

На правах рукописи

**Холодков
Владимир Сергеевич**

**ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА ЛЕНИНГРАСКОЙ
ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность: 06.03.02. – «Лесоустройство и лесная таксация»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Санкт – Петербург - 2009

Работа выполнена на кафедре лесной таксации, лесоустройства и ГИС
Санкт – Петербургской государственной лесотехнической академии
имени С. М. Кирова

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
профессор Любимов Александр Владимирович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук
профессор Мартынов Алексей Николаевич

кандидат сельскохозяйственных наук
Пирогов Николай Александрович

Ведущая организация:
Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект»

Защита состоится « » февраля 2009 года в 11-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.220.02 при Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М.Кирова по адресу: 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский переулок, дом 5, Зал заседаний Ученого Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии имени С. М. Кирова.

Автореферат разослан « » января 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

Маркова И. А.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БД	База данных
ГИС	Географические информационные системы
ДМ	Дистанционные методы
ДТ	Древесное топливо
РДТ	Ресурсы древесного топлива
Кв.	Квартал
ЛО	Ленинградская область
ЛУГИС	Лесоустроительная ГИС
МО	Муниципальное образование
ФСЛХ	Федеральная служба лесного хозяйства
IUCN	Международный союз по охране природы
ХМАО	Ханты-Мансийский автономный округ
СВ	Сухое вещество
ТЭБ	Топливо-энергетический баланс
ТЭК	Топливо-энергетический комитет
ТЭР	Топливо-энергетические ресурсы
PLP	Петролеспро – информационная система лесных ресурсов
ЖКХ	Жилищно-коммунальное хозяйство

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Использование биотоплива даёт уникальную возможность частичного решения глобальных мировых проблем, к которым относятся недостаток энергии и энергоресурсов, ухудшение экологического состояния и изменение климата. Кроме того, использование возобновляемых источников энергии помогает частично решить экономические и социальные проблемы на региональном и национальном уровнях.

Актуальность исследуемых в данной диссертации вопросов заключается в их полном соответствии современной концепции устойчивого управления лесами [ФСЛХР, 1998], проекту новой концепции развития российского лесостроительства и новой лесоустроительной инструкции [ФСЛХ, 2008]. Тема исследования полностью соответствует лесной политике стран Совета Европы и, особенно, - практике многоцелевого использования ресурсов лесных экосистем [IUCN, 1996 -2008].

Цель работы состоит в разработке методов количественной оценки ресурсов древесного топлива субъекта федерации (на примере Ленинградской области) для его использования в энергетических целях.

Основные задачи исследования: 1. Анализ использования лесного фонда Ленинградской области (ЛО) для производства древесного топлива (ДТ). 2. Оценка современного состояния и определения потребностей ДТ для обеспечения муниципальных котельных ЛО. 3. Классификация и характеристика основных методик определения ресурсов ДТ. 4. Разработка методики оценки ресурсов ДТ на локальном, субрегиональном и региональном уровнях. 5. Оценка ресурсов ДТ и разработка рекомендаций по его использованию на долгосрочную перспективу, в соответствии со сценариями лесопользования и результатами долгосрочного прогнозирования.

Научная новизна полученных результатов состоит в том, что впервые произведена оценка лесного фонда региона как источника энергетических ресурсов для муниципальных котельных и предприятий по производству ДТ. Разработана методика оценки потенциала ДТ, позволяющая согласовать потребность в ДТ и объемы возможные к использованию ресурсов в пределах региона. Установлены природные и экономические факторы, влияющие на технологические цепочки производства ДТ. Произведён оптимальный топливно - энергетический баланс ДТ региона. Разработана методика оценки ресурсов ДТ при различных сценариях развития лесной промышленности в регионе.

Положения, выносимые на защиту:

- методика оценки потенциала древесного топлива, позволяющая согласовать потребность в древесном топливе и возможные к использованию объемы ресурсов ДТ в регионе;
- сортиментные и товарные таблицы для определения выхода ДТ из запасов растущего леса на локальном и субрегиональном уровнях;
- методы оценки ресурсов древесного топлива при различных вариантах развития лесного хозяйства в регионе на ближайшую и отдаленную перспективу;

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждается применением нормативных материалов, используемых предприятиями лесного комплекса в хозяйственной практике, данных мониторинга рыночных цен на ДТ, анализом использования различных видов топлив в муниципальных котельных ЛО, материалами лесоустройства. Расчеты выполнены с использованием стандартных пакетов программ, имеющихся на рынке программных продуктов.

