горно-таежные.

**Породный состав:** Е — ель, С — сосна, Б — береза, Ос — осина, Лц — лиственница, Пх — пихта, Кд — кедр (цифрами обозначена доля породы в составе лесонасаждения).

Анализ характеристики лесного фонда и почвенно-грунтовых условий показывает, что большинство предприятий Республики Коми производят заготовку древесины в сложных эксплуатационных условиях, которые характеризуются малым объемом хлыста ( $0,17—0,21 \text{ м}^3$ ), низким запасом леса на гектаре ( $80—120 \text{ м}^3$ ), низкой несущей способностью грунтов (II—III категории проходимости).

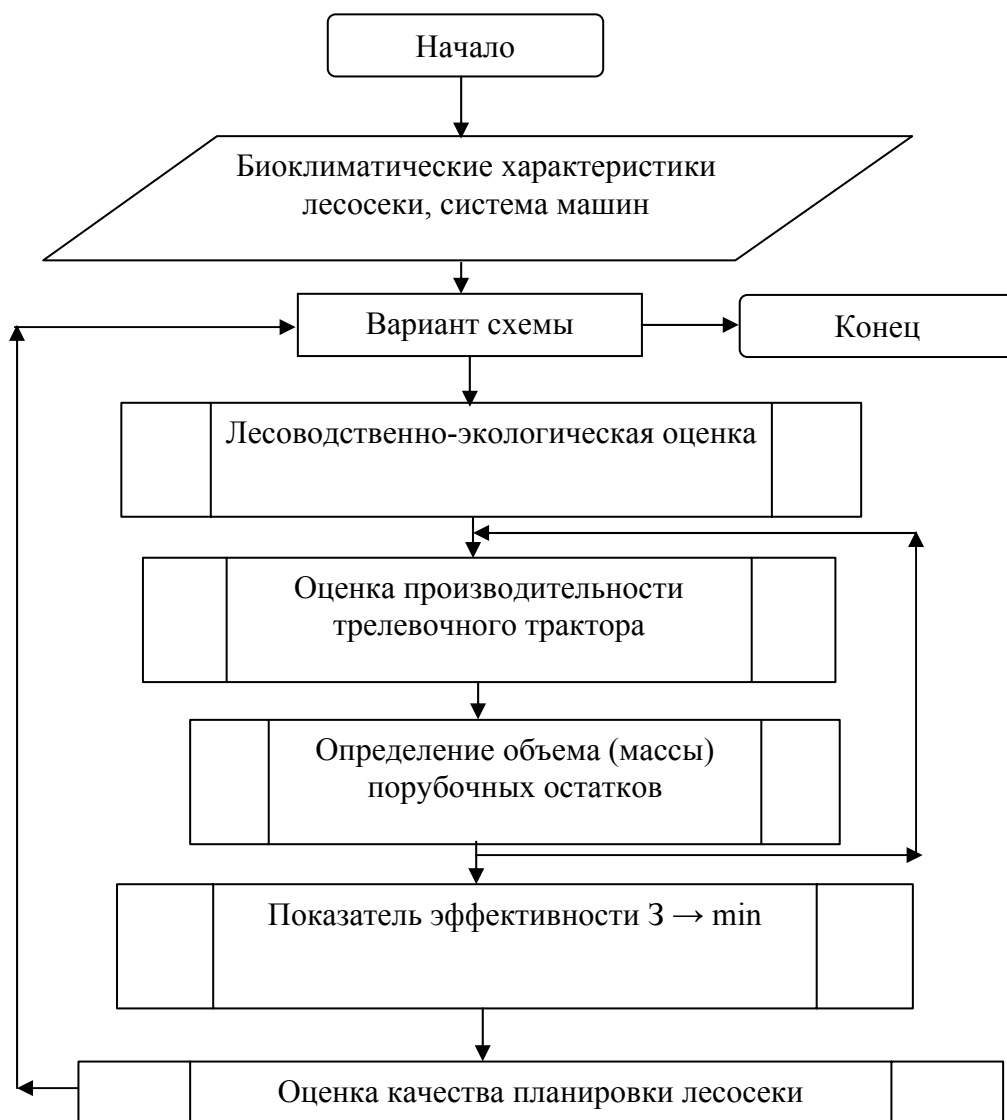
Переувлажненные грунты вызывают проблемы, связанные не только со строительством лесовозных дорог и временных путей, но и в плане организации лесосечных работ.

При существующих технических средствах заготовки леса лимитирующей операцией технологического процесса при разработке лесосек с переувлажненными грунтами, особенно в период сезонных распутиц, является трелевка леса. Основной причиной такого положения является низкая производительность трелевочных тракторов (форвардеров) из-за их плохой проходимости. Вследствие этого сдерживается работа валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин (харвестеров), работа которых в меньшей степени зависит от почвенно-грунтовых условий. Большая часть серийных многооперационных машин тяжеловесна и рассчитана на использование их в крупномерных древостоях с хорошими почвенно-грунтовыми условиями, поэтому в мелкотоварных переувлажненных насаждениях эффективность применения таких машин снижается. Среднегодовая производительность лесосечных машин в этих условиях по отношению к проектной не превышает 50 %.

При выборе эффективных систем машин и технологий освоения лесосек со слабой несущей способностью грунтов основное внимание должно быть уделено не столько повышению производительности лесозаготовительных машин, сколько сохранению лесной среды. Учитывая, что большую часть летнего лесосечного фонда составляют лесосеки с переувлажненными грунтами (около 70 %), сохранение экологической среды лесосеки является актуальной проблемой.

Отрицательное воздействие техники на лесную среду происходит через трелевочные волока, лесопогрузочные пункты, лесовозные усы, размещение их на лесосеке и занимаемой площади. Повысить работоспособность трелевочных волоков можно укреплением поверхности волока порубочными остатками.

Задача заключается в определении толщины слоя порубочных остатков, обеспечивающего необходимое по технологии количество проходов трелевочного трактора. Количество порубочных остатков на лесосеке зависит от породы деревьев, их разряда высоты, возраста и бонитета. Наибольший объем остатков обеспечивается в елово-пихтовых и смешанных насаждениях, что характерно для лесов Республики Коми. Таким образом, для каждой лесосеки следует определять рациональные транспортно-технологические варианты по алгоритму, блок-схема которого представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Упрощенная блок-схема алгоритма поиска рационального транспортно-технологического процесса освоения лесосеки

### Библиографический список

1. Герасимов, Ю. Ю. Лесосечные машины для рубок ухода: компьютерная система принятия решений [Текст] / Ю. Ю. Герасимов, В. С. Сюнев. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 1998. — 236 с.
2. Эколого-географические основы рационального природопользования в многолесных районах [Текст]. — Сыктывкар, 1995. — 112 с.
3. Цыгарова М. В. Повышение эффективности освоения лесосек с переувлажненными грунтами путем обоснования рациональной технологии (в условиях Республики Коми) [Текст] / М.В. Цыгарова. — Ухта : Изд-во УГТУ, 2011. — 111 с.

В статье на основе обобщения исследований представлена технология производства древесной биомассы на лесосеке.

**Ключевые слова:** лесозаготовка, древесные отходы, биомасса, дрова, топливная щепа.

**В. Т. Чупров,**  
зав. лабораторией УЛЦ  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ НА ЛЕСОСЕКЕ**

Для лесной республики актуальна замена угля, нефти и газа возобновляемыми природными ресурсами, в первую очередь древесной биологической массой. Древесина рассматривается как биотопливо в виде переработанных отходов лесозаготовок — пней, корней, лесосечных отходов. Дополнительным сырьем могут служить кора, хвоя и листья [2]. Производство биомассы с использованием древесных отходов в лесу связано с дефицитом, а часто отсутствием электроэнергии, необходимой для привода оборудования. Необходимы местные варианты переработки древесины на участках.

Цель — обоснование технологии производства древесной биомассы в лесу из отходов лесозаготовок, экономически целесообразной для Республики Коми.

Задача — выявление факторов, влияющих на эффективность технологии производства древесной биомассы вблизи лесозаготовок с доставкой продукции заказчику.

Древесная биомасса может использоваться в виде дров, топливной щепы и брикетов.

Основным сырьем для производства дров является низкокачественная древесина и древесина, потерявшая свои товарные свойства при длительном хранении, а также тонкомерная древесина. Технологические операции на заготовке дров на лесосеке включают раскряжевку, расколку, штабелевку готовых дров и доставку потребителю [2]. Дровоколы классифицируются следующим образом: ручные — колка за счет ручного труда; винтовые — ввинчивание шурупа в древесину и гидравлические, когда раскалывание происходит за счет продвижения толкателя на нож. Электропривод раскалывания чураков может быть заменен валом отбора мощности трактора. Доставка дров потребителю осуществляется грузовыми тракторами.

Недостаток: отсутствие электроэнергии в лесу и слабая механизация технологических операций на заготовке дров.

На лесосеке возможны несколько путей заготовки древесной биомассы для производства топливной щепы: сортиментная заготовка, заготовка

из тонкомерной древесины и производство топливной щепы из пней, корней и других порубочных остатков [1].

В цепи производства топливной щепы основной операцией является измельчение древесины. Рубительная машина определяет транспортировку древесной биомассы до потребителя в виде щепы, обвязанных пакетов или насыпных отходов лесозаготовок [1]. Отсутствие электроэнергии в лесу диктует применение мобильных рубительных машин или другого имеющегося механического привода. В качестве привода рубительной машины возможно использование вала отбора мощности лесного, сельскохозяйственного или общепромышленного трактора.

Привлекательным вариантом переработки древесины является измельчение древесины в высокопроизводительной рубительной машине, установленной на площадке рядом с трактором возможностью соединения вала отбора мощности к валу привода барабана резания древесины. Транспортирование топливной щепы может выполняться автомобилем-щеповозом. В этом варианте технологии производства топливной щепы успешно применимы сменные контейнеры, которые доставляют продукцию к лесовозным дорогам или на территорию заказчика с минимальной затратой времени на погрузку-выгрузку и защитой продукции от атмосферных осадков.

Рубительная машина или другие механизмы резания древесины могут быть установлены на прицепе. Приводом механизмов может служить гидропривод навесного оборудования трактора или другой лесной транспортной машины. Подача рабочей жидкости от насоса, установленного на тракторе, на прицеп осуществляется рукавами высокого давления. Гидропривод обеспечивает надежную работу рубительной машины и других механизмов с широким диапазоном регулирования усилия и скорости резания древесины.

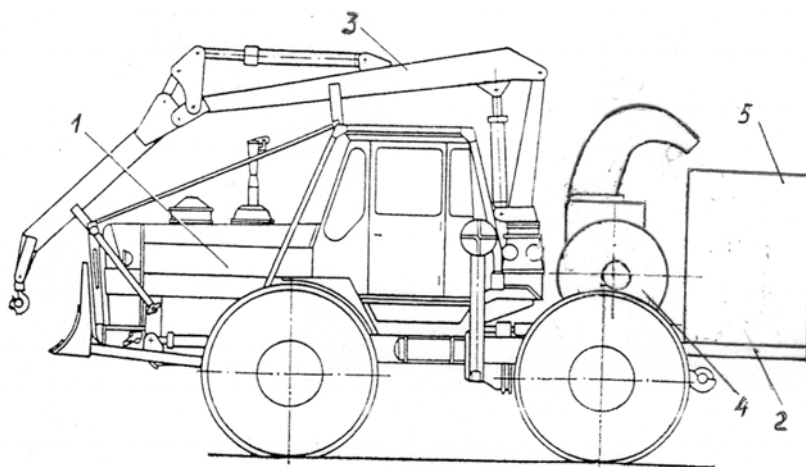
Предлагается мобильный вариант технологии производства топливной щепы на лесосеке (рис. 1). Лесная установка на колесном ходу включает трактор 1, удлиненную раму 2, на которой установлены гидроманипулятор 3, рубительная машина 4 и сменный контейнер 5.

Гидросистема навесного оборудования трактора приводит во вращение гидромотор привода барабана рубительной машины. Гидроманипулятором осуществляется выгрузка съемного контейнера и установка его на раму трактора. Преимуществом контейнерной перевозки щепы является защита продукции от атмосферных осадков и учет объемов произведенной щепы.

В модернизированном варианте мобильной установки съемный контейнер заменен самосвальным бункером. Подъем бункера для разгрузки щепы и возврат его в исходное положение осуществляется по классической схеме двумя гидроцилиндрами. Перевозка топливной щепы в самосвальном бункере возможна на кучевое хранение или доставка продукции до территории потребителя.

Общим недостатком технологии производства древесной биомассы является низкая объемная масса продукции. При транспортировке топливной щепы недогруженность щеповоза сочетается с большим расходом топ-

лива на одну тонну перевозимой продукции. Нарращивание бортов автомобиля с целью повышения объема перевозимой щепы регламентировано дорожными габаритами.



**Рис. 1.** Мобильная установка для производства щепы на лесосеке:

1 — трактор; 2 — рама; 3 — манипулятор;  
4 — рубительная машина; 5 — сменный контейнер

С целью повышения объемной массы перевозимой щепы предлагается метод ее прессования, для чего на раме трактора (см. рис. 1) вместо сменного контейнера 5 устанавливается установка для формирования плотных пакетов щепы, удобных для упаковки, учета массы и транспортирования обычным транспортом.

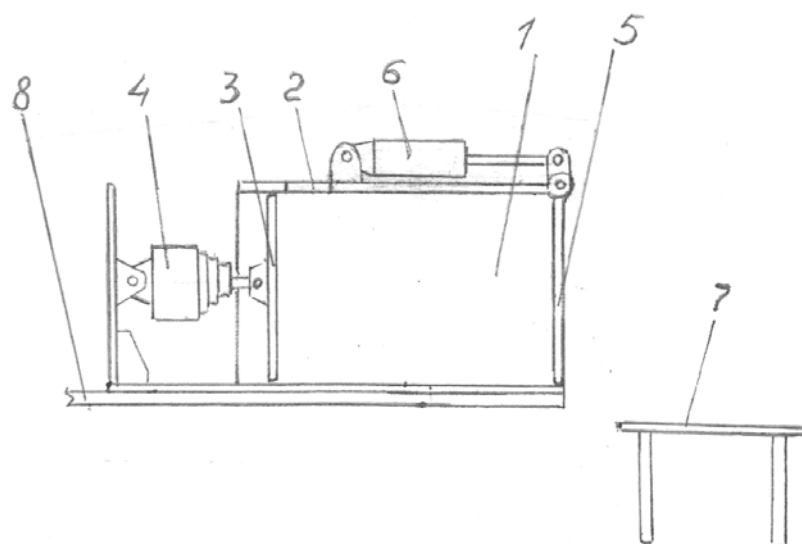
Установка для прессования пакетов топливной щепы (рис. 2) включает пресс 1, установленный на удлиненной раме 8. Щепа из рубительной машины поступает через люк 2 в пресс 1 до заполнения его объема. Затем толкающая плита 3 с помощью телескопического гидроцилиндра 4 перемещается от зоны загрузки в сторону крышки 5, используя максимальное усиление толкания штока гидроцилиндра. Выгрузка пакета щепы из прессы на приемный стол 7 осуществляется открытием крышки 5 с помощью гидроцилиндра 6. После открытия крышки 5 шток гидроцилиндра 4 продолжает свое движение и толкающей плитой 3 выталкивает пакет щепы на приемный стол 7. Упакованные во влагозащитную тару пакеты принимают товарный вид с доставкой заказчику на обычном автомобильном транспорте.

#### **Выводы:**

1. Производство биомассы в лесу связано с дефицитом электроэнергии. Биотопливо в виде отходов лесозаготовок может производиться с применением мобильного варианта технологии производства дров, топливной щепы или другой продукции в лесосеке.

2. Основным сырьем для производства дров на лесных участках является потерявшая товарные свойства древесина, а так же тонкомерная древесина. Недостаток — низкая полндревесность и трудоемкость производства топливных дров. Сложности компенсируются устойчивым спросом дров.





**Рис. 2.** Схема установки для прессования пакетов щепы:

1 — пресс; 2 — люк; 3 — толкающая плита; 4 — телескопический гидроцилиндр;  
5 — крышка; 6 — гидроцилиндр; 7 — приемный стол; 8 — удлиненная рама

3. Наиболее перспективным видом древесного биотоплива является топливная щепа. Дефицит электроэнергии в лесу диктует применение мобильных рубительных машин или другого имеющего механического привода, например, вала отбора мощности трактора.

4. Рубительные машины и другое оборудование могут быть установлены на гидрофицированном прицепе или на раме лесной машины.

5. В системе производства топливной щепы применяются съемные контейнеры. Преимущество — точный учет объемов продукции и надежная ее защита от снега и дождя.

6. Перевозка топливной щепы в самосвальном бункере пригодна для доставки продукции на кучевое хранение или на территорию потребителя. Недостаток — недогруженность транспорта.

7. Прессование щепы кратно повышает объемную массу продукции и загруженность транспорта, снижает расход топлива автомобиля.

8. Упаковка прессованной щепы во влагозащитную тару повышает качество продукции, дает возможность ее доставки потребителю обычным транспортом и повышает конкурентные преимущества предприятия.

9. Заготовка биоэнергосырья в виде биологической массы экономически целесообразно для предприятия и минимизирует воздействие древесных отходов на окружающую среду

#### Библиографический список

1. Штельман, И. Р. Технология и техника расчистки лесных площадей с заготовкой пнево-корневой древесины для биоэнергетики [Текст] / И. Р. Штельман // Инженерный вестник Дона. — 2012. — Т. 20. — № 2. — С. 475—478.

2. Биотопливо из древесного сырья [Текст] / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий, Н. И. Кожухов, В. Д. Никишов. — Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. — 384 с.

## ОТЧЕТЫ ПО НАУЧНЫМ ТЕМАМ

### СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СООТВЕТСТВИИ С ПОТРЕБНОСТЯМИ ЛЕСНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ КОМИ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СОВОКУПНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Руководитель темы — **Н. М. Большаков**,  
доктор экономических наук, профессор

Исполнители:

**И. И. Иваницкая**,

кандидат экономических наук, доцент;

**Л. З. Сандригайло**,

кандидат экономических наук, доцент

В работе проведен анализ соответствия формируемых в рамках образовательных программ высшей школы профессиональных компетенций выпускников направлений подготовки бакалавриата, связанных с деятельностью в лесном комплексе, ожиданиям работодателей. В целях повышения качества образовательных услуг выявлена необходимость определения степени готовности выпускников связывать свою трудовую деятельность с лесной отраслью и республикой. Определены основные пожелания студентов к изменению образовательного процесса в пользу переноса части занятий на производство, увеличения количества часов по производственным практикам, а также привлечению руководителей и специалистов к проведению занятий в институте.

#### **Введение**

Цели и задачи исследования определялись перспективным планом НИР на 2015—2020 гг. и связаны с направлениями профессиональной подготовки кадров для лесного комплекса региона для дальнейшей разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства.

Анализом соответствия требований работодателей к уровню компетенций выпускников СЛИ авторы занимались на протяжении 2015—2016 гг., исследованием степени готовности студентов работать в лесном комплексе республики — во второй половине 2016 г.

В результате проведенных опросов были получены данные для анализа сложившейся системы формирования компетенций у студентов, зачастую несовпадающих с ожиданиями работодателей, и определена степень удовлетворенности студентов дневного отделения программ подготовки кадров для лесной отрасли уровнем образовательных услуг.

Аналитические выкладки по полученному материалу были представлены на круглом столе, проводимом в рамках Всероссийской научной конференции «Стратегические приоритеты в управлении природно-ресурсным потенциалом Европейского Северо-Востока и зоны Арктики».

Полученные данные легли также в основу двух подготовленных статей, которые будут опубликованы в сборниках научных статей научно-практических конференций.

### **1. Формирование профессиональных компетенций управленцев в современных изменяющихся условиях**

Образование — сложный динамический процесс, который имеет свою собственную структуру, включает людей, ресурсы, технологии и т.д. Данный процесс осуществляется по определенным законам, понимание которых крайне важно для адекватного управления. Если рассматривать образование как некую систему, то ключевым параметром ее развития является понимание цели, к которой хочется прийти в процессе всех преобразований. Считается, что формирование конечной цели — более сложная задача, чем подбор соответствующих инструментов достижения.

Подход к разработке объективных (критериальных) мер эффективности (результативности) обучения на основе методологии проверки приобретенных минимальных компетенций получил название компетентностного подхода. В рамках данного направления акцент в первую очередь делался на установлении, как правило, минимальных стандартов или требований к уровню подготовки по так называемым базовым (основным) позициям образовательной программы. Введение такой системы минимальных компетенций предполагало обязательность итоговых проверок на основе разработанных федеральных стандартов, общих для всех вузов страны [4].

Казалось бы, цели современной реформы образования понятны — создать такую систему подготовки специалистов в разных сферах деятельности, которые будут адекватно реагировать на происходящие рыночные изменения и эффективно их осуществлять. И инструменты достижения данной цели вроде бы логичны — выбран новый компетентностный подход, «позволяющий сформировать у выпускников знания, умения и навыки, необходимые в профессиональной деятельности будущим специалистам» [2]. Вот только реализация этого подхода пока в большей степени похожа на некий эксперимент по принципу «давайте начнем, а потом посмотрим, что будет».

Для получения положительного эффекта подготовки выпускников необходимо, чтобы высшие учебные заведения совместно с представителями бизнеса выработали единые подходы к содержанию компетенций. В противном случае, получается типичная ситуация, когда работодатель при принятии на работу у претендента пытается определить личностные, когнитивные, профессиональные компетенции, а образовательная программа, по которой обучался претендент, формировала общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Следует четко понимать, что высшее учебное заведение даже при наличии в программах значительного количества часов для производственной практики не может обеспечить высокий уровень умений и навыков,

вуз может дать только знания. Поэтому в настоящее время так популярны различные программы дополнительного образования, переподготовки, повышения квалификации и профильные тренинги.

По мнению многих представителей бизнеса, оценка по компетенциям — это более фундаментальный, но уже устаревший инструмент по сравнению с оценкой по гибкости к изменениям, которая позволяет, например, у менеджеров определить такие качества, как: скорость реагирования; критичность; мотивацию к развитию; открытость мышления; устойчивость к дополнительным нагрузкам и готовность к сложным задачам.

Конечно, все эти критерии можно объединить в такую сложную компетенцию, как «готовность к изменениям и преодолению препятствий». Но весь вопрос в том, каким образом подобную компетенцию формировать у студентов во время учебы, ведь скорость реагирования, критичность, устойчивость к нагрузкам и готовность к решению сложных задач могут сформироваться только в практической деятельности, поэтому и оценить их уровень развития можно только непосредственно в работе. Отчасти выявить наличие данных качеств и провести их оценку можно и в вузе посредством систематического использования кейсов и решения ситуационных задач, но это скорее будет условная оценка. Не менее сложно у студентов очной формы обучения сформировать компетенции, связанные с клиентоориентированностью; системным и проектным мышлением.

Нет необходимости сегодня «привязывать» студента к конкретной профессии в ее классическом понимании, то есть в том виде, в котором профессия сложилась в середине прошлого века и в котором она отражена в образовательных стандартах, и, следовательно, вообще в структуре образования. Образование должно способствовать формированию у обучающегося человека необходимых для осуществления профессиональной деятельности навыков. Именно комбинация навыков позволяет очень быстро перестроиться и осваивать новые современные технологии, которые в среднем сегодня живут пять-семь лет, а иногда десять лет — и нет целой отрасли. Поэтому учить профессиональным навыкам следует достаточно быстро и совершенствовать их уже непосредственно в процессе работы. В такой ситуации, по мнению многих, можно обойтись и без высшего образования. Но именно наличие высшего образования у многих россиян связывается с понятием успеха, которое в свою очередь связывается с понятиями социальной идентичности и социального лифта. «Поэтому 83 % семнадцатилетних россиян собираются получать высшее образование, а 88—90 % родителей твердо уверены в его необходимости для своих детей» [2].

Для определения необходимых новых и совершенствования уже используемых направлений профессиональной подготовки кадров в регионе, а также приведение этой подготовки в соответствие с потребностями лесного сектора Республики Коми на основе концепции совокупных ценностей, целесообразно провести исследование уровня подготовки не только студентов, но и практиков-руководителей и специалистов.

Для понимания проблем в этой области нами был проведен опрос слушателей Президентской программы (Программа обучения специалистов в российских образовательных учреждениях в рамках Государственного плана подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства РФ). Было получено 29 полностью заполненных анкет, на основании которых и была осуществлена обработка ответов. В итоге мы выяснили, что руководители отмечают низкую заинтересованность в освоении определенных компетенций своими подчиненными, при этом свою деятельность оценивают очень высоко, полагая, что высшее руководство их недооценивает. Анонимный опрос показал, что 19 из 29 человек (66 %) всегда выполняют работу на «отлично», половина из них получают от работы настоящее удовольствие. Это в первую очередь наемные руководители и работники высшего звена в возрасте 31—40 лет из социальной сферы и сферы коммерческих услуг. Тем не менее, притом, что эти достаточно молодые менеджеры в целом довольны своей работой, они не полностью выкладываются и не до конца используют свой потенциал. Они ждут от вышестоящего руководства или системы управления, сложившейся на предприятии и в отрасли какой-то другой модели менеджмента, которая бы учитывала ценности каждого работающего.

Опрашиваемые руководители честно говорили, что практически всем не хватает компетенций в постоянно меняющихся условиях, когда требуются усилия на адаптацию и поиск нестандартных решений. Руководители предъявляли упреки в адрес рядовых работников в том, что они часто проявляют равнодушие к компании, к профессии, легко могут принять решение уйти в другую фирму, если там создаются лучшие условия. Вопрос о преданности организации, вовлеченности в процессы развития компании, энтузиазме и высоком профессионализме уступает место требованиям дисциплинированности, выполнения инструкций, ответственности, точности, правильности расчетов и т. д.

Таким образом, исследования позволили нам сделать следующие выводы: динамика изменений в экономике и обществе будет только нарастать, поэтому в процессе обучения менеджеров как при получении высшего, так и послевузовского образования необходимо формировать системное стратегическое мышление, позволяющее трансформировать имеющиеся знания в профессиональные компетенции, в том числе выработать умения обрабатывать потоки информации и самостоятельно принимать нестандартные решения, адаптированные к постоянно меняющимся жизненным условиям.

Что касается подготовки студентов в рамках компетентностного подхода, то целесообразно сначала сравнить профессиональные компетенции выпускников, получаемые в вузе, с теми компетенциями, которые необходимы работодателям с учетом требований рынка. Для выявления проблемы в определении различий в таких компетенциях был изучен опыт работы компании ООО FERRONORDIC machines — официального дилера по

продаже дорожной, строительной, лесозаготовительной техники, навесного оборудования и запчастей компании Volvo Construction Equipment в России, а также эксклюзивного дилера финской лесозаготовительной техники компании Logset, продукция которой (харвестеры, форвардеры и харвестерные головки) сделана вручную. Вопрос несоответствия требований практики и вуза возникал неоднократно при встрече с работодателями, поэтому в работу по анализу был привлечен Н.И. Лукашевич, руководитель подразделения данной компании.

За основу в вузе были взяты профессиональные компетенции инженера-механика, сформулированные в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 151000 «Технологические машины и оборудование», где выделены четыре блока:

- 1) производственно-технологическая деятельность (8 компетенций);
- 2) организационно-управленческая деятельность (8 компетенций);
- 3) научно-исследовательская деятельность (4 компетенции);
- 4) проектно-конструкторская деятельность (7 компетенций).

Далее был изучен процесс найма на работу, предварительного обучения, постоянного мониторинга и оценки профессиональной деятельности инженера-механика в ООО FERRONORDIC machines, на основе которых составляется для каждого работника индивидуальный план развития.

Компетенции, требуемые на рабочем месте в данной компании:

- 1) Клиентоориентированность.
- 2) Качественное взаимодействие.
- 3) Исполнительская эффективность.
- 4) Профессиональные компетенции. Именно только здесь указывается знание всех видов товаров, самой техники, требования к ее ремонту, технологии ее использования и обслуживания, спецификации имеющихся запасных частей, владение компьютерными программами.

Что принципиально отличает компетенции образовательного стандарта и данного предприятия, так это цели и ориентиры в работе персонала. На практике все направлено на успешность бизнеса, его конкурентоспособность, рассматривая это как главный результат в профессиональной деятельности любого работника: инженера, экономиста, менеджера. Всем, даже механикам, считают руководители предприятия, необходимы знания в области конъюнктуры рынка спецтехники, умение работать с клиентами, принимать решения. На это обращают серьезное внимание и при повышении квалификации кадров. И если на данном предприятии руководство использует семинары, тренинги, индивидуальное консультирование работников по формированию профессиональных компетенций, то в вузе в процессе традиционного обучения достичь таких же результатов достаточно сложно.

При подготовке в рамках специалитета преподаватель еще мог выделить часы для анализа производственных ситуаций и задач, проведения тре-

нинга, решения практических вопросов при выполнении курсовых работ, то в системе бакалавриата это становится все сложнее: курсовых работ остается очень мало, на практику отводится чаще всего 8—12 недель за все время обучения, аудиторных часов с трудом хватает, чтобы осветить основы дисциплины. А так как по некоторым дисциплинам необходимо сдавать интернет-экзамен или зачет, приходится еще, и «натаскивать» студента на тесты. Конечно, для технических специальностей в вузе созданы лаборатории (благодаря ведущим предприятиям республики), что позволяет студентам показать приближенно к практике, как решаются некоторые технические вопросы, но смогут ли молодые специалисты самостоятельно это делать в условиях реальной жизни — это вопрос. При существующей системе высшего образования не хватает времени, технологий и методик, позволяющих научить профессиональным компетенциям студентов и обучить их применять эти компетенции на практике. Практически все молодые сотрудники понимают, что при приеме на работу им придется приобретать новые компетенции, а те компетенции, которые они сформировали в институте, очень часто не востребованы. Поэтому так остро стоит вопрос повышения качества образования, а также внедрения новых программ и форм обучения.

## **2. Оценка желаний и готовности студентов СЛИ работать в лесном комплексе с целью дальнейшего совершенствования образовательного процесса и повышения качества образовательных услуг**

В настоящее время перед каждым вузом неизбежно встают задачи конкурентоспособности, востребованности и имиджа. Вузы в силу политических, экономических и демографических причин вынуждены самостоятельно решать проблемы дальнейшего существования и повышения качества образовательных услуг.

Возможно, одним из таких механизмов может стать дифференциация и конкуренция внутренних ресурсов внутри каждого вуза, в том числе и нашего региона, чтобы, выбрав наиболее востребованные в Республике Коми образовательные программы, обладающие лучшим научно-педагогическим персоналом, информационными ресурсами и лабораторным оборудованием, обеспечить им наибольшую поддержку. Системность подхода состоит именно в том, что категорию «качество образовательных услуг» мы анализируем в рамках более общей теоретической конструкции, такой как «экономические отношения между государством, вузом, предприятием и студентом».

Деятельность института зависит от множества внешних и внутренних факторов, поэтому системный подход в виде разработки программ совершенствования качества образовательных услуг позволяет прогнозировать и адекватно реагировать на новые вызовы рыночной среды.

Устойчивый успех вуза достигается за счет его способности отвечать потребностям и ожиданиям потребителей (работодателей) на долговременной основе и сбалансированным образом.

Необходимость повышения качества образовательных услуг объясняется тем, что значение понятия качество образовательных услуг в последнее время существенно возросло. В условиях рыночной экономики, когда спрос был высок, можно было продать практически любые, даже самые низкопробные образовательные услуги. Но в последнее десятилетие ситуация из-за демографического кризиса в корне изменилась — качество образовательных услуг вышло на первый план. Когда мы ведем речь о качестве образовательных услуг, мы имеем виду общую потребительскую оценку свойств услуг. Она включает все факторы, которые влияют на выбор данного вуза потребителем-абитуриентом, и, следовательно, предполагает расширительную трактовку понятия качества образовательных услуг. Потребитель рассматривает качество приобретаемых им услуг в увязке с ценой, поэтому она имеет большое значение для сегментации рынка, для разделения его на подгруппы потребителей со схожими оценками. Соотношение качества и цены для разных потребителей существенно отличаются.

Проблема составления программы развития каждого института и формирования на ее основе программы повышения качества образовательных услуг, направленная на инновационное развитие, стоит очень остро.

Результатом стратегического планирования, например для Сыктывкарского лесного института (СЛИ), может стать ежегодная программа развития вуза, содержащая конкретную пошаговую детализацию проектов, и стратегия развития до 2020 г., представляющая образ будущего исследовательского института. Речь идет о таких средствах перехода в новое качество, как интеграция образовательного и научно-исследовательского процессов, внедрение практического обучения проектной и научной деятельности. Стратегической задачей института становится дальнейшее развитие сотрудничества с работодателями, развитие дистанционного обучения, углубленное изучение студентами английского языка, а базовым условием достижения всех этих целей — сокращение издержек в системе управления вузом, и их оптимизации за счет централизации функций административно-управленческого персонала.

Повышение эффективности и снижение издержек управления вузами обычно связывают с необходимостью их слияния в более крупные и якобы эффективные структуры. Но история менеджмента не знает примеров, чтобы при слиянии двух или более неэффективных организаций получилась одна эффективная. Известно, что ряд научно-исследовательских университетов не достигает показателей, заявленных в программах развития [1].

Кроме акцента на практику, в СЛИ необходимо как можно быстрее сделать своим конкурентным преимуществом дистанционные технологии. Для института его бизнес — это не столько подготовка кадров, сколько производство инновационных идей и кадров, которые их несут и внедряют. Вуз, который не впишется в новую инновационную экономику в качестве ее центра производства, не имеет будущего. В настоящее время важно оценить и оптимизировать затраты, чтобы иметь ресурсы для развития, со-



вершенствовать систему управления институтом, стремиться подчинить сотрудников единым целям организации. Такие преобразования необходимы для подготовки учебного процесса к новой экономике, модернизации образовательных процессов и технологий.

Бакалавриат, ориентированный на практику, — это источник качественных кадров. Ведь бакалаврская практика может проходить не только в цехе или офисе, но и в лаборатории. А снижение расходов на прикладной бакалавриат дает институту возможность перераспределять ресурсы в пользу науки.

Межвузовская сеть — это социальная конструкция, образуемая идентифицируемыми, автономными и взаимозависимыми субъектами. Повышение конкурентоспособности является основным мотивом сотрудничества образовательных учреждений на рынке образовательных услуг. Сетевая форма организации образовательной деятельности повышает гибкость и инновационность вузов.

Статистический анализ образовательной, научно-исследовательской и финансово-экономической деятельности СЛИ, а также результаты интервью со специалистами по управлению качеством образовательных услуг позволили сформулировать следующие выводы:

- цель совершенствования лесного образования — обеспечение подготовки не исполнителей — ремесленников, а профессионалов с креативными способностями, готовых всесторонне применять полученные знания. Это потребует новых организационных и методических решений, обеспечивающих формирование исследовательских компетенций и гарантированное качество образовательных услуг;

- всеобщее управление качеством ориентирует на процессный подход к деятельности института;

- имеются возможности повышения качества образовательных услуг при создании внутривузовской сетевой среды для взаимодействия субъектов управления;

- исследовательская деятельность является главным средством повышения квалификации ППС и лучшим способом привлечения студентов к нестандартной творческой работе по изучаемому предмету;

- повышение качества образовательных услуг на основе компетентного подхода требует использования возможностей, предоставляемых современными информационными системами;

- создание конкуренции среди учебных заведений Республики Коми за качество образовательных услуг, приведет к росту качества образования;

- готовить специалистов, сориентированных на практические задачи - пути повышения качества;

- качество образовательных услуг относится к важнейшим показателям, определяющим эффективность деятельности вуза;

– производство качественных образовательных услуг формирует определенный имидж института, т. е. известность и популярность, устойчивое позитивное отношение потребителей (работодателей) к вузу, его услугам;

– сегодня требуемый уровень квалификации выпускников определяется не общим объемом знаний, а способностью понимать и воспринимать корпоративный опыт. Для бизнеса и промышленников диплом стал всего лишь подтверждением наличия базовых знаний, адекватности и обучаемости (знать нужное, а не многое).

Для решения проблем кадрового обеспечения модернизации экономики лесного сектора и внедрения инноваций необходимо изменить процесс получения профессионального образования, развивать систему непрерывного профессионального образования (сетевой кластер) и вариативной системы дополнительного профессионального образования (позволяющей оперативно расширить объем и повышать уровень дополнительных профессиональных компетенций работников). Предстоит сформировать эффективный механизм взаимодействия предприятий и вуза, полнее использовать накопленный здесь опыт. Выход видится в существенной перестройке взаимоотношений между всеми участниками образовательного процесса как внутри вуза, так и с другими образовательными учреждениями. Другими словами, в рыночной экономике институт должен стать равноправным субъектом рынка образовательных услуг.

Для определения направлений улучшения качества образовательных услуг в СЛИ необходимо определиться с ожиданиями ныне обучающихся студентов и выпускников и выявить степень их удовлетворенности образовательным процессом.

С этой целью в ноябре 2016 г. в СЛИ был проведен опрос студентов дневного отделения программ подготовки кадров для лесной отрасли выпускных курсов по выявлению желания и готовности работать в лесной отрасли Республики Коми.

В опросе участвовали студенты, обучающиеся в СЛИ в 2016/17 учебном году по следующим программам:

- 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Машины и оборудование лесного комплекса» МиОЛК);
- 18.03.01 «Химическая технология» (профиль «Технология и оборудование химической переработки древесины» ТиОХПД);
- 35.03.01 «Лесное дело» (профиль «Лесное хозяйство» (ЛХ));
- 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» (профиль «Технология деревообработки» ТД);
- 35. 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» (ЛА).

Результаты, показанные на табл. 1, говорят о том, что большинство студентов хотели бы работать по специальности в лесной отрасли, причем чем ближе к выпуску и старше курс, тем больше студентов связывают свою работу с лесной отраслью (исключением является лишь группа «Ландшафтной архитектуры»). Объясняется такая тенденция видимо тем,

что после третьего курса практически все студенты проходят свою первую практику на предприятиях и знакомятся со своей будущей профессией. Вполне возможно это влияет на то, что у студентов появляется мотивация к работе по выбранному направлению.

**Таблица 1.** Ответы на первый вопрос «Связываете ли вы свою будущую профессиональную деятельность с лесным комплексом?» (количество опрошенных человек/%)

Ответы	ЛА		ЛХ		МиОЛК		ТД		ТиОХПД		Всего
ДА	7/88	2/29	14/78	19/95	5/56	3/75	6/67	8/73	0/0	6/67	70/68
НЕТ	1/12	5/71	4/22	1/5	4/44	1/25	3/33	3/27	8/100	3/33	33/32

На ответы по этому вопросу повлияло и то, что студенты оптимистично оценивают состояние лесного комплекса Республики Коми. Более 30 % из них отметили, что лесная отрасль в настоящее время имеет достаточно устойчивое развитие, а нестабильное состояние, но с перспективами роста отметило более 50 % опрошиваемых.

Еще одна проблема нашей республики — отток молодежи из региона. Решение этого вопроса вынесено на самый высокий государственный уровень, обсуждение ведется не только в профессиональных кругах, но и в СМИ, на общественных слушаниях и проектных площадках. Поэтому в рамках опроса хотелось выяснить мнение студентов по этому поводу. Полученные данные (табл. 2) свидетельствуют, что подавляющее большинство студентов старших курсов хорошо осознают сложность перспектив своего трудоустройства в других регионах. В первую очередь при переезде их пугает отсутствие жилья и невозможность решить эту проблему своими усилиями. А в республике их поддерживают родители, при этом многие заявили, что именно помощь родственников в решении вопросов обустройства их жизни подталкивает к тому, что они останутся в своем регионе.

**Таблица 2.** Ответы на второй вопрос «Готовы ли вы остаться работать в республике?» (количество опрошенных человек/%)

Ответы	ЛА		ЛХ		МиОЛК		ТД		ТиОХПД		Всего
ДА	7/88	6/86	17/94	17/85	7/78	3/75	6/67	11/100	6/75	7/78	87/84
НЕТ	1/12	1/14	1/6	3/15	2/22	1/25	3/33	0/0	2/25	2/22	16/16

При обсуждении этого вопроса студенты отметили, что они иногда задумываются покинуть республику по причине отсутствия вакансий по полученной ими профессии, из-за низкой заработной платы по сравнению с другими регионами (в основном приводятся примеры Москвы и Санкт-Петербурга), а также отсутствия перспектив карьерного роста.

Одной из главных целей исследования мнений студентов о готовности и желании работать по полученной специальности в республике было выявление того, что не устраивает студентов в процессе их обучения, или, точнее, что необходимо изменить в вузе в программах подготовки кадров

для лесной отрасли. Студентам был задан следующий вопрос: «Поставьте по степени значимости направления подготовки студентов к работе в лесной отрасли республики?» и предложены пять направлений, по каждому из которых студент ставил от 1 до 5, т. е. какое место занимает это направление для повышения его готовности к работе по специальности, получаемой в вузе.

На первое место вышло такое пожелание: перенести часть занятий на производство. При устных беседах студенты часто отмечают, что они плохо знакомы с реальным положением предприятий, многие темы проходят только в аудиториях или лабораториях, не видят всего производственного комплекса.

Второе место получило направление по увеличению количества часов по производственным практикам. Студенты отметили не просто увеличение часов, но и качество проведения таких практик, возможность поработать на рабочих местах, а не только изучать документы и со стороны наблюдать за процессами.

Студенты также считают, что надо чаще привлекать руководителей и специалистов к проведению занятий в институте (третье место). При реализации такого направления повышения качества обучения вуз сталкивается с нежеланием практиков участвовать в учебном процессе, так как эта работа отнимает много времени, требует определенных педагогических навыков, однако обещать хорошую оплату такой деятельности вуз не может.

Трудоустройство выпускников, определение баз производственной практики во многом зависит от успешности взаимодействия с ключевыми работодателями региона (четвертое место в рейтинге важности направлений повышения качества обучения). Это также в большей степени не является недоработкой вуза. Руководство заключает договоры о сотрудничестве с предприятиями отрасли, однако на деле студенты не ощущают свою нужность бизнесу, который в настоящих непростых условиях не имеет стратегий развития и не может обещать трудоустройство молодым инженерам.