Практическая значимость работы. С использованием полученных результатов были выполнены следующие проекты:

- «Исследование потенциала ежегодной гарантированной заготовки неликвидной древесины, торфа и использования отходов деревопереработки для производства топливной щепы и пеллет (брикетов) в Ленинградской области на период до 2020 года»;
- «Исследование потенциала ежегодной заготовки неликвидной древесины и дров для производства топливной щепы в Карельском регионе на период до 2035 года»;

- «Инновационные решения эффективного использования древесного топлива в Кондинском районе Ханты-Мансийского Автономного Округа (ХМАО)».

Личный вклад. Разработка плана диссертационного исследования, методики сбора и обработки исходных материалов, анализ результатов и разработка рекомендаций были выполнены лично автором.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования были опубликованы в 15 научных статьях, обсуждены и одобрены на 5 научно-практических конференциях, 4 семинарах и 15 рабочих встречах международного, национального и регионального уровней. Разработанные подходы к инвентаризации сырья для производства древесного топлива были одобрены **Правительством Ленинградской области в 2007 году** и приняты в качестве **методических рекомендаций**. С использованием разработанного научно-методического подхода Биоцентром были разработаны 3 проекта для таких субъектов федерации, как Ленинградская область, Республика Карелия и Кондинский район ХМАО.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем работы составляет 152 страниц, в том числе 17 таблиц и 12 рисунков. Библиографический список включает 120 наименований, в том числе - 15 наименований работ, опубликованных лично автором.

2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Анализ библиографии показывает, что использование низкосортной древесины и отходов лесозаготовок в качестве экологически безопасного топлива способствуют успешному решению стоящих перед российским лесным хозяйством задач. Данная проблема является важнейшей составляющей комплексного использования лесных ресурсов.

Характеристики и объемы энергетической древесины зависят от многих факторов. По мнению Пуллки [Пуллки. 2006] основными факторами являются: состав лесонасаждения (виды, возраст, качество) и применяемая технология заготовки леса.

Мировой опыт использования возобновляемых источников энергии, в частности лесных древесных ресурсов, показывает, что развитые лесопромышленные страны ведут активный поиск альтернатив ископаемым видам топлив. В настоящее время, нет точной статистики, но примерно 10-15% потребляемой в мире энергии приходится на биомассу [Хилринг. 2005].

Активно занимаются вопросами биоэнергетики и отдельные страны, в особенности государства Северной Европы: Финляндия, Швеция, Дания.

Из стран СНГ значительных успехов в использовании древесного топлива достигла Белоруссия, которая не имеет ископаемых энергоресурсов.

К 2025 г. в Финляндии поставлена цель, удвоить использование ВИЭ по сравнению с 1995 г. То есть доля ВИЭ в общем потреблении первичных энер-

гоносителей будет составлять около 30%, в том числе доля биомассы - порядка 27% [Холодков. 2008].

В Швеции получают больше энергии от ВИЭ, чем какая либо другая страна: около 40% от общей поставки энергии, составляющей 624 ТВтч. Из этой цифры, энергия биомассы составляет 62,7%. Доля потребления тепловой энергии, производимой из биотоплива в Швеции, составляет 21% [www.stem.se].

В Белоруссии, из 372 котельных Минжилкомхоза Минской области на древесное топливо переведены 237 [www.wood.ru].

В России отсутствует статистка о количестве используемого древесного топлива для производства энергии и эффективность использования древесины. Древесина никогда не исключалась из энергетического баланса страны, но доля древесного топлива, незначительна. В электроэнергетике России этот показатель не превышает 1%, а по производству тепловой энергии менее 5% [«Энергосовет». 2007]. По данным российских исследователей на Северо-Западе России имеются хорошие перспективы использования ДТ в энергоснабжении отдельных регионов [Алексеев, Черниховский, 2008; Соловьев, 2006; Холодков, 2002-2008; Ягодин, 2008 и др.].

По оценкам специалистов, сегодня на территории России существует ряд областей, где высока вероятность возникновения энергодефицита: Архангельская, Вологодская, Ленинградская, Московская, Новгородская, Нижегородская, Свердловская, Саратовская, Тюменская, Ульяновская и Челябинская области, Дагестан, Карелия, Коми, Краснодарский край, Пермский край, Тува и др. Ряд энергодефицитных регионов можно отнести с лесоизбыточным [Бенин. 2007].