К большому сожалению, из-за перехода на бакалавриат в вузе все меньше возможностей заниматься разработкой реальных проектов, так как нет дипломных проектов, до минимума сокращены курсовые работы. Поэтому студенты очень малое значение придают такому пути повышения качества их подготовки к профессиональной деятельности. Они это направление оценили по самым низшим баллам (пятое место в рейтинге). Если же опираться на мнение экспертов Всемирного экономического форума в докладе «The Future of Jobs», мир находится на пороге новой промышленной революции. Развитие новых технологий в ближайшие годы будет оказывать серьезное воздействие на рынок труда. И скорость изменений с каждым годом только растет [3]. Следует учитывать, что многие корпорации по всему миру вынуждены инвестировать в дополнительное образование выпускников, поскольку работодатели прекрасно понимают, что высшие учебные заведения не всегда могут соответствовать скорости

изменений новых технологий и в целом рынка труда. Очень важно, чтобы вузы давали хорошие базовые знания и soft-навыки (коммуникации, работа в команде, обучаемость), которые позволят выпускникам учиться всю жизнь. По мнению многих, в том числе западных, экспертов, одной из сильных сторон российских студентов является междисциплинарность. Будущие инженеры должны уметь разрабатывать инновационные проекты, обосновывать и защищать их, а узкие технические задачи станут все чаще передаваться машинам. Главное, что необходимо сегодня предприятиям — специалисты должны быстро учиться, демонстрировать готовность двигаться вперед, расти профессионально, быть мобильными и разделять ценности компании.

Образование — это первый шаг, дальнейшее «снаряжение» компетенциями происходит в компаниях. Мировая практика показывает, что взаимодействие компаний и учебных заведений непротиворечиво согласуется именно в области ценности выпускника: для компании — это ценность сотрудника, для вуза — рыночная стоимость выпускника, по которой будет оцениваться успешность образовательного процесса [4]. Поэтому и бизнес, и вузы заинтересованы в более интенсивном сотрудничестве, что позволит активнее развивать различные формы их взаимодействия и совершенствовать образовательный процесс в части практик и стажировок студентов в различных компаниях.

Таким образом, проведенные исследования позволили нам сделать следующие выводы: динамика изменений в экономике и обществе будет только нарастать, поэтому в процессе обучения менеджеров как при получении высшего, так и послевузовского образования необходимо формировать системное стратегическое мышление, позволяющее трансформировать имеющиеся знания в профессиональные компетенции, в том числе выработать умения обрабатывать потоки информации и самостоятельно принимать нестандартные решения, адаптированные к постоянно меняющимся жизненным условиям.

Что касается подготовки студентов в рамках компетентного подхода, то целесообразно сначала сравнить профессиональные компетенции выпускников, получаемые в вузе, с теми компетенциями, которые необходимы работодателям с учетом требований рынка. В целом, работодатели считают, что современные выпускники должны иметь значительные фундаментальные знания, позволяющие при необходимости достаточно быстро переобучить специалистов новым компетенциям, требующимся как реальному сектору экономики, так и системе государственного и муниципального управления в условиях турбулентно меняющейся внешней среды. Хотя значительное количество представителей бизнеса выступают за практико-ориентированный подход в образовательном процессе. По нашему мнению, дальнейшее совершенствование образовательных программ академического и прикладного бакалавриата как раз и обеспечит получение

хороших базовых знаний и soft-навыков (это коммуникации, работа в команде, обучаемость), которые позволят выпускникам учиться всю жизнь.

#### **Библиографический список**

1. Большаков, Н. М. Обобществление региональной образовательной сферы как фактор повышения конкурентоспособности / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. — 2009. — № 1. — С. 78—85.

2. Болонский процесс: концептуально-методологические проблемы качества высшего образования / под ред. В. И. Байденко. — Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009.

3. Вся работа мира [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/3023084>.

4. Коваленко, А. Топ-менеджер завтрашнего дня [Текст] / А. Коваленко // «Эксперт-Урал». — 2016. — № 50 (713).

5. Кузьминов, Я. Образование и стратегии личного успеха [Электронный ресурс] / Я. Кузьминов. — Режим доступа: <http://www.polit.ru>.

6. Сандригайло, Л. З. Некоторые вопросы использования компетентностного подхода в обучении студентов технических специальностей [Электронный ресурс] / Л. З. Сандригайло // Наука и образование : матер. V Междунар. науч.-практ. конф. — Москва, 2015. — С. 78—84.

7. Сандригайло, Л. З. Сравнение профессиональных компетенций студентов и работников организаций с учетом требований рынка [Электронный ресурс] / Л. З. Сандригайло // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2013 году (Сыктывкар, СЛИ, 18—20 февраля 2014 года) : научное электронное издание. — Сыктывкар : СЛИ, 2014. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-001374.pdf>.

# ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ РК <sup>1</sup>

Руководитель темы — **Н. М. Большаков**,  
доктор экономических наук, профессор

Исполнители:  
**В. В. Пахучий**,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
**Л. М. Пахучая**,  
старший преподаватель

В работе приведена характеристика и рассмотрено состояние защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования Республики Коми.

Показано значение защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования для решения народнохозяйственных задач. Приведены таксационные показатели насаждений в защитных лесах вдоль путей транспорта в Республике Коми. Объекты исследования представлены простыми и сложными по форме, смешанными по составу, одно- и разновозрастными насаждениями в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми. Показано изменение статуса защитных лесов, в т. ч. защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования в историческом аспекте.

Рассмотрена возможность использования методов дистанционного зондирования Земли при определении таксационных показателей древостоев вблизи путей транспорта.

Предложены пути рационального использования данной категории защитных лесов с целью разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства.

## Введение

Цели и задачи исследования в 2016 г. определялись перспективным планом НИР на 2015—2019 гг., текущим планом на 2016 г. и были связаны с лесоводственно-таксационной характеристикой и изучением состояния защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования Республики Коми с целью разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства.

Данный раздел выполнялся в течение 2016 г. Первый этап выполнялся в январе-июне, второй — в течение июля-декабря. Раздел завершается представлением промежуточного отчета. Полевые работы выполняются в мае-июле и включаются в программу выполнения первого этапа соответствующего раздела, если планируется выполнение экспедиционных или стационарных исследований.

В результате выполнения плана на 2016 г. получены таксационные показатели насаждений в защитных лесах вдоль путей транспорта в Рес-

---

<sup>1</sup> Общеинститутская тема «Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства».

публике Коми. Показано значение защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования для решения народнохозяйственных задач. Разработаны отдельные методические вопросы использования методов дистанционного зондирования Земли для целей описания и мониторинга данной категории защитных лесов. Рассмотрено изменение статуса защитных лесов в связи с изменением лесного законодательства России.

### **1. Методика исследований**

По разделу исследования уточнены цели, задачи и методика исследований, выбраны районы и объекты проведения исследовательских работ.

Цель исследования — характеристика насаждений и изучение состояния защитных лесов вдоль железнодорожных путей и дорог общего пользования Республики Коми с целью разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства на основе как традиционных методов, так и современных информационных технологий, в том числе ГИС и ДДЗ. В связи с этим задачи исследования, сформулированные в плане исследования, включают выполнение таксационных и лесоводственных исследований, подбор космических снимков, их анализ, получение количественных оценок взаимосвязи таксационных показателей насаждений и значений пикселей на космоснимках для целей дешифрирования защитных насаждений, расположенных вдоль путей транспорта [1—5, 7—9, 11, 12, 14].

Автоматизированное дешифрирование выполняется с использованием соответствующих лицензионных программных средств. Совмещение материалов и данных дистанционного зондирования, построение карт и анализ результатов проводятся с использованием программных продуктов ArcView, ArcInfo (ESRI), ERDAS Imagine. Для работы в среде ГИС и получения значений пикселей возможно использование открытой географической информационной системы Quantum GIS (QGIS). Учитывая реальные размеры пробных площадей, для отграничения их на снимках можно ограничиться 2—3 пикселями. При разрешении используемых снимков 30 м, элементарная площадь исследования в этом случае составляет 0,18—0,27 га.

При этом при анализе снимков следует рассматривать пути транспорта как объекты постоянной антропогенной нагрузки и использовать цветовые, морфологические и текстурные характеристики выделов на снимках. Цветовые признаки могут быть использованы для характеристики породного состава насаждений, морфологические — для выделения вырубок, гарей, хозяйственных объектов и др., текстурные — при использовании снимков среднего и высокого разрешения. При выявлении участков со следами антропогенных и техногенных нарушений могут быть использованы космические снимки среднего и высокого разрешения (если они доступны). Полезными могут оказаться зимние снимки, позволяющие более надежно разделять лесные покрытые и непокрытые лесом земли и нелесные территории, определять сомкну-



тость насаждений. На таких снимках более светлые участки представляют безлесные территории, наиболее темные – сомкнутые хвойные леса, а также лиственные леса с сомкнутым подростом хвойных пород. При использовании зимних снимков следует учитывать, что наиболее информативным в данном случае является 4 канал, а также то, что различия между отдельными каналами зимнего снимка незначительны. Снимки, сделанные в период вегетации древесных растений, могут использоваться при оценке состава насаждений и общих характеристик насаждений, таких, как преобладающая порода, класс возраста, класс бонитета, тип леса.

## **2. Защитные полосы вдоль железных и автомобильных дорог в структуре лесов с особым режимом ведения хозяйства**

Пользование лесным фондом и режим ведения лесного хозяйства должны осуществляться методами, не наносящими вреда окружающей природной среде, природным ресурсам и здоровью человека в соответствии с требованиями критериев и индикаторов устойчивого управления лесами. Ведение лесного хозяйства должно обеспечивать сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и других полезных природных свойств лесов в интересах охраны здоровья человека, улучшения состояния окружающей среды, обеспечения условий прогрессивного развития лесной отрасли и экономики в целом [6, 10, 13].

В соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к ведению лесного хозяйства в Республике Коми, режим лесохозяйственной деятельности должен определяться экономическими, экологическими и социальными условиями конкретной территории, местоположением лесного фонда, характером выполняемых им функций и ориентирован на многоцелевое, непрерывное и неистощительное лесопользование. При этом системы лесохозяйственных мероприятий включают работы по расширенному воспроизводству, улучшению породного состава и качества лесов, повышению их продуктивности, охране лесов от пожаров, защите от вредителей и болезней, рациональному использованию земель лесного фонда, сохранению биологического разнообразия на ландшафтном, экосистемном, популяционном и генетическом уровнях, сохранению объектов историко-культурного и природного наследия.

В зависимости от указанных выше условий в лесном фонде Республики Коми выделяются эксплуатационные и защитные леса, а защитные леса разграничиваются по категориям защитности. В лесах указанных групп могут быть выделены особо защитные участки лесов с ограниченным режимом лесопользования.

Режим ведения лесного хозяйства, порядок использования лесного фонда и изъятия участков лесного фонда определяется в зависимости от народнохозяйственного и целевого назначения лесов. К защитным лесам относятся леса, основным назначением которых является выполнение во-

доохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных, иных функций, а также леса особо охраняемых природных территорий. Защитные леса разделяются на категории защитности, в том числе на леса вдоль железных и шоссейных дорог. Леса вдоль железных и шоссейных дорог предотвращают снежные и песчаные заносы, ослабляют вредную ветровую нагрузку на транспортные средства, линии связи, контактную сеть, предупреждают выдувание балласта, защищают транспортные пути от водной эрозии, играют водоемозащитную и озеленительную роль и т. д. [6, 10, 13].

Решение об установлении защитных лесных полос шириной 500 м вдоль каждой стороны полотна железных дорог с отнесением их к лесам первой группы и запрещением проведения в них сплошных рубок в Республике Коми было принято в августе 1943 г. В июле 1944 г. были установлены защитные лесные полосы шириной 250 м вдоль каждой стороны автомобильных дорог союзного, республиканского и областного значения. Эти полосы также были отнесены к лесам первой группы и проведение рубок главного пользования (сейчас — рубок для заготовки древесины) вдоль шоссейных дорог было запрещено.

### **3. Характеристика объектов исследования (тест-объектов) и оценка зависимостей между показателями космоснимков и таксационными характеристиками насаждений**

Тест-объекты, представленные лесными покрытыми лесом землями, — это участки с насаждениями, для которых наземным способом инструментально определены таксационные показатели. Постоянные пробные площади закладываются в насаждениях основных лесообразующих пород в наиболее типичных лесорастительных условиях региона. Размеры пробных площадей в основном (50 × 50) м, площадь таких опытных участков достаточна для достоверного определения таксационных характеристик насаждения. Как правило, такие пробные площади внутренне однородны и отражают видовой состав и условия роста окружающих лесов. В табл. 1 приведен фрагмент базы данных, использованных для этих целей.

Для сравнения с таксационными характеристиками использовали средневзвешенные значения пикселей, полученных на основе черно-белого космоснимка Landsat TM с пространственным разрешением 30 м. Учитывая разновременность закладки опытных объектов и времени съемки, актуализировали таксационные показатели насаждений в соответствии с методикой, официально используемой для аналогичных целей при отводе и таксации лесосек. Пространственная привязка векторизированного планшета с границами пробных площадей к космоснимку выполнена в среде ArcMap-ArcInfo на основе изображения в 5 канале снимка. В среде ArcMap были получены значения пикселей в 1—7 каналах в границах пробных площадей. Средневзвешенное значение пикселей для пробных площадей находили через площадь каждого пикселя (или его части) и его значение (табл. 2) [9].

**Таблица 1.** Отдельные таксационные показатели насаждений тест-объектов в Сыктывкарском лесничестве (фрагмент)

Номер пробной площади	Доля ели в составе	Доля березы в составе	Доля осины в составе	Доля темно-хвойных пород	Доля мягколиственных пород	Высота яруса, м	Относительная полнота	Запас общий, м <sup>3</sup> /га	Класс возраста	Класс бонитета
6	1	6	3	1	9	16,3	1,3	382	6	3
7	1	6	3	1	9	22,4	1,1	369	6	1
8	1	7	2	1	9	21,3	1,2	352	6	1—2
9	2	3	1	3	4	22,1	0,7	403	5	2—3
10	4	4	0,3	6	4	20,9	0,9	369	5	3
11	1	5	1	4	6	19,7	0,7	167	7	2
12	6	2	1	7	3	22,6	0,8	325	5	2

**Таблица 2.** Средневзвешенные значения пикселей в 1—7 каналах для пробных площадей 6—24 в Сыктывкарском лесничестве

№	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
6	53,2	21	17,5	67,8	42,8	113,7	12,7
7	52,7	20,5	17,3	71,0	43,6	113,2	12,9
8	51,7	20,2	16,5	72	44,1	113,3	12,1
9	50,8	19,5	16,4	52,8	33,4	113,4	10,2
10	50,8	19,8	16,3	53,1	34,0	114,0	10,8
11	50,7	19,9	16,2	50,4	32,2	114,0	9,3
12	51,4	19,3	16,5	55,7	36,1	113,8	10,4
13	50,7	19,8	16,4	56,0	36,3	114,0	11,0
14	50,8	19,2	16,0	52,5	33,1	114,0	10,5
15	50,2	20,2	16,6	51,0	35,3	113,3	11,5
16	50,8	20,9	16,4	52,0	35,0	113,0	10,6
17	50,8	20,9	16,6	55,6	3,0	114,0	10,8
18	51,0	20,8	16,4	54,0	36,5	113,9	10,5
19	50,5	19,7	16,5	53,6	33,9	113,5	11,3
20	51,1	19,4	15,5	49,1	30,7	113,0	9,9
21	49,9	20,0	15,9	51,4	31,4	113,1	9,8
22	50,8	19,4	15,7	51,0	30,2	113,5	10,1
23	50,7	19,1	15,2	53,0	33,9	113,2	9,9
24	50,3	18,5	15,5	54,7	34,2	113,3	10,3

**Примечание.** X1—X7 — средневзвешенные значения пикселей в каналах 1—7.

В результате исследования зависимости между средневзвешенными значениями пикселей и отдельными таксационными показателями получена матрица коэффициентов корреляции, позволяющая оценивать тесноту и направление связи между данными показателями (табл. 3) [5, 7].

**Таблица 3.** Матрица коэффициентов корреляции между значениями пикселей в 1—7 каналах и отдельными таксационными показателями насаждений тест-объектов при синтетической таксации

Xn	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
X1			0,46	0,52	0,52		0,43			0,34	-0,35		-0,40	0,45
X2			0,61	0,34	0,49	-0,51	0,47	-0,43	0,55				-0,54	0,56
X3	0,46	0,61		0,42	0,50		0,65	-0,56	0,49				-0,58	0,57
X4	0,52	0,34	0,42		0,91		0,71	-0,57	0,59	0,46	-0,37		-0,72	0,78
X5	0,52	0,49	0,60	0,91			0,78	-0,60	0,61	0,46	-0,37		-0,74	0,80
X6		-0,51								0,37				
X7	-0,43	0,47	0,65	0,71	0,78			-0,48	0,44	-0,34			-0,57	0,59
X8		-0,43	-0,56	-0,57	-0,60		-0,48		-0,76				0,91	-0,86
X9		0,55	0,49	0,59	0,61		0,44	-0,76					-0,80	0,83
X10	0,34			0,46	0,46		0,37	-0,34			-0,33		-0,46	0,48
X11	-0,35			-0,37	-0,37					-0,33				
X12														
X13	0,40	-0,54	-0,58	-0,72	-0,74		-0,57	0,91	-0,80	-0,46				-0,96
X14	0,45	0,56	0,57	0,78	0,80		0,59	-0,86	0,83	0,48			-0,96	

**Примечание.** X1—X7 — обозначения те же, что и в табл. 2; X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14 — соответственно доля ели, березы, осины, пихты, сосны, доли темнохвойных пород, доли мягколиственных пород в одноярусном насаждении.

Анализ данных табл. 3 показывает, что для черно-белых снимков наиболее информативны оценки значений интенсивности пикселей применительно к таким таксационным показателям, как доля ели и березы, доля темнохвойных и мягколиственных пород в составе яруса (для отдельных каналов в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах). Взаимосвязь между долей темнохвойных пород в составе насаждений на тест-объектах ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = -0,2568X + 20,046 (R^2 = 0,5088).$$

Взаимосвязь между долей мягколиственных пород ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = +0,2678X - 10,738 (R^2 = 0,5901).$$

Полученные уравнения и аналогичные им зависимости могут быть использованы при дешифрировании состава защитных лесов в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми и сопредельных с ним территорий. Приведенные уравнения применимы в условиях, когда класс бонитета насаждений изменяется от I до III, а величина прироста с учетом отпада изменяется в пределах от 1,5 до 3 м<sup>3</sup>/га. Возможность получения этих оценок связана с проведением на тест-объектах повторных перерасчетов. Ценность полученных данных определяется отсутствием аналогичных региональных количественных оценок.

Полученные оценки свидетельствуют о том, что исследования в данном направлении необходимо развивать, увеличивая представительность тест-объектов, используя объекты с более широким диапазоном производительности насаждений и типов леса.

#### **4. Исторические аспекты изменения статуса защитных лесов в России**

Использование лесных ресурсов и защитных лесах осуществляется, как правило, с учетом рекомендаций, разработанных для эксплуатационных лесов с некоторыми ограничениями, такими как запрет сплошных рубок, ограничение годового отпуска древесины, запрет перевода в другие категории земель и др.

К 1992 г. сформировалась система ограничений на проведение рубок в защитных лесах (Основы лесного законодательства Российской Федерации, 1993). В документе был установлен, как и ранее, для большей части защитных лесов запрет на проведение промышленной заготовки древесины (рубок для заготовки древесины). Для остальных категорий режим практически не отличался от режима для эксплуатационных лесов (табл. 4). Такой подход сохранился и в Лесном кодексе Российской Федерации, принятом в 1997 г. После принятия нового Лесного кодекса в 2006 г. начался процесс изменения сложившегося ранее режима.

Первоначально, после принятия нового Лесного кодекса [6], режим большинства категорий защитных лесов был усилен, в том числе введен запрет на сплошные рубки, для ряда категорий защитности были запрещены рубки ухода. Позднее, в 2008 г., был разработан специальный нормативный акт, определяющего особенности использования, охраны, защиты, воспроизводства защитных лесов. Это усилило режим защитных лесов. Был принят закон, усиливающий режим охраны защитных водоохранных и нерестоохранных лесов. Для большинства категорий защитности были запрещены рубки для заготовки древесины (рубки главного пользования), все виды сплошных рубок, а в ряде случаев — и рубки ухода.

Новый Лесной кодекс ввел понятие целевого назначения лесов (ст. 10), т. е. прямо была указана цель создания защитных лесов — сохранение средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов (ст. 12). Использование защитных лесов в целях, не отвечающих их целевому назначению, было запрещено (ст. 102).

Однако в течение 2009—2010 гг. были отменены введенные ранее ограничения на проведение рубок в защитных лесах. При этом некоторые ограничения периодически вводились и отменялись (табл. 4) Это привело к ослаблению режима. В настоящее время ограничено только проведение сплошных рубок, но с пояснениями, которые ослабляют установленный режим. При сохранении заявленных принципов целевого назначения лесов



по сути созданы условия для промышленной заготовки древесины, а не по их целевому назначению.

**Таблица 4.** Динамика изменения режима защитных лесов и ОЗУ (за исключением лесов ООПТ) в Российской Федерации с 1993 по 2012 г. (нормативные акты федерального или всесоюзного уровня)

Категория защитных лесов	Нормативные акты, определяющие режим использования защитных лесов и ОЗУЛ								
	1993 г.	1996 г.	1997 г.	2006 г.	2008 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2010 г.
	Основы лесного законодательства РФ, утв. Постановлением ВС РФ от 6 марта 1993 г. № 4613-1	Постановление от 23 нояб. 1996 г. № 1404 «Об утверждении положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах»	Лесной кодекс РФ, от 29 янв. 1997 г. № 22-ФЗ	Лесной кодекс РФ, от 4 дек. 2006 г. № 200-ФЗ	Приказ МПР России от 22 янв. 2008 г. № 3 «Об утверждении Особенностей...»	ФЗ от 22 июля 2008 г. № 143-ФЗ «О внесении изменений в Лесной Кодекс РФ...»	ФЗ от 14 марта 2009 г. № 32-ФЗ «О внесении изменений в Лесной Кодекс РФ...»	Приказ Рослесхоза от 14 дек. 2010 г. № 485 «Об утверждении Особенностей...»	ФЗ от 29 дек. 2010 г. № 442-ФЗ «О внесении изменений в Лесной Кодекс РФ...»
Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов									
Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, автомобильных дорог общего пользования				РГП, РУ, СП(ч)	РГП, РУ, СП(ч)	РГП, РУ, СП(ч)	СП(ч)	СП(ч)	СП(ч)

**Примечание.** Ограниченные виды деятельности: РГП — рубки главного пользования (промышленная заготовка древесины при рубке спелых и перестойных насаждений); СП(ч) — сплошные рубки ограничены для некоторых случаев; РУ — рубки ухода.

Изменение режима защитных лесов и ОЗУ, вводимого данным нормативным актом, по отношению к ранее действовавшему:

-  — Режим усилен
-  — Режим ослаблен

Таким образом, правовой статус защитных лесов в настоящее время не обеспечивает их надежного сохранения. В значительной степени это связано с тем, что в Лесном кодексе и в подзаконных актах различие в ведении хозяйства для лесов разного целевого назначения не конкретизируется. Четкие обоснования для назначения рубок для заготовки древесины, рубок ухода и сани-

тарных рубок для защитных лесов в нормативной базе отсутствуют или неконкретны. Это, в свою очередь, допускает неоднозначность их толкования, а значит и недостаточную обоснованность назначения. Необходимо также учитывать, что, например, запрет на рубки главного пользования, введившийся ранее, оказался малоэффективным. Введение в классификацию рубок ухода рубок обновления и переформирования, несущественно отличающихся по своим организационно-техническим элементам от выборочных рубок для заготовки древесины (ранее — рубок главного пользования), позволило начать активное освоение защитных лесов. Это же можно отнести к санитарным рубкам и рубкам реконструкции, т. к. они в основном проводятся в защитных лесах. Критическое истощение защитных лесов стало очевидным к 2006—2008 гг. Тем не менее к усилению защитного режима в них это пока не привело.

Использование защитных лесов в целях, противоречащих их целевому назначению, ведет к нарушениям при назначении и проведении многих хозяйственных мероприятий, утрате защитных функций и потере других полезных свойств защитных лесов, например, снижению урожайности недревесных ресурсов леса. В последние годы активизировался процесс передачи защитных лесов в аренду с целью заготовки древесины, что также противоречит их целевому назначению.

Примерами неконкретных формулировок в лесных нормативных актах могут служить следующие статьи в Лесном кодексе, Правилах заготовки древесины и Правилах ухода за лесами.

Лесной кодекс [6] (ст. 17). Выборочные рубки и сплошные рубки лесных насаждений: «п. 4. В защитных лесах сплошные рубки осуществляются в случаях... если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции, на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций». Однако ни в Лесном кодексе, ни в подзаконных актах не определяется понятие насаждений, утрачивающих перечисленные выше функции. Этот пункт может рассматриваться произвольно, в зависимости от желания использовать участок леса для заготовки древесины и вести к коррупционным рискам.

Правила заготовки древесины (ст. 15). При заготовке древесины на лесосеках не допускается рубка жизнеспособных деревьев ценных древесных пород. Подлежат сохранению особи видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, в Красные книги субъектов Российской Федерации. Эта формулировка противоречит ст. 60 Федерального закона «Об охране окружающей среды» и ст. 24 Федерального закона «О животном мире», которые требуют охраны не только особей редких видов, но и мест их обитания.

Правила ухода за лесами (ст. 21). Назначение лесных насаждений для проведения рубок ухода за лесами осуществляется, исходя из лесоводственной потребности в них, и устанавливается по следующим призна-

кам: состав древостоя и сомкнутость его полога, полнота и густота древостоя, характер смешения древесных пород, соотношения их высот, размещения деревьев по площади.

(Ст. 23). В смешанных одноярусных и сложных лесных насаждениях рубки ухода за лесом назначаются при неудовлетворительном составе древостоев и ухудшении роста лучших деревьев деревьями второстепенных пород.

Значительная часть лесов России представлена различными по форме (одно- и двухъярусными), смешанными по составу, различными по возрастной структуре естественными, которые при таксации часто относятся к спелым и перестойным. В них может быть значительна доля сухостойных и отмирающих деревьев. Это, в соответствии с действующими нормативами, может рассматриваться как признак ослабления или повреждения леса, а не как их естественное свойство, которое совершенно не свидетельствует о потере устойчивости и необходимости рубки. Устойчивость таких лесов, как правило, выше, чем у пройденных рубками. Это подтверждается исследованиями их структуры и динамики.

Неоднозначность признаков, согласно которым назначаются рубки ухода в защитных лесах, привела к распространению практики таких рубок, при которых вырубается деловая древесина на территориях, где ограничена промышленная заготовка древесины.

Оценка соответствия между принятой классификацией лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ), разработанной для применения в системе добровольной лесной сертификации по схеме Лесного попечительского совета (FSC) и общепринятой для обозначения природоохранных ценностей лесов, и категориями защитных лесов показывает, что ни частичного, ни тем более полного соответствия категорий защитных лесов и типов ЛВПЦ для защитных полос лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации в настоящее время нет.

### **Заключение**

Роль путей транспорта для экономики регионов РФ вообще и Республики Коми в частности трудно переоценить. Большое значение для обеспечения бесперебойного функционирования железных и шоссейных дорог российского и регионального значения имеет состояние и устойчивость защитных лесных полос вдоль путей транспорта.

В результате лесоводственных и таксационных исследований получены таксационные показатели насаждений в защитных лесах вдоль путей транспорта в Республике Коми. Установлено, что насаждения защитных лесов представлены простыми и сложными по форме, смешанными по составу, как правило, разновозрастными насаждениями, включающими в составе насаждений естественные категории сухостойных и отмирающих деревьев. Следует отметить, что ель в условиях избыточного увлажнения



формирует поверхностную корневую систему и ветровальна. Осина и сосна буреломны. Однако по региональным оценкам это достаточно устойчивые насаждения.

Учитывая универсальный характер защитных лесов вдоль железных и шоссейных дорог, необходимо планировать проведение в них комплекса лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих выращивание и формирование насаждений, которые должны постоянно обеспечивать полное задержание метелевого снега, состоять из ценных и долговечных древесных пород, слабо повреждаемых ветровалом, буреломом, снеголомом. Защитные леса должны предупреждать выход крупного рогатого скота на железнодорожное или шоссейное полотно, прежде всего вблизи пастбищ, скотопогонов и населенных пунктов.

Комплекс лесохозяйственных мероприятий в защитных лесах должен включать правильный подбор пород, обоснованно назначаемые выборочные рубки для заготовки древесины и рубки ухода. При невозможности восстановления защитных лесов естественным путем целесообразны методы искусственного лесовосстановления. Во всех случаях должна быть обеспечена охрана защитных лесов от пожаров и защита от вредителей и болезней. Все это может содействовать рациональному использованию данной категории защитных лесов с целью разработки научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства.

В то же время применение к защитным лесам, в т.ч., расположенным вдоль железных и шоссейных дорог, отдельных неконкретных формулировок Лесного кодекса, действующих Правил заготовки древесины и Правил ухода за лесами может приводить к произвольному назначению видов рубок, при которых аналогично промышленным рубкам выбирается деловая древесина, а на участке оставляются больные, поврежденные экземпляры и нежелательные породы.

Учитывая важное значение путей транспорта для экономики Республики Коми, целесообразно обеспечить мониторинг их состояния. Для этих целей, а также для определения отдельных общих таксационных показателей насаждений и показателей ярусов вблизи путей транспорта возможно использование методов дистанционного зондирования Земли. Взаимосвязь между долей темнохвойных пород в составе насаждений на тест-объектах ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = -0,2568X + 20,046 (R^2 = 0,5088).$$

Взаимосвязь между долей мягколиственных пород ( $Y$ ) и значениями пикселей на космоснимке ( $X$ ) может быть описана уравнением:

$$Y = +0,2678X - 10,738 (R^2 = 0,5901).$$

Полученные уравнения и аналогичные им зависимости могут быть использованы для целей мониторинга и при дешифрировании состава покрытых лесом лесных площадей в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми и сопредельных с ним территорий.

### Библиографический список

1. Белов, С. В. Лесоводство [Текст] : метод. указ. к проведению учеб. практики / С. В. Белов. — Ленинград, 1973. — 40 с.
2. Вуколова, И. А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве [Текст] : учеб. пособие / И. А. Вуколова ; Федеральное агентство лесн. хоз-ва, Всерос. ин-т повышения квалификации руководящих работников и спец. лесн. хоз-ва. — Пушкино : ГОУ ВИПКЛХ, 2008. — 79 с.
3. Геоинформатика [Текст] : учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «География», «Экология», «Природопользование», «Геоэкология», «Прикладная информатика (по областям)» : 2-х книгах. Кн. 1 / под ред. В. С. Тикунова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Академия, 2010. — 400 с.
4. Зарудный, И. Н. Основа лесного хозяйства и таксация леса [Текст] / И. Н. Зарудный, В. С. Моисеев, И. В. Логвинов. — Москва : Лесн. пром-сть, 1970. — 304 с.
5. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин. — Москва : Высш. шк., 1980. — 294 с.
6. Лесной кодекс Российской Федерации [Текст]. — Москва : ЭЛИТ, 2007. — 48 с.
7. Митропольский, А. К. Элементы математической статистики [Текст] / А. К. Митропольский. — Ленинград, 1969. — 273 с.
8. Моисеев, В. С. Таксация леса [Текст] / В. С. Моисеев. — Ленинград, 1970. — 258 с.
9. Пахучий, В. В. Дешифрирование состава насаждений по материалам дистанционного зондирования [Текст] / В. В. Пахучий // Труды Сыктывкарского лесного института. — 2007. — Т. 7. — С. 164—167.
10. Приказ МПР России от 22 января 2008 года № 13 «Об утверждении Особенности использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водохозяйственных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов».
11. Сукачев, В. Н. Избранные труды [Текст] : в 3-х т. / В. Н. Сукачев. — Ленинград : Наука, 1975. — Т. 3. — 539 с.
12. Третьяков, Н. В. Справочник таксатора [Текст] / Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. — Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1952. — 853 с.
13. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 143-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Федеральный закон "О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации"».
14. Черепанов, А. С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы [Текст] / А. С. Черепанов, Е. Г. Дружинина // Геоматика (Geomatrics). — 2009. — № 3 (4). — С. 28—33.

# ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ И МЕТОДИКИ ИННОВАЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Ответственный исполнитель — **Т. Л. Леканова**,  
кандидат химических наук, доцент

Главная цель исследования состоит в повышении эффективности энергетического применения древесного биотоплива на основе результатов изучения его теплофизических и термохимических свойств и моделирования топочных процессов котлоагрегатов, а также разработка методик инновационной энергетики. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- определить теплотехнические характеристики древесного биотоплива разных пород, характерных для Коми Республики;
- разработать рекомендации по организации сжигания биотоплива из древесных отходов;
- изучить процессы получения порошков микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) на основе сырья различного происхождения (отходов ЦБП и переработки древесной зелени);
- изучить структуру и свойства порошковых целлюлоз;
- дать рекомендации по использованию МКЦ в качестве биотоплива;
- дать практические рекомендации по нагреву воды и других жидкостей в схемах теплоснабжения при использовании вихревого теплогенератора.

## **Теплофизические исследования порошковых целлюлоз**

В настоящее время переработка полисахаридов гемицеллюлоз осуществляется по ряду направлений. Значительное количество гемицеллюлоз содержится в отходах перерабатываемого в промышленности растительного сырья (древесины, соломы злаковых, овощных и фруктовых отходов консервных предприятий и т. п.). Комплексная переработка такого сырья в технические, кормовые, пищевые, лекарственные и другие продукты — одна из актуальных проблем современной науки и промышленности.

Получение, изучение структуры и свойств, а также изыскание перспективных путей рационального использования полисахаридов гемицеллюлоз связано с рядом трудностей. Во-первых, достаточно трудно получить очищенный препарат индивидуального полисахарида из смеси полисахаридов, выделенных из лигноуглеводного комплекса растений. Во-вторых, состав полисахаридов гемицеллюлоз, их химическое строение, структура и свойства сильно зависят от качества сырьевого источника, климатических условий его произрастания и др. В результате данной работы: выделены гемицеллюлозы из растительного сырья, установлен их компонентный состав и структура.

В результате постадийного выделения гемицеллюлоз из соломы ржи установлено, что ее компонентный состав представлен экстрактивными веществами в количестве 6,0 %, водорастворимыми веществами — 11,0 %, холоцеллюлозным комплексом — 80 %, включая ~50 %  $\alpha$ -целлюлозы,

~23 % лигнином. Суммарное содержание ГМЦ в образце соломы ржи, полученных щелочной экстракцией холоцеллюлозного комплекса, 25,3 %. Дальнейшим фракционированием ГМЦ, основанным на различных свойствах макромолекулярных компонентов, получены две фракции щелочерастворимых ГМЦ: ГМЦ-1 (23,8%) и ГМЦ-2 (1,5 %).

Методом ГЖХ изучен моносахаридный состав щелочерастворимых ГМЦ. Установлено, что в состав углеводных цепей ГМЦ входят, главным образом, остатки пентоз, а именно ксилозы (28,7 %), в меньших количествах содержится арабинозы (2,2 %), а также остатки гексоз, а именно глюкозы (2,9 %), галактозы (1,2%), рамнозы (0,9 %) и маннозы (0,5 %). Структурные особенности фракций ГМЦ охарактеризованы методами ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа.

### **Тепловая установка на основе кавитации**

Исследование работы вихревого теплогенератора. Мировые запасы нефти и газа могут иссякнуть уже через несколько десятков лет. Кроме того, их растущее потребление наносит серьезный ущерб экологии нашей планеты. Поэтому крайне важным для человечества становится поиск и внедрение альтернативных возобновляемых, высокоэффективных и экологически чистых источников энергии. Одним из таких источников энергии могут стать вихревые теплогенераторы (ВТГ), в которых происходят сложные тепловые и гидродинамические явления в процессе преобразования энергии высоконапорного потока жидкости в тепловую энергию.

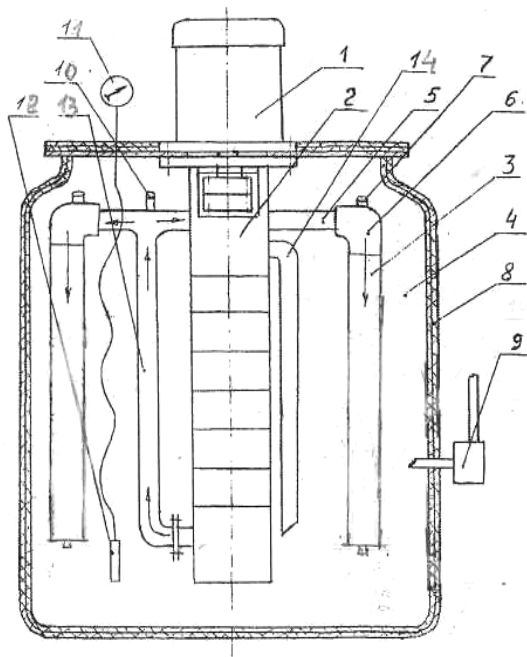
Цели и задачи исследования. Цель исследования состоит в экспериментальном изучении ВТГ с точки зрения их энергетической эффективности, поиске конструкций ВТГ и их режимов теплогенерации, а также формировании рекомендаций по применению ВТГ в качестве автоматических систем горячего водоснабжения жилых и производственных зданий.

Для достижения цели поставлена задача повышения эффективности работы установки.

Основным направлением повышения эффективности ВТГ является увеличение скорости потока в тепловой трубе, в которой вырабатывается тепловой энергии больше, чем потребляет электродвигатель насоса. Основным источником даровой энергии является резкое снижение давления, образование микропузырьков (кавитационных каверн), их захлапывание. Водяной пар внутри пузырьков при их схлапывании превращается в плазму с температурой ~10000 °С.

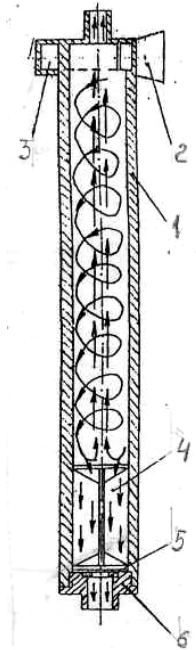
Классическая компоновка ВТГ, на которой в прежние годы проводились эксперименты оснащена одной тепловой трубой, в которой происходит процесс преобразования энергии потока жидкости в тепловую энергию. На кафедре «Агроинженерия, электро- и теплоэнергетика» проводятся эксперименты по нагреву воды в модернизированной установке ВТГ (рис. 1). С целью повышения эффективности работы ВТГ и увеличению количества выделенной тепловой энергии установка выполнена с двумя

идентичными трубами 3, но с меньшим их условным проходом, чем в установке с одной тепловой трубой. Уменьшение живого сечения (площади поперечного сечения) трубы приводит к повышению скорости потока в ней квадратичной зависимости:  $w = \frac{V}{S}$ , где  $V$  — объем жидкости, проходящей через живое сечение, м<sup>3</sup>/с;  $S$  — живое сечение, равное площади поперечного сечения трубы, м<sup>2</sup>;  $S = \frac{\pi d^2}{4}$ , где  $d$  — внутренний диаметр тепловой трубы, м.



**Рис. 1.** Схема установки вихревого теплогенератора:

- 1 — электродвигатель; 2 — центробежный насос;  
 3 — тепловая труба; 4 — емкость; 5 — инъекционная труба; 6 — улитка; 7 — штуцер противотока;  
 8 — теплоизоляция; 9 — циркуляционный насос;  
 10 — кран выпуска воздуха; 11 — термометр,  
 12 — датчик термометра; 13 — нагнетательная труба; 14 — всасывающая труба



**Рис. 2.** Составная часть теплогенератора:

- 1 — тепловая труба;  
 2 — инъекционный патрубок;  
 3 — улиткообразный канал;  
 4 — спрямитель потока;  
 5 — диафрагма; 6 — крышка

Вихревой теплогенератор (рис. 2) представляет собой тепловую трубу 1, с одного торца которой присоединен инъекционный патрубок 2. Попадая в улиткообразный канал 3, поток воды закручивается и приобретает вращательное движение по направлению к противоположному концу трубы. На выходе из трубы установлено тормозное устройство, спрямитель потока 4, выполненный в виде нескольких пластин, радиально приваренных к втулке, соосно расположенной с цилиндрической трубой. На выходе заторможенного потока установлена диафрагма 5, которая служит для спрямления нагретого потока воды и выхода ее из тепловой трубы. Когда

вихревой поток достигает тормозного устройства, он спрямляется и разделяется на два потока: 1 — «более нагретый», движущийся далее через диафрагму, и 2 — «менее нагретый», направленный по оси трубы в противоположную сторону и выходит в емкость.

Спрявление потока и прохождение его через диафрагму сопровождается резким снижением давления и образованием микропузырьков (кавитационных каверн), которые захлопываются и водяной пар внутри пузырьков при их схлопывании превращается в плазму с температурой  $\sim 10000$  °С. Этим явлением объясняется выработка тепловой энергии больше, чем потребляет электродвигатель привода насоса. При увеличении скоростей потока жидкости возникновение в ней несплошностей и микропузырьков возрастает, возрастает и даровая энергия схлопывающихся микропузырьков. Результаты экспериментов сведены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1.** Экспериментальные данные (с одной тепловой трубой)

Время нагрева, ч	0	1	2	3	4	5
Температура воды, °С	26	36,5	43,5	52,5	57,5	62
Разность температур нагрева воды, °С	0	10,5	7	9	5	4,5

**Таблица 2.** Экспериментальные данные (с двумя тепловыми трубами)

Время нагрева, ч	0	1	2	3	4	5
Температура воды, °С	26	38,5	46,5	56,5	60,5	63,5
Разность температур нагрева воды, °С	0	12,5	8	10	4	3

**Выводы.** На основании обработки данных установлено, что наиболее значимым фактором, влияющим на эффективность преобразования энергии высоконапорного потока жидкости в тепловую энергию, является скорость потока жидкости в теплогенераторе. Данный фактор служит оценочным критерием эффективности данного процесса. Повышение скорости потока жидкости возможно при уменьшении живого сечения трубы с разделением на два потока. Разность температуры нагрева жидкости уменьшается с течением времени эксперимента. Достигнутая температура нагретой воды достаточна для использования ВТГ в качестве систем горячего водоснабжения жилых, производственных и общественных зданий.

# ОБОСНОВАНИЕ ОБЩЕЙ КОМПОНОВКИ ЛЕСНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ЛЕСА СОРТИМЕНТАМИ НА ЛЕСОСЕКЕ <sup>2</sup>

Научный руководитель — **В. Ф. Свойкин**,  
кандидат технических наук, доцент

Исполнители:

**Н. Г. Евстафьев**,  
кандидат технических наук, доцент;

**И. В. Боровушкин**,  
кандидат технических наук, доцент;

**А. Ф. Кульминский**,  
кандидат технических наук, доцент;

**Е. Н. Сивков**,  
кандидат технических наук, доцент;

**А. А. Молчанова**,  
ведущий инженер;

**Н. М. Тетерин**,  
старший преподаватель

## Введение

При заготовке леса сортиментами на лесосеке с использованием импортных систем машин (харвестер + форвардер) по применяемым технологическим процессам наблюдается практически полное уничтожение подраста, повреждение приспевающих деревьев и нарезание глубокой колеи колесной ходовой системой [1]. Жители лесных поселков неоднократно обращались к руководству РК с просьбой не использовать эти системы машин на лесозаготовках, т. к. они наносят существенный урон лесному хозяйству. Однако эти просьбы остаются без ответа.