Использование древесного топлива в коммунальных энергетических системах является актуальной для России. По оценкам Бенина [Бенин. 2007] на топливную щепу могут быть переведены 5008 угольных котельных, суммарная мощность которых составляет 10 016 МВт.

Согласно Хектору [Хектор. 1996], возрастающий спрос на древесную биомассу в качестве топлива создает необходимость создания модели расчета сырьевой базы. Оценка предложения древесины и спроса на нее, т.е. «баланса древесины» долгое время была сосредоточена на деловой древесине, т.е. пиловочнике и балансе. Древесному топливу придавалось небольшое значение, но в настоящее время интерес к использованию ДТ диктует новые требования к оценке лесных ресурсов.

Использование ДТ имеет ряд нерешённых проблем. Главная: нет единой принятой классификации и методики, на основании которой можно проводить оценку РДТ.

Для исследования экономической доступности древесной биомассы для производства топлива на уровне насаждения и на региональном уровне в Швеции учёными SLU (Шведский сельскохозяйственный университет) г. Упсала был разработан метод «Biosims». Цель этой работы исследование потенциала древесного топлива в Швеции до приблизительно 2020 года.

Метод использует данные Национальной лесной съемки (NFS) по насаждениям и пробным участкам. Представлен новый метод применения экологиче-

ских ограничений. Эти ограничения основаны на переменных, например, на классах почвы и растительности, а также данные NFS.

Исследование основывается на двух сценариях, относящихся к развитию Шведской лесной промышленности [Parikka. 1997].

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Программа исследования. Необходимость повышения качества информационного обслуживания пользователей лесохозяйственной и лесоустроительной информацией в целом и для планирования производства экологически безопасного древесного топлива в ЛО, заставила включить в программу исследования следующие задачи: 1. Составить физико - географическую характеристику региона исследования с оценкой современного состояния и динамики лесов региона, оценить возможную динамику лесопользования. 2. Проанализировать современное состояние использования топливных ресурсов. 3. Изучить и доработать методы оценки ресурсов древесного топлива. 4. Выполнить расчет и картографирование РДТ по лесхозам и административным районам региона. 5. Разработать рекомендации по размещению котельных на ДТ для территории Ленинградской области и обеспечению их ДТ на длительную перспективу.

Методика работ. При решении задач были использованы как традиционные, так и оригинальные методики исследования. В частности, при оценке современного состояния и динамики лесного фонда с прогнозом трендов на ближайшую и отдаленную перспективы использовались динамические и объемно-матричные модели. Для разработки методов оценки энергетического потенциала ДТ использовались методы математической статистики; при решении задач сортиментации растущей и заготовленной древесины – стандартные методы лесной таксации с внесением необходимых дополнений и изменений. При картографировании лесных ресурсов и РДТ применялся картографический метод исследования в виде программ оболочки профессиональной ГИС “MapInfo”. Доступность лесных ресурсов для производства РДТ оценивалась с использованием методов, принятых в экономике и лесоустройстве (ГИС). Использованные методики заложили основу достоверности полученных материалов.

Объем и характеристика исходных материалов. Для выполнения программы диссертационного исследования были использованы следующие исходные материалы:

- Постоянные и временные пробные площади многоцелевого назначения (194) и выделы уточненной (выборочной и сплошной перечислительной) таксации (156);
- Материалы отводов лесосек с оценкой соответствия результатов измерительно-глазомерной и выборочной перечислительной таксации за последний ревизионный период;
- Отчетные данные лесозаготовительных предприятий о количестве и качестве вырубленной древесины, а также о вывозке заготовленной древесины и ее раскрывке на нижних складах. Сравнение этих данных с лесо-

устроительными позволило оценить объемы потерь и отходов в технологической цепи лесозаготовок;

- Вся база картографических и атрибутивных данных, характеризующая лесной фонд Ленинградской области в виде WinGIS – PLP;
- Сведения о лесопильных и деревообрабатывающих производствах;
- Данные об уже существующих и проектируемых котельных на древесном топливе;
- Информация об административных районах Ленинградской области, наиболее перспективных для тепло- и энергоснабжения с использованием установок на древесном топливе;
- Результаты исследования спроса и предложения на различные виды древесного топлива в Ленинградской области, на Северо-Западе России и в зарубежных странах;

Оценка доступных для производства ДТ древесных ресурсов производилась с использованием поквартальных итогов и поведельной информации в виде БД «Петролеспро» (WinGis – PLP).