На вырубленных площадях применяются посадки сеянцев с закрытой или открытой корневой системой. Эти сеянцы выращиваются в специальных лесопитомниках. Как показал опыт такого искусственного восстановления в скандинавских странах и Финляндии, у него есть существенный недостаток — наблюдается окисление почв, низкие темпы роста посаженных деревьев и другие нежелательные явления, специалисты этих стран не находят пока выхода из такого положения. Кроме того, для выращивания сеянцев, их транспортировки и доставки к местам посадки необходимы определенные средства. Поэтому при заготовке леса необходимо и целесообразно способствовать естественному лесовосстановлению.

---

<sup>2</sup> В рамках деятельности учебно-научной лаборатории «Механика и электроника современных лесозаготовительных машин» по кафедральной научной теме «Обеспечение технологических процессов лесного комплекса с учетом инновационной интенсивной модели расширенного воспроизводства» (в рамках общеинститутской темы «Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства»).

Для выполнения технологического процесса заготовки леса сортиментами на лесосеке, обеспечивающего максимальное сохранение подроста и приспевающих деревьев с целью устойчивого естественного лесовозобновления и минимального отрицательного воздействия на окружающую среду [2], необходима лесная технологическая машина (ЛТМ) на гусеничном ходу, адаптированная к работе на слабонесущих почвогрунтах РК [3].

## **1. Состояние вопроса**

### **1.1. Классификация эксплуатируемых ЛТМ**

К настоящему времени нет достаточно четкой классификации ЛТМ. Имеются классификации с разделением на группы в зависимости от использования на различных стадиях технологических процессов лесозаготовок, по виду выполняемых операций на механизированные и машинизированные, в зависимости от использования в различных технологических процессах. Основой этих классификаций является технологический подход. При проектировании ЛТМ целесообразно классифицировать их с конструкторской точки зрения, исходя из общей компоновки. Общая компоновка предусматривает конструирование базовой машины (или использование существующих изделий), выбор и относительное размещение агрегатов и систем, технологического оборудования, обуславливающее выполнение служебных функций в полном объеме с максимальной эффективностью и наивысшей безопасностью.

С точки зрения анализа общей компоновки при проектировании ЛТМ их классифицируют по следующим признакам [4]:

- 1) по конструктивному исполнению базы;
- 2) по типу ходовой системы;
- 3) по количеству выполняемых технологических операций;
- 4) по способу установки технологического оборудования (рабочих органов);
- 5) по типу применяемого технологического оборудования (по составу выполняемых технологических операций).

Однако предложенная классификация условна и не охватывает все многообразие ЛТМ, используемых на лесозаготовках (в частности, ЛТМ могут быть самоходными или передвижными и др.).

По конструктивному исполнению базы различают:

- 1) **монорамные** (классическая компоновка). На несущей системе (раме) устанавливаются кабина, агрегаты, системы, технологическое оборудование и т. д. (трелевочный трактор, бесчokerная трелевочная машина и др.);
- 2) **шарнирно-сочлененные**, состоящие из двух модулей — энергетического и технологического. Несущая система состоит из двух полурам, соединенных универсальным шарниром с двумя или одной степенью свободы (харвестеры, форвардеры и др.);
- 3) **экскаваторного типа**. Двигатель, кабина, технологическое оборудование располагаются на одной вращающейся платформе, установленной



на монорамной конструкции несущей системы (валочно-пакетирующие машины).

По типу ходовой системы:

- 1) колесные с колесной формулой 4×4, 6×6, 8×8;
- 2) гусеничные;
- 3) комбинированные (колесно-гусеничные);
- 4) шагающие.

Третий тип ходовой системы нашел ограниченное применение в условиях слабонесущих грунтов, а четвертый — на экспериментальных образцах.

По количеству выполняемых технологических операций ЛТМ подразделяют на одно- и многооперационные. Выполняемые операции могут быть либо технологическими, при которых изменяются форма и размеры предмета труда, либо переместительными, при которых изменяются месторасположение предмета труда. Некоторые ЛТМ выполняют те и другие операции.

По способу установки технологического оборудования (рабочего органа) различают ЛТМ манипуляторного типа и безманипуляторные (фронтальные, фланговые). У манипуляторных рабочий орган навешивается на конце рукояти манипулятора. У безманипуляторных рабочий орган устанавливается на специальном устройстве (стреле, подвеске и др.), который крепится к несущей системе ЛТМ. Поскольку для взаимодействия с предметом труда требуется маневрирование самой ЛТМ, такие изделия получили ограниченное применение.

По типу применяемого технологического оборудования (по составу выполняемых операций) различают ЛТМ:

- 1) с захватно-срезающим устройством для срезания, валки и пакетирования деревьев (ВПМ);
- 2) с сучкорезно-протаскивающим устройством для первичной обработки спеленных деревьев (процессоры);
- 3) с захватно-срезающим и сучкорезно-протаскивающим устройством для валки и первичной обработки деревьев.

## **1.2. Условия эксплуатации ЛТМ**

Основными факторами, оказывающими значительное влияние на условия эксплуатации, являются:

- 1) широкий диапазон природно-производственных условий по рельефу местности, категориям почвогрунтов;
- 2) природно-климатические условия.

Для оценки рельефа местности принимается распределение лесопокрытых площадей по крутизне склонов на три группы [4]:

- 1) уклон от 0 до 15° (возможна эксплуатация в течение всего года);
- 2) уклон от 16 до 25° (возможна эксплуатация только в сухую погоду или в конструкции машины должны быть предусмотрены специальные технические решения, исключающие ее опрокидывание или сползание);
- 3) уклон более 26° (требуется использование специальных ЛТМ).

Лесные почвогрунты на значительных площадях имеют низкую несущую способность и насыщены корневыми системами. На поверхности почв встречаются камни, валуны, пни, валежник, которые являются естественными существенными препятствиями при движении ЛТМ. Поэтому ЛТМ должна обладать высокой проходимостью и маневренностью при условии минимизации повреждений почвенного покрова вследствие нарезанных колеи, деформации почвогрунтов, повреждения корней деревьев.

При анализе проходимости ЛТМ лесные почвогрунты подразделяют [4]:

- 1) на сухие пески и каменистая почва (возможна эксплуатация ЛТМ в течение всего календарного года);
- 2) супесчаные почвы, мелкие суглинки (допускается многократный подход по одному следу; летние грунты не снижают несущей способности; в периоды весенней и осенней распутицы несущая способность снижена);
- 3) глинистые почвы, супеси с глинистыми прослойками (повышенная влажность сохраняется в течение всего года, это способствует нарезанию колеи; во влажные периоды года несущая способность резко снижена);
- 4) торфяно-болотные, перегнойно-глеевые почвы (проходимость ЛТМ затруднена даже в сухой период; при увлажнении эксплуатация ЛТМ невозможна).

В РК на лесопокрытых площадях преобладают грунты 2—4 категорий. Повышенная влажность оказывает существенное влияние на снижение проходимости ЛТМ. При движении по таким почвогрунтам наблюдается ускоренное разрушение с потерей несущей способности.

Характеристика древостоя и вид рубок оказывают существенное влияние на выбор технологических процессов и вид рубок. Характеристика древостоя определяется размерными параметрами деревьев, породным составом, запасом древесины на гектар лесной площади. По виду рубки подразделяются на рубки главного пользования и рубки ухода. В обоих видах необходимо максимальное сохранение подроста и приспевающих деревьев для условий естественного лесовозобновления.

Параметры деревьев определяют характеристики применяемого на ЛТМ технологического оборудования.

Из природно-климатических условий на параметры проектируемых ЛТМ наиболее существенное влияние оказывают температура воздуха, влажность, скорость ветра, количество осадков, высота снежного покрова.

ГОСТ 16350-80 устанавливает климатическое районирование территории стран СНГ и статические параметры климатических факторов, которые необходимо учитывать при разработке технических требований, выборе режима испытаний, провал технической эксплуатации, хранения и транспортирования ЛТМ. В качестве основных климатических факторов приняты температура и относительная влажность воздуха. Территория стран СНГ располагается в умеренном (У) при холодном (ХЛ) макроклиматических районах.

РК относится к ХЛ и поэтому ЛТМ должна быть оборудована средствами для облегчения пуска двигателя, обогрева кабины, аккумуляторных батарей, должны применяться ТСМ зимних сортов, морозостойкие материалы.

Наиболее благоприятным для окружающей среды является использование ЛТМ на колесной базе при отрицательных температурах (до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), при небольшой величине сниженного покрова до 300 мм. Такие условия обеспечивают достаточную проходимость ЛТМ на всех типах почвогрунтов при отсутствии их повреждаемости. Понижение температуры и увеличение глубины снежного покрова, сопоставимого с клиренсом снижает эффективность работы ЛТМ. Высокие температуры воздуха в летний период снижают эффективность труда оператора и могут влиять на работу гидравлических систем ЛТМ.

Умеренные осадки и повышенная влажность в бесснежный период оказывают существенное влияние на снижение проходимости ЛТМ, особенно на почвогрунтах 2—4 категории. При движении ЛТМ по увлажненным почвогрунтам усиливается их негативное воздействие в плане ускоренного разрушения растительного слоя с потерей несущей способности. При скорости ветра более 10 м/с затруднен технологический переход на валке деревьев, увеличиваются динамические нагрузки на металлоконструкции и агрегаты гидропривода рабочих органов технологического оборудования, снижается безопасность выполнения работ.

Технологический процесс, основанный на функционировании ЛТМ, обусловлен широким разбросом характеристик по допустимому рельефу, почвенно-грунтовым условиям, температуре и влажности является тяжелым.

Кроме того, заготовка леса проводится в отдалении от населенных пунктов, поэтому операторы ЛТМ находятся в условиях ограниченного общения, что является негативным психологическим фактором. Этот фактор при росте утомляемости влияет на точность управляющих действий, а, следовательно, на нагруженность технологического оборудования.

### **1.3. Режимы работы ЛТМ**

Совокупность природно-производственных, природно-климатических, состояние лесонасаждений и вид рубки в значительной степени влияют на снаряженную массу ЛТМ, ее производительность и определяют общую компоновку.

Реальные условия эксплуатации показали, что нагрузочный режим работы двигателя становится более тяжелым с увеличением объема обрабатываемых деревьев, ухудшением качества почвогрунтов. Эти же условия определяют нагрузки на агрегаты и системы технологического оборудования.

Неустановившиеся работы движения, частые остановки, состояние почвогрунтов способствуют частому изменению скорости и обуславливают более высокую нагруженность трансмиссии ЛТМ.

Современным направлением проектирования и производства наиболее распространенных ЛТМ — харвестеров является использование мо-

дульного принципа общей компоновки. Применение этого принципа позволяет создавать параметрические ряды технологического оборудования и базовых шасси по геометрическим и массово-мощностным параметрам различных функциональных возможностей.

Различают харвестеры малого, среднего, базового и тяжелого и классов по размерам и массе [4].

За рубежом харвестеры малого размерного класса используются на рубках ухода (выборочных рубках), а также при заготовке древесной биомассы на некоммерческих рубках ухода, при вырубке плантаций энергетических деревьев и расчистке линейных объектов (трасс под линии электропередач и др.). Они имеют короткую базу, снаряженную массу до 12 т, мощность двигателя до 120 кВт, два моста с колесной формулой 4×4. Грузовой момент манипулятора в пределах 50—120 кНм, массу харвестерной головки от 400 до 700 кН, усилие протаскивания при обрезке сучьев не превышает 15 кН. Модели оригинальных конструкций John Deere 770 E, Sampo-Rosenlew 1046 pro, Prosilva 810, Vitek 409i3 выпускаются серийно.

Для харвестеров малого класса в качестве базовых машин успешно используются сельскохозяйственные колесные тракторы Беларус 1221 МЛХ, Valtra Kesla.

У харвестеров малого класса, применяемых на заготовке деревьев энергетического назначения, изменена конструкция рабочего органа. На рукояти вместо традиционной харвестерной головки устанавливается аккумуляторная с накопителем — дополнительным захватным устройством (валочная Ponsse EH 25 или харвестерная Log Max accumulation). Такие рабочие органы позволяют более эффективно осуществлять одновременную обработку нескольких тонкомерных деревьев.

Харвестеры среднего класса используются преимущественно на выборочных рубках. Они имеют удлиненную базу по сравнению с харвестерами малого класса. Снаряженная масса находится в пределах 13—14 т при средней мощности двигателя 120 кВт. Эти харвестеры выполнены с колесными формулами 4×4 или 6×6. Грузовой момент манипулятора находится в пределах 135 кНм, масса харвестерной головки в среднем 800 кг, усилие протаскивания до 20 кН. Серийно выпускаемые изделия моделей John Deere 7070 E, Komatsu 901.4, Prosilva 910, Logset 5H и др.

Харвестеры базового класса широко используются на различных видах рубок и являются универсальными. Снаряженная масса машин в пределах 17 т, при средней мощности двигателя 140—160 кВт. Они имеют три-четыре моста с колесной формулой 6к6 или 8к8. Грузовой момент манипулятора в среднем 180 кНм, усилие протаскивания при обрезке сучьев 22—27 кН, масса харвестерной головки около 1000 кг (John Deere 1170E, Komatsu 911.5, Gremo 950 HPV и др.).

Харвестеры тяжелого класса используются для сплошных рубок главного пользования. К ним относят машины на гусеничной ходу на базе экскаваторов (Neuson Ecotec 242 HV, Hitachi 2x10H, Volvo EC210BE) и на ко-

лесном ходу с колесной формулой 6×6 или 8×8 (John Deere 1470D, Komatsu 931.1 и 941.1, HSM405HZ, Silvatec 8266 TH Sllipner, Logset 10H и др. Снаряженная масса этих машин находится в пределах 18—24 т, номинальная мощность двигателя от 160 до 220 кВт, грузовой момент манипуляторов от 180 кНм и более, усилие протаскивания при обрезке сучьев составляет 24—28 кН, масса харвестерных головок от 1200 кг.

## **2. Эксплуатационные и потребительские свойства ЛТМ**

### **2.1. Эффективность применения**

Определяется технологическими процессами, функционированием ЛТМ, качеством управления, квалификацией операторов и их отношением к своим обязанностям. Общепринятый критерий прогрессивности конструкции ЛТМ — экономический эффект от использования.

Эффективность применения ЛТМ — емкое понятие. основополагающими являются показатели экономической эффективности, включающие себестоимость и приведенные затраты. В приведенных затратах, учитывающих величину прямых эксплуатационных затрат и величину капитальных вложений не полностью учитывают ряд факторов:

- эффекта, полученного народным хозяйством от высвобождения рабочей силы при внедрении прогрессивных технологических процессов, машин, средств и организационных мероприятий;
- общественных фондов потребления (дотация государства на жилье, городской транспорт, детские учреждения, бесплатное медицинское обслуживание, образование и т. д.);
- социальных факторов (улучшение условий труда, условий работы в лесной промышленности и др.);
- экологических факторов (сохранение и воспроизводство лесных ресурсов, средозащитные и охранные мероприятия и т. д.).

Кроме того, приведенные затраты не учитывают динамику многих факторов, в том числе рост цен и тарифов, организации производств, структуры времени рабочего цикла, отрицательное экологическое воздействие техники на окружающую среду.

Ряд специалистов по проектированию лесозаготовок лесотипологической основе считает, что при внедрении новых прогрессивных технологических процессов, соответствующих лесоводственным требованиям должны учитываться следующие факторы:

- технологические возможности выпускаемых ЛТМ с целью повышения степени и расширения форм их «адаптации» к различным природным условиям до момента создания новых прогрессивных технологических процессов:
- одновременно разработать дифференцированную по типам природных условий технологического процесса использования данных ЛТМ, позволяющую максимально сохранить природную среду.

Такая система должна создаваться по регионам. ЛТМ должны проектироваться под технологические процессы с учетом эффективности их использования и минимального экологического ущерба возникающего от их воздействия на окружающую среду.

Производственная эксплуатация мобильных ЛТМ должна рассматриваться как совокупность технологических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности их работы. Для этого применяются следующие понятия: «эксплуатационная эффективность», «энергетическая эффективность», «техническая эффективность», «экологическая эффективность». Каждый вид эффективности имеет свои показатели, которые необходимо обосновать и сформулировать.

Эксплуатационная эффективность ЛТМ характеризуется технико-эксплуатационными (экономическими), включая технологическую производительность, показатели динамической нагруженности деталей, сборочных единиц, агрегатов и др.

Энергетическая эффективность определяет показатели энергозатрат на единицу продукции, и удельный расход топлива.

Техническая эффективность относится к конструктивно-технологическим мероприятиям, определяющим повышение единичных и комплексных показателей надежности, которые необходимы при решении следующих задач:

- определение целесообразности постановки конструкции ЛТМ на серийное производство;
- оценке выполнения задания по повышению показателей надежности ЛТМ, ее агрегатов, систем, сборочных единиц, деталей.

Показатели экологической эффективности от использования ЛТМ могут отличаться в зависимости от вида и способа рубок. Понятие экологической эффективности применительно к рубкам ухода сформулировано в [5]. Рассмотрено изменение факторов внутренней среды насаждений в целом в том числе под влиянием рубок ухода как теоретической основе управления формированием экосистемы.

В работе сделан вывод о том, что изучение экологофитоценологических факторов может служить основой для обобщенной оценки рубок ухода с учетом применяемых технологических процессов заготовки леса.

Понятие «экологическая эффективность» трелевочного трактора обосновано в [5]. Рекомендованы показатели и методы их определения. В качестве главного показателя предложено использовать степень уплотнения почвогрунтов лесосеки под воздействием ходовой системы трактора.

Начиная с 90-х годов прошлого века, технический прогресс на лесозаготовках в России определяется использованием импортных ЛТМ (харвестер + форвардер), обеспечивших значительное повышение уровня механизации технологических процессов заготовки леса сортаментами на лесосеке, который привел в значительному росту производительности труда. Однако использование этих многооперационных машин особенно на грун-

тах с низкой несущей способностью не способствует сохранению и уменьшению негативного воздействия на лесные экосистемы.

## 2.2. Производительность

Производительность является главным показателем работы ЛТМ. Часовая производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяется по формуле:

$$П_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{с}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (2.1)$$

где  $V_{\text{с}}$  — объем единицы продукции (средний объем сортимента),  $\text{м}^3$ ;  $T_{\text{ц}}$  — время цикла (технологической операции), ч.

Время цикла (с) определяется по зависимости:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{дп}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{с}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{пл}}, \quad (2.2)$$

где  $t_{\text{дп}}$  — время доставки манипулятором универсальной головки к дереву, захват, натягивание, спиливание, перенос в вертикальном положении на технологический коридор (ТК) и перемещение в горизонтальное положение в пределах ТК ( $t_{\text{дп}} = 25—45$  с);  $t_{\text{пр}}$  — время протаскивания дерева через сучкорезные ножи, с;  $t_{\text{р}}$  — время раскряжевки на сортименты, с;  $t_{\text{с}}$  — время предварительной подсортировки на пиловочник и баланс в пределах ТК, с;  $t_{\text{пер}}$  — время протаскивания дерева через сучкорезные ножи, с;  $t_{\text{р}}$  — время раскряжевки на сортименты, с;  $t_{\text{с}}$  — время предварительной подсортировки сортиментов на пиловочник и балансы, с;  $t_{\text{пер}}$  — время перехода между рабочими позициями в расчете на одно дерево, с;  $t_{\text{пл}}$  — время перехода между лентами, с.

Время протаскивания дерева через сучкорезные ножи (с):

$$t_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{д}}}{v_{\text{п}}}, \quad (2.3)$$

где  $l_{\text{д}}$  — длина дерева, м;  $v_{\text{п}}$  — скорость протаскивания дерева при обрезке сучьев универсальной головкой, м/с;

Время спиливания и раскряжевки (с):

$$t_{\text{р}} = \frac{\pi d^2 (n_n + 1)}{4 \cdot П_{\text{чп}} \cdot \gamma_3}, \quad (2.4)$$

где  $d$  — средний диаметр ствола, м;  $n_n$  — число пропилов при раскряжевке включая спиливание дерева;  $П_{\text{чп}}$  — производительность чистого пиления ( $0,02—0,06 \text{ м}^2/\text{с}$ );  $\gamma_3$  — коэффициент использования чистого пиления ( $0,6—0,8$ ).

Время перехода между рабочими позициями в расчете на одно дерево (с):

$$t_{\text{пер}} = \frac{104 \cdot V_{\text{с}}}{\Delta \cdot v + q \cdot k_f}, \quad (2.5)$$

где  $\Delta$  — ширина пасаки, м;  $v$  — скорость движения ЛТМ по лесосеке (0,4 м/с);  $q$  — вырубаемый запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  $k_i$  — коэффициент интенсивности рубки

Время перехода между лентами (с):

$$t_{лт} = \frac{104 \cdot v_c + c}{L_{л} - \Delta - v_c \cdot k_i} \quad (2.6)$$

где  $c$  — расстояние перехода между лентами (при челночной схеме  $c = \Delta$ ), м;  $L_{л}$  — длина ленты.

Число пропилов при раскряжевке, включая спиливание

$$n_n = \frac{\ell_v - \ell_c}{\ell_c} + 1 \quad (2.7)$$

где  $\ell_v$  — длина вершины дерева, м;  $\ell_c$  — длина сортимента, м.

### 2.3. Экологичность, лесохозяйственные требования

Предусматривается использование ЛТМ при проведении выборочных или сплошных рубок. При выборочных рубках на соответствующих землях или земельных участках вырубается часть деревьев или кустарников. Рубку спелых или перестойных лесов необходимо проводить с интенсивностью, обеспечивающей формирование устойчивых лесных насаждений из сохранных деревьев второго яруса и подроста.

На участках выборочных рубок количество повреждаемых деревьев не должно превышать 5 % от количества оставляемых после рубки. К поврежденным относятся деревья:

- 1) с обломом вершины;
- 2) со сломом ствола;
- 3) с наклоном 10° и более;
- 4) с повреждением кроны на одну треть и более;
- 5) с обдиром коры на стволе, составляющей 10 % и более окружности от ствола.

Сплошные рубки — на которых на соответствующих земельных участках вырубается лесные насаждения с сохранением и воспроизводством лесов отдельных деревьев и кустарников или групп деревьев и кустарников.

При проведении сплошных рубок спелых и перестойных лесных насаждений обязательными являются условия:

- 1) сохранение жизнеспособного подроста ценных пород и второго яруса, обеспечивающих восстановление леса на вырубках;
- 2) оставление источников обсеменения или искусственное восстановление путем закладки лесных культур в течение двух лет после рубки.

При проведении рубок спелых, перестойных лесных насаждений обеспечивается сохранение подроста хозяйственно-ценных пород на площадях, не занятых погрузочными пунктами, трассами магистральных и па-



сечных волоков (ТК), дорогами, производственными и бытовыми площадками в количестве не менее 70 % при сплошных и 80 % при выборочных рубках соответственно.

Сохранение подроста, молодняка и второго яруса хозяйственно-ценных пород при проведении лесозаготовок обеспечивает естественное восстановление на вырубках лесов оптимального породного состава, сокращает период восстановления леса, сроки выращивания технически спелой древесины и затрат на проведение и лесовосстановительных работ, способствует выполнению экологических функций лесных земель.

Сохранению подлежат жизнеспособный подрост, молодняк и второй ярус хвойных пород в соответствующих им условиях местопроизрастания, а также подрост, молодняк и второй ярус других пород, признанных хозяйственно-ценными для данного региона и обеспечивающих в данных условиях формирование высокопродуктивных древостоев.

Общая площадь под погрузочными пунктами, производственными и бытовыми объектами должна быть минимальной и составлять от общей площади лесосеки:

- на лесосеках площадью более 10 га — не более 5 % при сплошных, не более 3 % при выборочных рубках;

- на лесосеках площадью 10 га и менее — при сплошных рубках с последующим лесовозобновлением — до 0,4 га, при сплошных рубках с предварительным лесовозобновлением и при постепенных рубках — 0,3 га, выборочных рубках — 0,2 га;

- на лесосеках сплошных рубок площадью более 10 га для создания межсезонных запасов древесины общая площадь погрузочных пунктов, производственных и бытовых площадок — не более 15 % от площади лесосеки, с повреждением почвы — не более 3 %.

Общая площадь трасс волоков (ТК) не должна превышать при сплошных рубках 20 %, при выборочных — 15 % от площади лесосеки. На лесосеках сплошных рубок, проводимых с использованием многооперационной техники, допускается увеличение площади под волоками (ТК) до 30 % общей площади лесосеки.

В лесах с влажными почвами любого механического состава, а также свежими суглинистыми почвами трелевка (перевозка) древесины в весенний, летний и осенний периоды допускается только по волокам (ТК), укрепленными порубочными остатками.

Во избежание повреждений почвы допускается использование технологических и транспортно-технологических машин с удельным давлением на грунт более 50 кПа [2].

При проведении сплошных рубок на лесосеках без подроста и насаждений второго яруса возможно выполнение технологического процесса ТМ в режиме харвестера, т. е. и раскряжевка деревьев непосредственно на полупасеках.

## **2.4. Тягово-скоростные свойства и топливная экономичность**

Одним из основных показателей тягово-скоростных свойств транспортных, транспортно-технологических машин являются максимальная скорость движения на ровном участке с сухим ровным покрытием и подъем, преодолеваемый при движении и при трогании с места.

Для ЛТМ вследствие ее технологических особенностей скорость движения не является основным нормирующим оценочным показателем. И так как на этих машинах используется гидростатическая трансмиссия, скорость их передвижения на лесосеке не превышает 10 км/ч. Условия по рельефу местности приведены в разделе 1.2.

Основной мерой топливной экономичности ЛТМ является расход топлива на один м<sup>3</sup> заготовленной древесины (сортиментов), который зависит от состава древостоя, среднего объема дерева, состояния почвогрунтов, размеров рабочей зоны, температуры окружающей среды и других факторов.

Для всесторонней характеристики топливной экономичности ЛТМ наиболее показательны средние расходы топлива в типовых условиях эксплуатации.

Тягово-скоростные свойства и топливная экономичность ЛТМ в значительной степени зависят от удельной мощности, параметров трансмиссии и характеристик рабочих органов. Поэтому, при проектировании ЛТМ необходимой предпосылкой обеспечения минимального расхода топлива является оптимизация удельной мощности, параметров движения и быстродействия рабочих органов технологического оборудования.

Улучшение тягово-скоростных свойств и топливной экономичности ЛТМ связано с необходимостью понижения коэффициента сопротивления движению, управляемостью, устойчивостью, плавностью хода.

## **2.5. Безопасность ЛТМ**

Безопасность — одно из важнейших эксплуатационных свойств, от которого зависит жизнь и здоровье оператора, сохранность ЛТМ. Размечают активную, пассивную и экологическую безопасность конструкции ЛТМ.

Активная безопасность обеспечивается (FOPS, ROPS) теми свойствами конструкции, которые помогают оператору предотвратить повреждения ЛТМ.

Пассивная безопасность обеспечивается теми свойствами конструкции, которые в случае аварии сводят к минимуму травмирование оператора.

Экологическая безопасность — свойство, позволяющее уменьшить вредное воздействие ЛТМ на окружающую среду в процессе ее функционирования.

К основным свойствам активной безопасности относят возможность безопасного выноса спиленного дерева с полупасеки в вертикальном положении и перемещение его в горизонтальное положение в пределах ТК и разделки на сортименты, тормозные свойства, предупредительная сигнали-

зация, эффективное освещение рабочей зоны фарами, отсутствие ослепления и др.

Минимальный комплекс обязательных светосигнальных приборов состоит из указателей поворотов, сигнала торможения, габаритных огней.

Безопасность ЛТМ обеспечивается безопасностью всех органов управления и механизмов, а также эргономическими показателями, от которых зависит степень утомляемости оператора.

Требования к пассивной безопасности конструкций ЛТМ включают конструктивные мероприятия, защищающие кабину оператора от возможных контактов с падающим деревом или его частей за счет увеличения прочности элементов (ROPS), применение органов управления и элементов интерьера безопасной конструкции.

Требования к экологической безопасности. Основная проблема — уменьшение загрязнения окружающей среды токсичными веществами, выделяемые двигателем ЛТМ. Поскольку на ЛТМ устанавливается дизельный двигатель, наблюдается выброс оксида углерода CO, несгораемых углеводородов CH, оксидов азота NO<sub>x</sub> и дымность. Кроме того, в отработанных газах дизельных двигателей содержится значительное содержание сажи.

Снижению дымности отработанных газов способствует введение в топливо антидымных присадок (бариевых, марганцовых и др.).

Важным критерием конструктивного совершенства ЛТМ является его шумовая характеристика. Общий уровень шума ЛТМ определяется уровнем шума агрегатов и систем двигателя и трансмиссии. При подборе двигателя и проектировании трансмиссии необходимо использовать изделия с минимальными шумовыми характеристиками, соответствующие нормативным документам.

## **2.6. Маневренность, управляемость, устойчивость**

Маневренность ЛТМ характеризуется следующими показателями:

- минимальным радиусом поворота;
- наружным габаритным радиусом поворота.

Поскольку на ЛТМ используется гусеничная ходовая система возможен поворот на месте. Однако при выполнении технологического процесса поворот ЛТМ на месте не предусмотрен, так как в этом случае деформируется и разрушается верхний растительный слой почвогрунтов.

Маневренность ЛТМ на гусеничном ходу в полной мере обеспечивает выполнение предложенного технологического процесса без разрушения верхнего растительного слоя почвогрунтов.

Управляемость ЛТМ предусматривает соответствие усилий на органах управления нормативным значением. Так как на ЛТМ предусматривается использование электрогидравлической системы управления движением и технологическим оборудованием (крестовыми переключателями-джойстиком) выпускаемыми серийно, усилия на рукоятках переключения не будут превышать допустимых значений.

## 2.7. Плавность хода ЛТМ

От плавности хода ЛТМ зависят физиологическое состояние оператора, средняя скорость и безопасность движения, показатели безотказности и долговечности, производительность.

В разных точках ЛТМ параметры колебаний различны и неодинаково их воздействие. В этом случае используют понятие «Вибронагруженность рабочего места оператора».

Остальные нормативные документы устанавливают технические нормы предельно допускаемых вибраций на сидениях операторов. Соблюдение этих норм обеспечивает нормальные условия работы оператора и технологического оборудования.

Необходимо по возможности снижать вибронагруженность рабочего места оператора, учитывая специфику его работы. Улучшение плавности хода может быть достигнуто оптимизацией колебательных параметров ЛТМ за счет соответствующего выбора параметров его компоновки, соотношения и значений жесткостей подвесок, подрессоривания кабины, сидения оператора и т. п.

## 2.8. Проходимость

Различают профильную и опорную проходимость ЛТМ. Профильная характеризует способность ЛТМ преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в ширину ТК. Опорная проходимость определяется способностью ЛТМ двигаться по заснеженной, обледенелой, мокрой и скользкой местности и по грунтам с низкой несущей способностью.

В качестве оценочных показателей профильной проходимости используются: дорожный просвет, передний и задний свес, углы переднего и заднего свесов, продольный радиус проходимости, наибольший угол преодолеваемого косогора.

К технико-эксплуатационным требованиям технологических машин предусмотрены минимальные значения дорожного просвета.

Наибольший угол преодолеваемого подъема определяется тяговыми возможностями двигателя, продольной устойчивостью ЛТМ,

Способность ЛТМ перемещаться по заснеженной местности определяется дорожным просветом, конструкцией ходовой системы. Возможность движения по обледенелой и скользкой местности, в том числе по косогорам в значительной степени зависит от формы грунтозацепов траков гусеничных лент.

Перемещение по почвогрунтам с низкой несущей способностью определяется удельным давлением на грунт от гусеничных лент ЛТМ при условии неразрушения растительного слоя и потери несущей способности.

Условием движения ЛТМ по сцеплению может служить неравенство:

$$G_{\text{ЛТМ}} \cdot \ell = G_{\text{ЛТМ}} \cdot \psi, \quad (2.8)$$

где  $G_{\text{ЛТМ}}$  — нагрузка на почвогрунты от ЛТМ полной массой;  $\ell$  — коэффициент сцепления гусеничных лент с почвогрунтами;  $\psi$  — коэффициент сопротивления движению.

Следовательно, чтобы не допускать разрушения почво-грунтов и уменьшить вероятность потери проходимости ЛТМ необходимо обеспечить не превышение допускаемого удельного давления на грунт для конкретных условий эксплуатации, в том числе и для слабонесущих грунтов. Это условие может быть достигнуто за счет соответствующей площади контакта гусеничных лент с почвогрунтами, определяемой базой ЛТМ и шириной гусеничных лент.

## **2.9. Эргономичность**

Конструктивные способности, обеспечивающие комфортность управления рабочими органами ЛТМ характеризуются следующими показателями:

- гигиенические показатели, учитывающие степень соответствия рабочего места оператора санитарным нормам;
- антропометрические показатели, характеризующие степень удобства рабочего места оператора;
- физиологические и психологические, определяющие соответствие необходимых усилий на органах правления и других воздействий на оператора психофизиологическим возможностям его организма;
- группой психологических показателей, определяющих возможность формирования навыков оператора по восприятию и переработке информации.

Улучшению эргономических свойств ЛТМ необходимо уделять особое внимание, т. к. это связано с сохранением здоровья операторов, повышению производительности и улучшением других основных показателей ЛТМ.

## **3. Общая компоновка ЛТМ**

### **3.1. Анализ существующих компоновочных схем ЛТМ**

По общей компоновке технологического оборудования специальные колесные харвестеры подразделяются на две группы:

1. С передним энергетическим и задним технологическим модулями, соединенными универсальным шарниром. При этой компоновке на переднем модуле располагаются двигатель и кабина оператора. На технологическом модуле устанавливается технологическое оборудование. Кабина оператора монтируется стационарно. По этой схеме сконструированы харвестеры фирмы Ponsse.

2. С задним энергетическим и передним технологическим модулями. На харвестерах с такой компоновкой кабина либо неподвижна, либо имеет возможность наклона установки в горизонтальное положение при крене или дифференте. Обычно перед кабиной располагается технологическое оборудование (харвестеры фирмы John Deere).

Кабина может располагаться на поворотной платформе технологического модуля совместно с манипулятором. По такой схеме сконструированы харвестеры фирмы Komatsu (Valmet).

У гусеничных харвестеров, скомпонованных на экскаваторной базе, двигатель, кабина и технологическое оборудование располагаются на поворотной платформе. Такая компоновка позволяет уменьшить базу машины и обеспечить хороший обзор рабочей зоны (John Deere 703 JH/753 JH).

На монорамном колесном или гусеничном шасси, как правило, выполняется переднее расположение технологического оборудования, за которым располагается двигатель. Такая компоновка предусматривает два варианта исполнения:

1. Кабина оператора неподвижна и располагается между двигателем и манипулятором или рядом с двигателем.

2. Кабина оператора вместе с манипулятором монтируются на приводной поворотной платформе.

Второй вариант обеспечивает хороший обзор рабочей зоны, но при этом наблюдается повышенная утомляемость оператора. Тем не менее по мнению операторов харвестеров это компоновка более предпочтительна.

Поскольку при проектировании ЛТМ будет использована монорамная конструкция на гусеничном шасси основным является вариант установки технологического оборудования и кабины на одной поворотной платформе.

### **3.2. Выбор компоновочной схемы ЛТМ**

Общая компоновка ЛТМ выполняется по агрегатному принципу посредством соответствующего распределения масс и сил, действующих на опорные элементы (катки и гусеничные ленты).

Компоновка агрегатов, систем и технологического оборудования должна отвечать ряду требований, которые подразделяют на две группы:

1. Функциональные требования, выполнение которых гарантирует заданный процесс взаимодействия ЛТМ с предметом труда (деревом) и работоспособность конструкции.

2. Требования обеспечения удобства и комфорта оператору.

Функциональные требования к общей компоновке частично заложены в самом названии машины — она должна обеспечивать надежный захват, срезание, перенос в вертикальном положении спиленного дерева при сохранении подроста и приспевающих деревьев, направленный повал и раскряжевку на сортименты в пределах ТК.

К функциональным относятся требования к рабочей зоне манипулятора, допустимому уклону местности, устойчивости и маневренности ЛТМ.

Следствием экологических требований являются габариты поворотной платформы. Наибольший диаметр поворотной платформы ЛТМ не должен выходить за габаритные размеры по ширине, что позволяет сохранить неповрежденными деревья, которые не подлежат рубке, но находятся в непосредственной близости к ТК.

При проектировании ЛТМ целесообразно использование апробированных, хорошо зарекомендовавших себя на производстве отечественных изделий. Для ходовой системы ЛТМ предусматривается использование сборочных единиц трелевочного трактора ТЛТ-100-06, в частности балансиров, катков, гусеничных лент шириной 640 мм. с целью обеспечения низкого удельного давления на почвогрунты.

При использовании ЛТМ на сплошных рубках при ширине ТК 5 м, ширина лесосеки должна быть согласно лесоводственных требований 17 м, при этом максимальный вылет манипулятора составит 8,5 м.

#### 4. Расчетно-конструкторская часть

##### 4.1. Расчет снаряженной массы ЛТМ

Снаряженная масса — совокупная масса ЛТМ со стандартным оборудованием, всеми необходимыми эксплуатационными расходными материалами (например, моторное и гидравлическое масла, охлаждающая жидкость), полным баком топлива, но без пассажиров и груза.

Снаряженная масса ЛТМ будет являться совокупностью масс сборочных единиц, агрегатов систем (рис. 4.1).

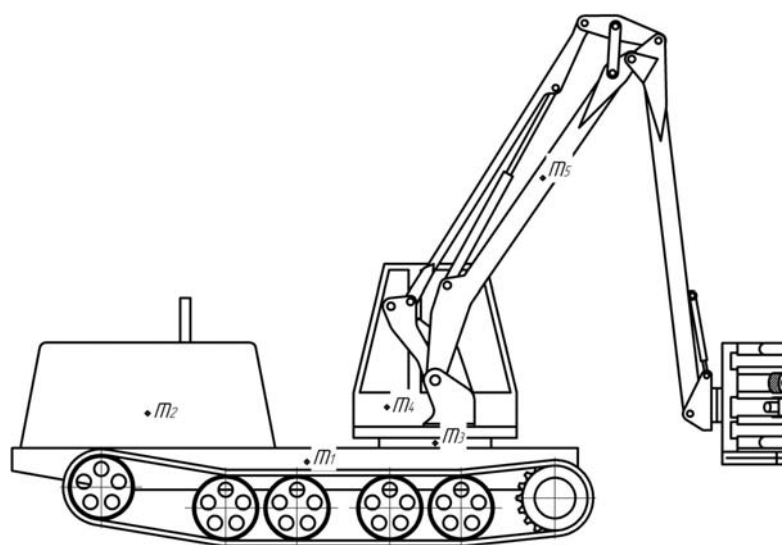


Рис. 4.1. Расчет снаряженной массы

В таком случае формула для расчета снаряженной массы будет иметь вид:

$$m_{\text{снар}} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5, \quad (4.1)$$

где  $m_1$  — масса ходовой части, кг;  $m_2$  — масса моторного отсека, кг;  $m_3$  — масса поворотного устройства, кг;  $m_4$  — масса кабины и поворотной платформы, кг;  $m_5$  — масса технологического оборудования, кг.

В свою очередь, масса ходовой части с достаточной точностью будет рассчитываться по формуле:

$$m_1 = 2 \cdot m_{\text{напр.кол}} + 2 \cdot m_{\text{мех.натяж.}} + 4 \cdot m_{\text{гус.полуцепь}} + 2 \cdot m_{\text{вед.колесо}} + m_{\text{гл.перед.}} + 2 \cdot m_{\text{борт.фрикц.}} + 2 \cdot m_{\text{торм.}} + 2 \cdot m_{\text{борт.передач.}} + m_{\text{гидромотора}} + m_{\text{тран.масла}} + 4 \cdot m_{\text{каретки}} + m_{\text{рамы}} \quad (4.2)$$

где  $m_{\text{напр.кол}}$  — масса направляющего колеса, кг;  $m_{\text{мех.натяж.}}$  — масса механизма натяжения, кг;  $m_{\text{гус.полуцепь}}$  — масса гусеничной полуцепи, кг;  $m_{\text{вед.колесо}}$  — масса ведущего колеса, кг;  $m_{\text{гл.перед.}}$  — масса главной передачи, кг;  $m_{\text{борт.фрикц.}}$  — масса бортового фрикциона, кг;  $m_{\text{торм.}}$  — масса тормозного механизма, кг;  $m_{\text{борт.передач.}}$  — масса бортовой передачи, кг;  $m_{\text{гидромотора}}$  — масса гидромотора, кг;  $m_{\text{тран.масла}}$  — масса трансмиссионного масла, кг;  $m_{\text{каретки}}$  — масса каретки, кг;  $m_{\text{рамы}}$  — масса рамы, кг.

Формула для расчета массы моторного отсека имеет вид:

$$m_2 = m_{\text{двиг.}} + m_{\text{гидр.хода}} + m_{\text{гидр.раб.гидрав.}} + m_{\text{топл.бак.}} + m_{\text{гидр.бак.}} + m_{\text{топлива}} + m_{\text{гидр.масла}} + m_{\text{радиатор.}} + m_{\text{крон.панот.}} \quad (4.3)$$

где  $m_{\text{двиг.}}$  — масса двигателя, кг;  $m_{\text{гидр.хода}}$  — масса гидронасоса хода, кг;  $m_{\text{гидр.раб.гидрав.}}$  — масса насоса гидравлической системы, кг;  $m_{\text{топл.бак.}}$  — масса топливного бака, кг;  $m_{\text{гидр.бак.}}$  — масса гидравлического бака, кг;  $m_{\text{топлива}}$  — масса топлива, кг;  $m_{\text{гидр.масла}}$  — масса гидравлического масла, кг;  $m_{\text{радиатор.}}$  — масса радиатора, кг;  $m_{\text{крон.панот.}}$  — масса кронштейнов, капотов, кг.

Для расчета массы поворотного устройства используем формулу:

$$m_3 = m_{\text{гидромотор.}} + m_{\text{подшипн.}} + m_{\text{зуб.перед.}} + m_{\text{креплен.}} \quad (4.4)$$

где  $m_{\text{гидромотор.}}$  — масса гидромотора, кг;  $m_{\text{подшипн.}}$  — масса подшипника, кг;  $m_{\text{зуб.перед.}}$  — масса зубчатой передачи, кг;  $m_{\text{креплен.}}$  — масса креплений, кг.

Для расчета  $m_4$  используем формулу:

$$m_4 = m_{\text{кабины}} + m_{\text{платформы}} \quad (4.5)$$

где  $m_{\text{кабины}}$  — масса кабины, кг;  $m_{\text{платформы}}$  — масса поворотной платформы, кг.

Масса технологического оборудования будет рассчитываться по формуле:

$$m_5 = m_{\text{манипул.}} + m_{\text{уро.}} \quad (4.6)$$

где  $m_{\text{манипул.}}$  — масса манипулятора, кг;  $m_{\text{уро.}}$  — масса универсального рабочего органа, кг.



## 4.2. Расчет центра тяжести базовой ЛТМ

Для расчета центра тяжести базовой ЛТМ в графическом редакторе в масштабе вычерчиваются эскизы общего вида машины в заданных положениях (рис. 4.2). Определяются координаты осей X и Y, Z. На чертеже проставляются координаты заданных сборочных единиц и деталей. По формулам определяются искомые координаты центра тяжести машины.

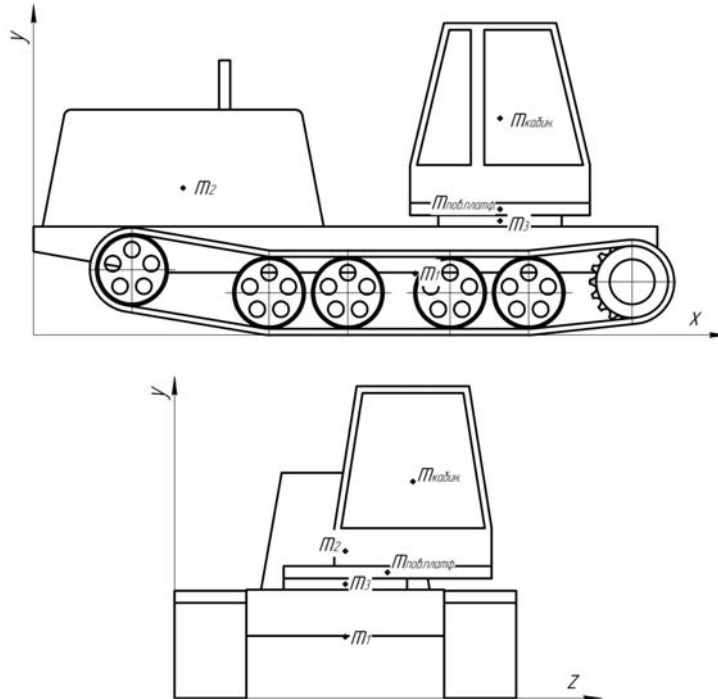


Рис. 4.2. Координаты сборочных единиц и деталей

Координаты центров тяжести и массы сборочных единиц и деталей предварительно рассчитываются по специальным методикам или определяются экспериментально.

Рассматривается два возможных случая определения центра тяжести машины:

- базовой машины;
- с установкой технологического оборудования на машину.

Расчет координат центра тяжести базовой машины производится по формулам:

$$X_M = \frac{m_1 \cdot X_1 + m_2 \cdot X_2 + m_3 \cdot X_3 + m_{\text{пов.платф.}} \cdot X_{\text{пов.платф.}} + m_{\text{каб.}} \cdot X_{\text{каб.}}}{\sum m}, \quad (4.7)$$

$$Y_M = \frac{m_1 \cdot Y_1 + m_2 \cdot Y_2 + m_3 \cdot Y_3 + m_{\text{пов.платф.}} \cdot Y_{\text{пов.платф.}} + m_{\text{каб.}} \cdot Y_{\text{каб.}}}{\sum m}, \quad (4.8)$$

$$Z_M = \frac{m_1 \cdot Z_1 + m_2 \cdot Z_2 + m_3 \cdot Z_3 + m_{\text{пов.платф.}} \cdot Z_{\text{пов.платф.}} + m_{\text{каб.}} \cdot Z_{\text{каб.}}}{\sum m}, \quad (4.9)$$

где  $m_i$  — масса соответствующих агрегатов, сборочных узлов и деталей, кг;  $X_i, Y_i, Z_i$  — координаты центров тяжести соответствующих агрегатов, сборочных единиц и деталей, м.

В дальнейших расчетах центр тяжести будет приниматься за начало координат (рис. 4.3).

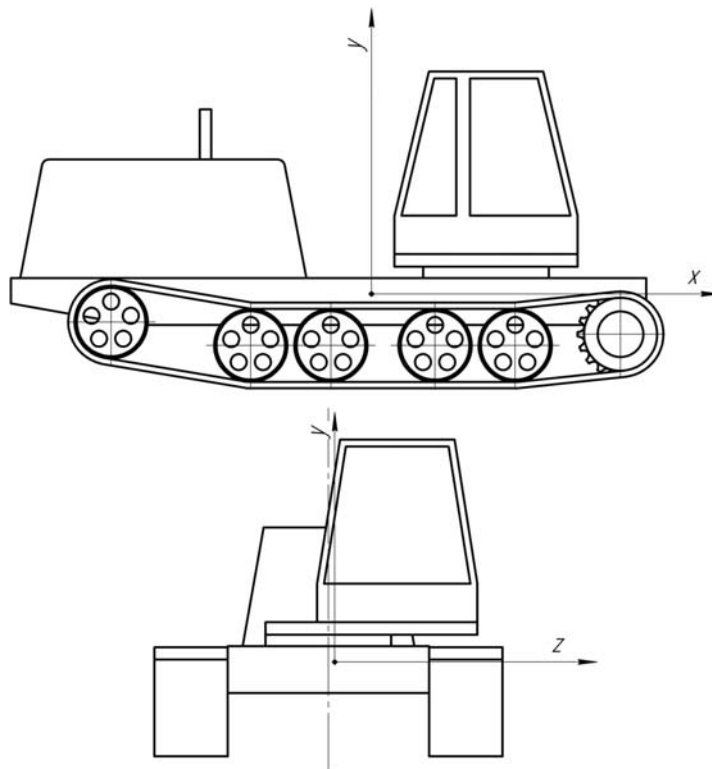


Рис. 4.3. Центр тяжести базовой машины

#### 4.3. Расчет центра тяжести базовой ЛТМ с технологическим оборудованием

Расчет координат центра тяжести машины с технологического оборудования выполняется по формулам [12]:

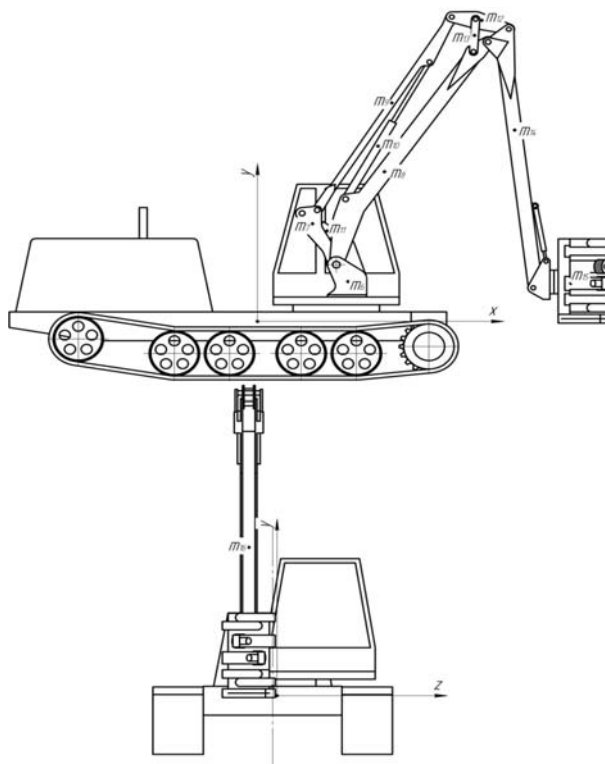
$$X_M^1 = \frac{m_M^0 \cdot X_M^0 + \sum m_j \cdot X_j}{m_M^0 + \sum m_j}, \quad (4.10)$$

$$Y_M^1 = \frac{m_M^0 \cdot Y_M^0 + \sum m_j \cdot Y_j}{m_M^0 + \sum m_j}, \quad (4.11)$$

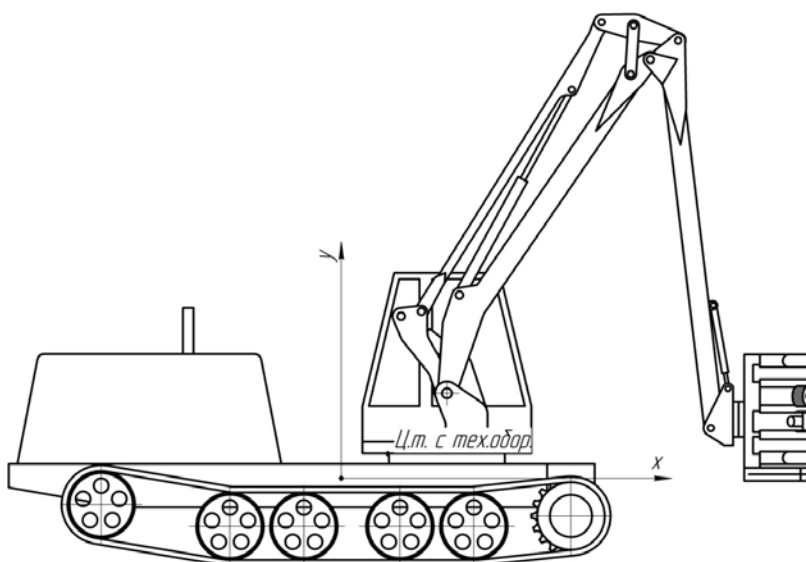
$$Z_M^1 = \frac{m_M^0 \cdot Z_M^0 + \sum m_j \cdot Z_j}{m_M^0 + \sum m_j}, \quad (4.12)$$

где  $m_j$  — масса устанавливаемого технологического оборудования, кг;  $X_j, Y_j, Z_j$  — координаты центров тяжести устанавливаемого технологического оборудования, м.

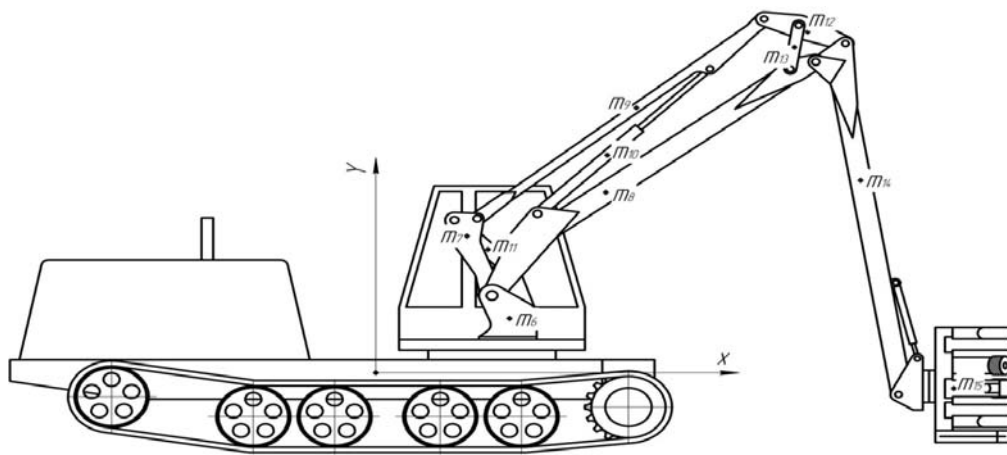
Расчет производится при нахождении технологического оборудования в транспортном положении, среднем рабочем положении и на полном вылете манипулятора (рис. 4.4, 4.5, 4.6).



**Рис. 4.4.** Координаты центров тяжести устанавливаемого технологического оборудования

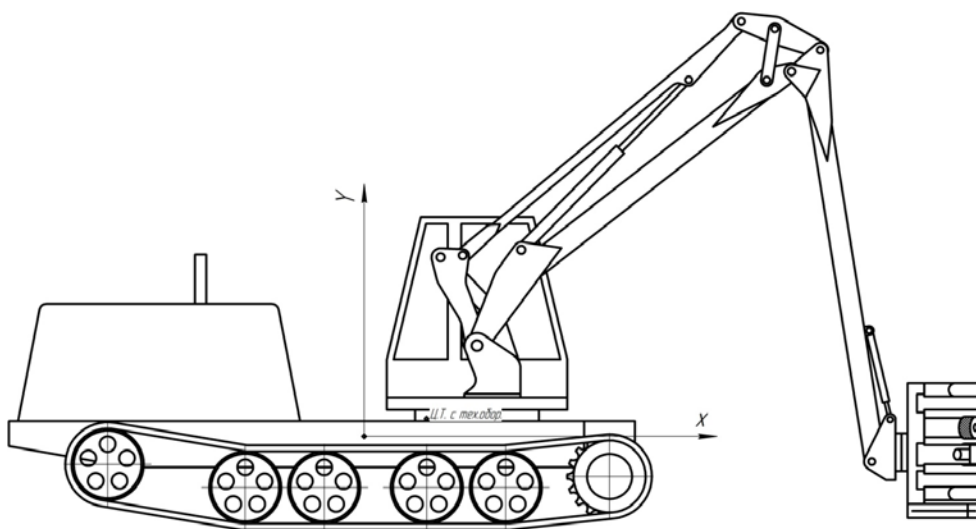


**Рис. 4.5.** Смещение центра тяжести в транспортном положении

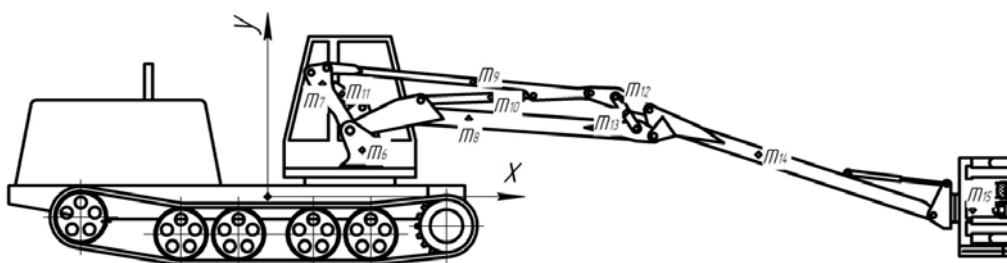


**Рис. 4.6.** Координаты центров тяжести технологического оборудования в среднем рабочем положении

Таким образом, при установке технологического оборудования в среднем рабочем положении происходит смещение центра тяжести (рис. 4.7, 4.8).

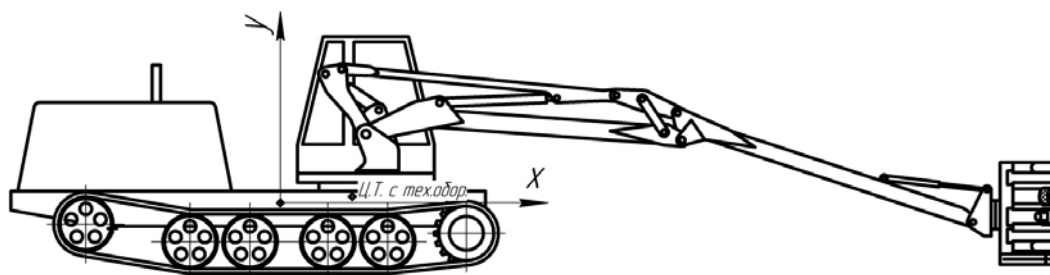


**Рис. 4.7.** Смещение центра тяжести при установке технологического оборудования в среднем рабочем положении



**Рис. 4.8.** Координаты центров тяжести технологического оборудования на полном вылете

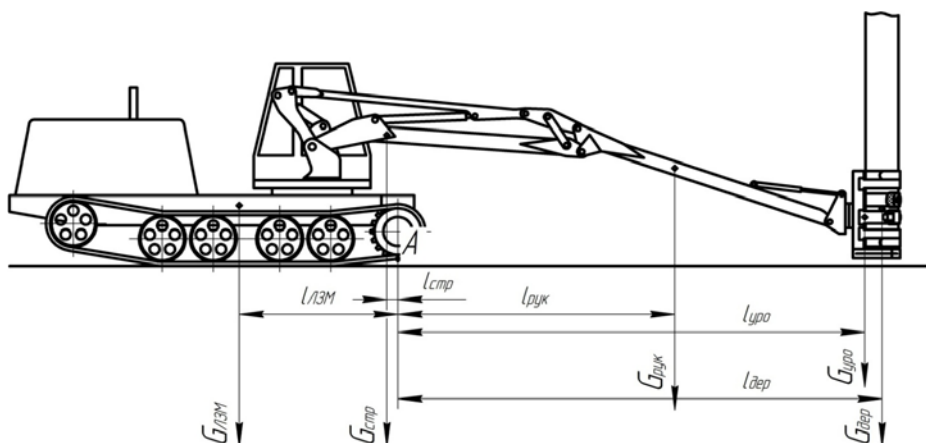
Таким образом, при установке технологического оборудования на максимальном вылете происходит смещение центра тяжести (рис. 4.9).



**Рис. 4.9.** Смещение центра тяжести при установке технологического оборудования на максимальном вылете

#### 4.4. Расчет продольной и поперечной устойчивости ЛТМ

Устойчивость ЛТМ в значительной степени определяется максимальным вылетом манипулятора с рабочим органом, максимальным объемом дерева, а также его массой. Максимальный вылет манипулятора определяется соотношением площади волоков к общей площади лесосеки, которая при сплошных рубках должна быть не более 20 %, а при выборочных не более 15 %. Ширина ТК должна быть не менее 3 (3,5) м. Тогда, согласно лесоводственным требованиям, ширина пасеки при сплошных рубках должна составлять 15 м, а на выборочных рубках около 20 м, исходя из чего был выбран манипулятор параллельного типа с максимальным вылетом, 7,5 м. В результате расчета эксплуатационных параметров дерева была определена масса его масса, которая составила 612,5 кг при объеме хлыста 0,7 м<sup>3</sup>. Расчетная схема продольной устойчивости приведена на рис. 4.13.



**Рис. 4.13.** Схема ЛТМ для расчета продольной устойчивости

Опрокидывание ЛТМ относительно точки А произойдет в том случае, если момент удерживающий будет меньше чем момент опрокидывающий. Опрокидывающий и стабилизирующий моменты, соответственно, определяются по формулам из рис. 4.13:

$$M_{\text{опр.}} = G_{\text{рук.}} \cdot l_{\text{рук.}} + G_{\text{уро.}} \cdot l_{\text{уро.}} + G_{\text{дер.}} \cdot l_{\text{дер.}} \quad (4.25)$$

$$M_{\text{стаб.}} = G_{\text{ЛЗМ}} \cdot l_{\text{ЛЗМ}} + G_{\text{стр.}} \cdot l_{\text{стр.}} \quad (4.26)$$

где  $G_{\text{стр.}}$  — сила тяжести стрелы, Н;  $G_{\text{рук.}}$  — сила тяжести рукояти, Н;  $G_{\text{ЛЗМ}}$  — сила тяжести ЛЗМ, Н;  $G_{\text{уро.}}$  — сила тяжести УРО, Н;  $G_{\text{дер.}}$  — сила тяжести дерева, Н;  $l_{\text{рук.}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ рукояти, м;  $l_{\text{уро.}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ универсального рабочего органа, м;  $l_{\text{дер.}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ дерева, м;  $l_{\text{ЛЗМ}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ ЛТМ, м;  $l_{\text{стр.}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ стрелы, м.

Устойчивость ЛТМ оценивается коэффициентом устойчивости, который должен быть не меньше 1,2:

$$K_{\text{уст.}} = \frac{M_{\text{стаб.}}}{M_{\text{опр.}}}, \quad (4.27)$$

где  $M_{\text{стаб.}}$  — стабилизирующий момент, препятствующий опрокидыванию машины, Н · м;  $M_{\text{опр.}}$  — опрокидывающий момент, Н · м.

Расчетная схема поперечной устойчивости приведена на рис. 4.14.

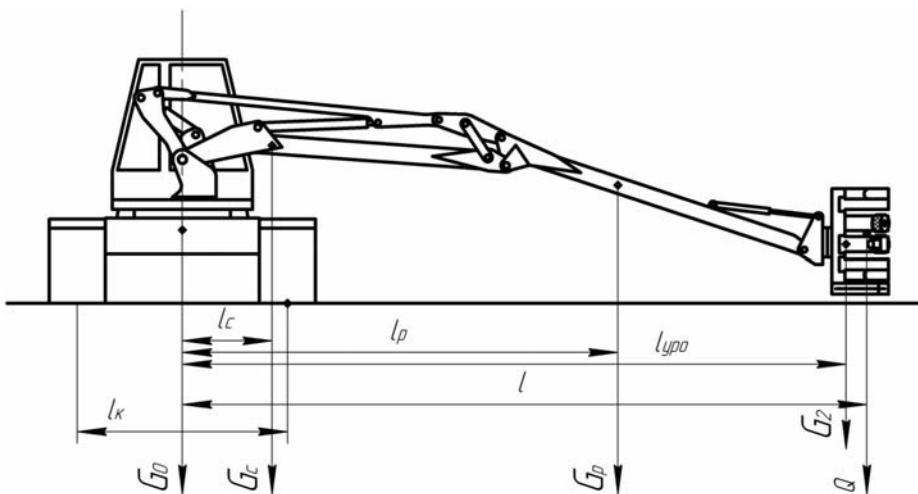


Рис. 4.14. Схема ЛТМ для расчета поперечной устойчивости

Опрокидывающий и стабилизирующий моменты, соответственно, определяются по формулам из рис. 4.14:

$$M_{\text{опр.}} = G_p \cdot \left( l_p - \frac{l_k}{2} \right) + G_2 \cdot \left( l_{\text{уро}} - \frac{l_k}{2} \right) + Q \cdot \left( l - \frac{l_k}{2} \right), \quad (4.28)$$

$$M_{\text{стаб.}} = G_c \cdot \left( l_c - \frac{l_k}{2} \right) + G_0 \cdot \frac{l_k}{2}, \quad (4.29)$$

где  $G_c$  — сила тяжести стрелы, Н;  $G_p$  — сила тяжести рукояти, Н;  $G_0$  — сила тяжести ЛТМ, Н;  $G_f$  — сила тяжести УРО, Н;  $Q$  — сила тяжести дерева, Н;  $l_c$  — расстояние от точки центра тяжести (ЦТ) машины до ЦТ стрелы, м;  $l_p$  — расстояние от точки центра тяжести (ЦТ) машины до ЦТ рукояти, м;  $l_k$  — колея, м;  $l$  — вылет манипулятора, м;  $l_{уро}$  — расстояние от точки центра тяжести (ЦТ) машины до ЦТ универсального рабочего органа, м.

#### 4.5. Максимальный рабочий продольный и поперечный углы для ЛТМ

Максимальный рабочий продольный и поперечный угол для ЛТМ обуславливается ее продольной и поперечной устойчивостью. При работе на уклонах удерживающие и опрокидывающие силы раскладываются на две составляющие, в результате чего образуются дополнительные опрокидывающие моменты. На рис. 4.15 приведена схема для расчета максимального рабочего продольного угла.

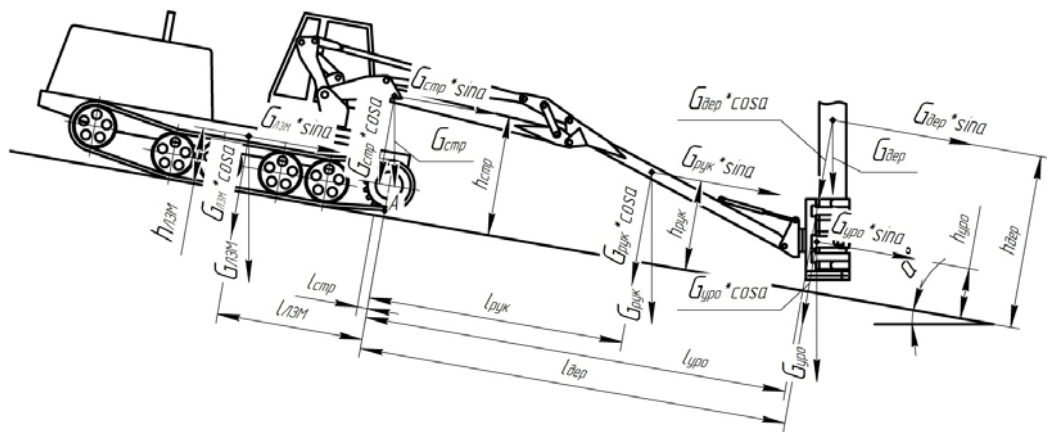


Рис. 4.15. Схема для расчета максимального рабочего продольного угла

Опрокидывающий и стабилизирующий моменты относительно точки А, соответственно, определяются по формулам из рис. 4.15:

$$M_{\text{опр.}} = G_{\text{лзм}} \cdot \sin\alpha \cdot h_{\text{лзм}} + G_{\text{стр}} \cdot \sin\alpha \cdot h_{\text{стр}} + G_{\text{рук}} \cdot \cos\alpha \cdot l_{\text{рук}} + \\ + G_{\text{рук}} \cdot \sin\alpha \cdot h_{\text{рук}} + G_{\text{уро}} \cdot \cos\alpha \cdot l_{\text{уро}} + G_{\text{дер}} \cdot \cos\alpha \cdot l_{\text{дер}} + \\ + G_{\text{уро}} \cdot \sin\alpha \cdot h_{\text{уро}} + G_{\text{дер}} \cdot \sin\alpha \cdot h_{\text{дер}}, \quad (4.30)$$

$$M_{\text{стаб.}} = G_{\text{лзм}} \cdot \cos\alpha \cdot l_{\text{лзм}} + G_{\text{стр}} \cdot \cos\alpha \cdot l_{\text{стр}}, \quad (4.31)$$

где  $G_{\text{стр}}$  — сила тяжести стрелы, Н;  $G_{\text{рук}}$  — сила тяжести рукояти, Н;  $G_{\text{лзм}}$  — сила тяжести ЛТМ, Н;  $G_{\text{уро}}$  — сила тяжести УРО, Н;  $G_{\text{дер}}$  — сила тяжести дерева, Н;  $l_{\text{рук}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ рукояти, м;  $l_{\text{уро}}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ универсального

рабочего органа, м;  $l_{дер}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ дерева, м;  $l_{ЛТМ}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ ЛТМ, м;  $l_{стр}$  — расстояние от точки опрокидывания до ЦТ стрелы, м;  $\alpha$  — продольный угол наклона, град;  $h_{ЛТМ}$  — высота до ЦТ ЛТМ, м;  $h_{стр}$  — высота до ЦТ стрелы, м;  $h_{рук}$  — высота до ЦТ рукояти, м;  $h_{уро}$  — высота до ЦТ универсального рабочего органа, м;  $h_{дер}$  — высота до ЦТ дерева, м.

Опрокидывание ЛТМ относительно точки А наступит, когда  $M_{опр.} > M_{стаб.}$ .

При работе машины на местности с продольным уклоном больше расчетного произойдет опрокидывание, что говорит о том, что максимальный рабочий продольный угол ограничивается тягово-цепными характеристиками.

На рис. 4.16 приведена схема для расчета максимального рабочего поперечного угла.

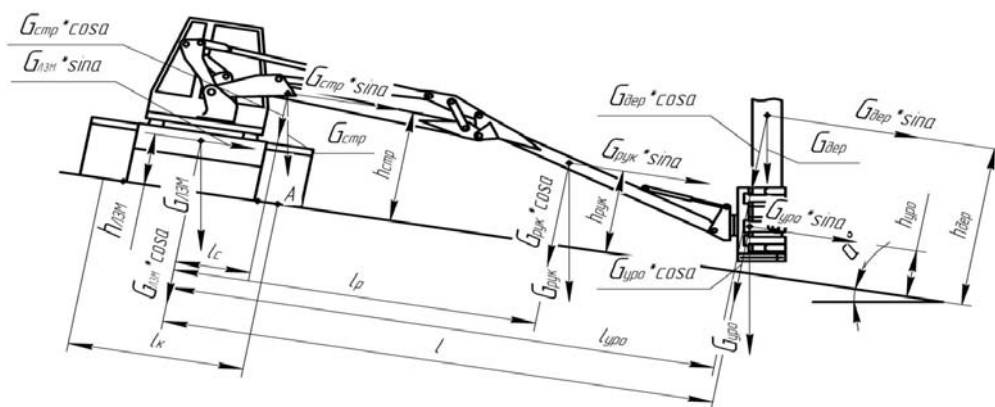


Рис. 4.16. Схема для расчета максимального рабочего поперечного угла

Опрокидывающий и стабилизирующий моменты относительно точки А, соответственно, определяются по формулам из рис. 4.16:

$$M_{опр.} = G_{ЛТМ} \cdot \sin\alpha \cdot h_{ЛТМ} + G_{стр} \cdot \sin\alpha \cdot h_{стр} + G_{рук} \cdot \cos\alpha \cdot \left(l_p - \frac{l_k}{2}\right) +$$

$$+ G_{рук} \cdot \sin\alpha \cdot h_{рук} + G_{уро} \cdot \cos\alpha \cdot \left(l_{уро} - \frac{l_k}{2}\right) + G_{дер} \cdot \cos\alpha \cdot \left(l - \frac{l_k}{2}\right) +$$

$$+ G_{уро} \cdot \sin\alpha \cdot h_{уро} + G_{дер} \cdot \sin\alpha \cdot h_{дер}, \quad (4.32)$$

$$M_{стаб.} = G_{ЛТМ} \cdot \cos\alpha \cdot \frac{l_k}{2} + G_{стр} \cdot \cos\alpha \cdot \left(\frac{l_k}{2} - l_c\right), \quad (4.33)$$

где  $G_{стр}$  — сила тяжести стрелы, Н;  $G_{рук}$  — сила тяжести рукояти, Н;  $G_{ЛТМ}$  — сила тяжести ЛТМ, Н;  $G_{уро}$  — сила тяжести УРО, Н;  $G_{дер}$  — сила тяжести дерева, Н;  $l_k$  — колея ЛТМ, м;  $l_{уро}$  — расстояние от ЦТ ЛТМ до ЦТ универсального рабочего органа, м;  $l$  — максимальный вылет манипу-



лятора, м;  $l_c$  — расстояние от ЦТ ЛТМ до ЦТ стрелы, м;  $l_p$  — расстояние от ЦТ ЛТМ до ЦТ рукояти, м;  $\alpha$  — продольный угол наклона;  $h_{ЛЭМ}$  — высота до ЦТ ЛТМ, м;  $h_{стр}$  — высота до ЦТ стрелы, м;  $h_{рук}$  — высота до ЦТ рукояти, м;  $h_{уро}$  — высота до ЦТ универсального рабочего органа, м;  $h_{дер}$  — высота до ЦТ дерева, м.

Опрокидывание ЛТМ относительно точки А наступит, когда  $M_{опр.} > M_{стаб.}$ .

Таким образом, при работе ЛТМ на максимальном вылете манипулятора на местности с поперечным уклоном больше расчетного произойдет опрокидывание.

#### 4.6. Расчет давления на грунт ходовой системы ЛТМ

Влияние ходовой системы на растительный слой определяется удельным давлением ЛТМ. Удельное давление на грунт — это отношение силы тяжести к площади, на которую эта сила прилагается. Удельное давление на грунт характеризует степень воздействия движителя на почву. Чем меньше удельное давление, тем меньше повреждается почва, происходит ее уплотнение, образование колеи. Для слабонесущих грунтов республики Коми удельное давление на грунт не должно превышать 50 кПа. Одним из способов уменьшения удельного давления на грунт для гусеничного движителя является использование широких гусеничных лент. Для разрабатываемой ЛТМ базовым трактором был выбран ТЛТ-100А-06, ширина гусеничной ленты которого составляет 640 мм.

Формула для расчета среднего удельного давления:

$$q_{ср} = \frac{G_{снар}}{S_{пов.}}, \quad (4.34)$$

где  $G_{снар}$  — сила тяжести снаряженной ЛТМ, 147715,4 Н;  $S_{пов.}$  — площадь опорной поверхности, м<sup>2</sup>.

Площадь опорной поверхности вычисляется по формуле:

$$S_{пов.} = 2 \cdot b \cdot L, \quad (4.35)$$

где  $b$  — ширина гусеничной ленты, 0,64 м;  $L$  — база ЛТМ, м.

База ЛТМ — расстояние между осями крайних катков балансиров.

Удельное давление на грунт должно находиться в пределах рекомендуемого значения.

#### Заключение

1. При выполнении НИР проведены теоретические (патентные) исследования конструкций ЛТМ, используемых при заготовке леса сортаментами на лесосеке, условия их эксплуатации и режимы работы.

2. Разработаны эксплуатационные и потребительские свойства к проектируемой ЛТМ (производительность, эффективность применения, экологичность, лесохозяйственные требования, тягово-скоростные, безопасность, маневренность, управляемость, плавность хода, проходимость, эргономичность).

3. Выполнен анализ общей компоновки ЛТМ, находящихся в эксплуатации, обновлен вариант общей компоновки ЛТМ.

4. Разработана методика расчета, подтверждающая работоспособность предложенного варианта общей компоновки ЛТМ.

#### **Библиографический список**

1. Кульминский, А. Ф. Совершенствование технологического процесса заготовки леса сортиментами для условий Республики Коми [Текст] / А. Ф. Кульминский // Актуальное направление научных исследований 21 века: теория и практика : сб. науч. тр. по материалам междунар. заочной науч.-практ. конф. — Воронеж, 2014. — № 2, ч. 2 (7—2). — С. 108—111.

2. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми [Текст] / Ю. А. Паутов [и др.] — Сыктывкар, 2004. — 18 с.

3. Кульминский, А. Ф. Технологическая машина для заготовки леса сортиментами на лесосеке [Текст] / А. Ф. Кульминский // Актуальные направления научных исследований 21 века: теория и практика : сб. науч. тр. по материалам междунар. заочной науч.-практ. конф. — Воронеж, 2014. — № 5, ч. 4 (10—4). — С. 175—178.

4. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкция, проектирование, расчет [текст] / В. С. Сюнев [и др.] — МЕТЛА НИИ леса Финляндии, 2011. — 143 с.

5. Экологическая эффективность трелевочных тракторов [Текст] / Г. М. Анисимов [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 2006. — 352 с.

6. Федоренчик, А. С. Харвестеры [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / А. С. Федоренчик, И. В. Турлай. — Минск : Изд-во БГТУ, 2002. — 172 с.

# РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АПК РЕСПУБЛИКИ КОМИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА НАДЕЖНОСТИ

Ответственные исполнители:

**Г. П. Шумилова,**

кандидат технических наук;

**М. Ю. Чукреев,**

кандидат технических наук

**Цель исследования.** Создание методических основ по обоснованию параметров систем централизованного энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей, с учетом фактора надежности их бесперебойного электроснабжения.

**Задачи исследования.** Разработка и совершенствование методов и соответствующих математических моделей решения задач оценки показателей балансовой надежности (ПБН) региональной электроэнергетической системы при краткосрочном планировании ее развития.

**Краткое содержание исследований.** Энергосистема Республики Коми осуществляет централизованное электроснабжение потребителей на территории Республики Коми, в том числе и аграрного сектора. Она объединяет электростанции, принадлежащие ПАО «Т Плюс», ООО «Воркутинские ТЭЦ», АО «Интер РАО — Электрогенерация», АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» и электрические сети ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МРСК Северо-Запада» и других субъектов электроэнергетики Республики Коми и функционирует как единый технологический комплекс, отвечающий требованиям надежности и безопасности.

Энергосистема Республики Коми входит в состав Объединенной энергосистемы Северо-Запада и находится в зоне диспетчерской ответственности Филиала ОАО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Северо-Запада». Она связана в единый территориальный комплекс, имеющий электрические связи с энергосистемами Архангельской области и Кировской области.

Энергосистема состоит из пяти энергорайонов: Воркутинского, Интинского, Печорского, Ухтинского и Южного, соединенных системообразующими воздушными линиями (ВЛ) 220 кВ протяженностью 930 км.

В 2016 г. планировалось выполнить обоснование и формирование спектра информационного обеспечения под задачи режимной и балансовой надежности региональных ЭЭС Северо-Восточной зоны европейской части Российской Федерации, работающих в составе ЭЭС России и изолировано (на примере Республики Коми и его Воркутинской территориальной зоны).

**Факторы, влияющие на показатели балансовой надежности региональной ЭЭС.** Применяемые в проектной практике математические модели определения показателей балансовой надежности сложных по своей конфигурации ЭЭС, включающих множество территориальных зон и связей между ними, отличаются повышенной сложностью. Причинами, усложняющими процесс определения показателей балансовой надежности сложных ЭЭС, являются необходимость учета:

– ограничений по пропускной способности связей, аварийных отказов отдельных линий электропередачи, трансформаторов и прочего оборудования;

– одновременности прохождения максимумов нагрузок отдельных территориальных зон и различия их характерных графиков;

– взаимоотношений, как технических, так и экономических, между субъектами рынка в территориальных зонах объединения ЭЭС;

– большого числа элементов расчетных схем надежности, а, следовательно, необходимости достаточно высоких затрат вычислительных мощностей ЭВМ, что ведет к увеличению времени счета.

В остальном на величины показателей балансовой надежности при управлении развитием многозонной ЭЭС влияют в основном те же факторы и случайные события, что и в концентрированной системе, а именно:

– располагаемые мощности отдельных территориальных зон и запасы пропускной способности связей между ними;

– структура генерирующих мощностей;

– плановые ремонты оборудования;

– графики изменения нагрузок территориальных зон в разрезе года и суток;

– снижение генерирующей мощности территориальных зон и запасов пропускных способностей связей между ними из-за аварийных повреждений агрегатов электростанций и линий электропередачи;

– нерегулярные колебания нагрузки и ошибки прогнозирования спроса потребителей.

**Оценка надежности выделенных территориальных зон Коми ЭЭС.** Определение показателей балансовой надежности проводилось на примере энергосистемы Республики Коми с использованием программного комплекса (ПК) «Орион-М», разработанном в ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН. В качестве исходных данных при обосновании средств обеспечения балансовой надежности использовалась информация, представленная филиалом АО «СО ЕЭС» РДУ Коми ЭЭС:

– расчетная схема (рисунок);

– территориальная принадлежность электрических станций, их установленная мощность, состав и тип генерирующего оборудования;

– ограничения месячной выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях;

– максимально допустимые перетоки (МДП) мощности по связям между концентрированными энергосистемами (зонами);

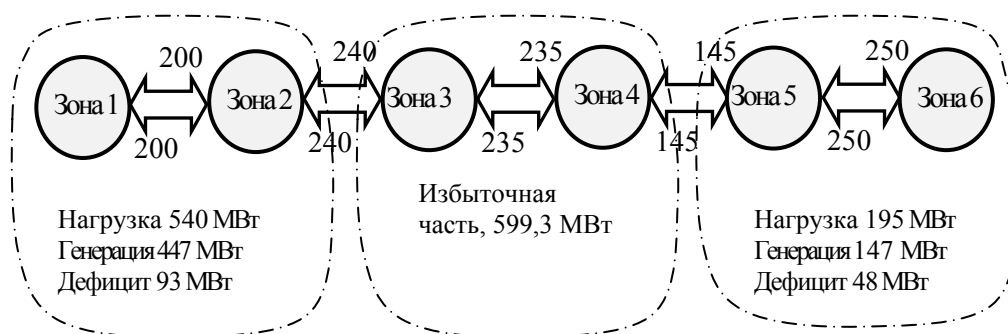
– объемы мощности генерирующего оборудования, выведенного в плановый ремонт (суммарно, без разделения по видам ремонтов);

– неплановые (аварийные) снижения мощности генерирующего оборудования;

– почасовое потребление активной нагрузки по всем суткам расчетного года.

Установленная мощность электростанций Коми энергосистемы на 01.01.2016 г. составляла 2048,1 МВт. Анализ баланса мощности показыва-

ет, что Коми ЭЭС является в целом избыточным энергообъединением. В то же время, если рассматривать определенные по условиям ограничения пропускной способности электрических связей концентрированных энергосистем (см. рисунок), можно констатировать возможность ее разделения на три части с точки зрения возможных проблем обеспечения надежности. Первая, дефицитная, включающая в себя территориальные зоны № 1 и 2 (Южный энергорайон, дефицит мощности 93 МВт), вторая, избыточная, включающая в себя концентрированные энергосистемы (зоны) 3 и 4 (Ухтинский и Печорский энергорайон, избытки мощности около 600 МВт) и третья — дефицитная, включающая в себя зоны № 5 и 6 (Интинский и Воркутинский энергорайон, дефицит мощности 48 МВт).



Расчетная схема энергосистемы Коми с позиций обоснования ПБН

В таблице представлены результаты расчетов вероятностных показателей балансовой надежности (исходного варианта и оптимальных при различных индексах нормирования) и представлении нагрузки декабрьским максимумом.

Результаты оценки показателей балансовой надежности зон № 2, 5 и 6 для различного представления режима электропотребления за 2016 г.

Характеристика варианта	Возможное уменьшение генерации, МВт	Показатели балансовой надежности		
		$J_{дi}$ , о. е.		
		2	5	6
1. Исходный	0	0,000564	0,000179	0,000179
2. Оптимальный $J_{дi} = 0,004$	200	0,003561	0,003425	0,003425
3. Оптимальный $J_{дi} = 0,001$	120	0,000998	0,000794	0,000794

Хорошо видно, что даже исходный вариант с запасом обеспечивает необходимый уровень надежности. Достижение индекса надежности  $J_{д} = 0,004$ , в зависимости от представления режима электропотребления, обеспечивается даже при сокращении на 200 МВт резерва мощности в избыточной части (строка 2, таблица). Достижение индекса надежности 0,001 обеспечивается при сокращении резерва мощности на 120 МВт (строка 3, таблица).

На примере Коми энергосистемы проведена серия расчетов по обоснованию влияния тех или иных факторов на показатели и средства обеспечения балансовой надежности. Показаны проблемы информационного обеспечения задачи оценки балансовой надежности как ЕЭС России, так и региональных ЭЭС и предложены первоочередные необходимые направления дальнейших исследований.

Проведенная серия расчетов программным комплексом показала состоятельность предложенных в нашей стране еще в прошлом столетии методических подходов к оценке показателей балансовой надежности ЭЭС. В то же время, изменившиеся социально-экономические условия развития страны и реформирование электроэнергетики требуют определенного их совершенствования в части информационного наполнения и сервисного обслуживания.

*Научное издание*

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ:  
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Сборник материалов научно-практической конференции  
по научной теме института «Разработка научных основ  
и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы  
Республики Коми на инновационную интенсивную модель  
расширенного воспроизводства на 2015—2020 годы»

---

Подписано в печать 12.10.17. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 6,8.  
Усл. печ. л. 7,0. Тираж 30. Заказ № 919.

---

Сыктывкарский лесной институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СЛИ)  
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39.  
[www.sli.komi.com](http://www.sli.komi.com). E-mail: [institut@sfi.komi.com](mailto:institut@sfi.komi.com).

---

Издано и отпечатано в СЛИ.