Оценка достоверности и точности исходных данных была проведена экспериментально, путем повторной таксации выделов с закладкой круговых реласкопических площадок и определения таксационных показателей элементов леса.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что изначальные объемы древостоев, полученные в процессе инвентаризации, в среднем были занижены на 15,2%. Соответствующая среднеквадратическая ошибка (СО) составила 16,2% для всех обследованных выделов с варьированием от 6 до 23% в разных лесхозах. Величины ошибок зависят от преобладающей породы. Как и для лесного фонда Новгородской области [Чистяков и др., 2003], для выделов с преобладанием сосны среднеквадратическая ошибка составила 13, в березняках - 15, в осинниках – 23. В ельниках наблюдалось отрицательное отклонение, равное 3%. Четко выражена тенденция к завышению объемов в редких и молодых насаждениях с меньшим объемом запаса древесины (в среднем на 14%) и занижения (до 30%) в высокополнотных насаждениях с большими запасами.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Общая площадь лесного фонда Ленинградской области составляет 6,03 млн. га, 5,7 млн. га из которых находятся на землях государственного лесного фонда. Запас древостоев лесного фонда по Ленинградской области и СПб составляет около 640 млн. м³. Запас наиболее ценной с потребительской точки зрения части лесного фонда - спелых и перестойных насаждений - составляет примерно 240 млн. м³ и имеет устойчивую тенденцию к постоянному накоплению.

В результате реорганизации прежних лесхозов, начавшейся в 2007 г. на базе 27 лесхозов, 10 сельских лесхозов, 5 парк-лесхозов, 2 учебно-опытных лесхозов и Сосновского ГОЛОХ организовано 18 лесничеств, в состав которых

включено от 2 до 7 бывших лесхозов. Площади сельских лесхозов были разделены и вошли в состав вновь образовавшихся лесничеств.

Расчетная лесосека по Ленинградской области утверждена в размере 9312,2 тыс. м³, в том числе по хвойному хозяйству в размере 4842,3 тыс. м³. Использование расчетной лесосеки по главному пользованию за 2006 год составило 55,0%. В среднегодовом объеме лесозаготовок за последние 5 лет – 6650,1 тыс. м³ ликвида, главное пользование занимает 78,2% (5199,1 тыс. м³), рубки ухода и прочие рубки – 21,8% (1451,0 тыс. м³).

На долю наиболее ценных хвойных пород приходится 45% этого объема. Сплошные рубки являются основным видом главного пользования лесом - с их помощью заготавливается до 85% древесины.

4.1. Характеристика энергетического хозяйства МО ЛО.

В ЛО имеются 534 муниципальных котельные. По данным комитета по ЖКХ и ТЭК Правительства ЛО большинство действующих котельных используют устаревшее котельное оборудование, сжигающих различные виды топлива с низкими технико-экономическими показателями, и в ряде случаев, выработавшее свой ресурс. Основная часть эксплуатируемых котельных введена в строй в 1950 - 70 гг. 249 котельных работают без химической водоочистки и деаэрации. Котельные мощностью до 5 Гкал/час работают с низким КПД с морально и физически изношенным вспомогательным оборудованием.

Производство энергии в муниципальных котельных Ленинградской области основывается на использовании ископаемых видов топлива (уголь, нефть и газ). Баланс ТЭР по муниципальным котельным ЛО представлен на рис. 1.

Потребление ископаемых видов топлив, древесного топлива и электрической энергии для производства тепла в муниципальных котельных ЛО в 2006 году представлены в табл. 4.1.

Анализ работы муниципальных котельных ЛО показывает, что преимущественное использование природного газа является оправданным по экономическим причинам, а перспективными для перевода на древесное топливо являются котельные, работающие на угле, мазуте, дизельном топливе, электричестве и сланце (26,17 %).

В настоящее время основными видами используемого древесного топлива для муниципальных котельных Ленинградской области является дрова – 26,066 тыс. м³ и топливная щепа из стволовой древесины – 15,12 тыс. м³. Как видно на рис. 1, в общем балансе топливно-энергетических ресурсов доля древесного топлива составляет менее 1%.

Всего на территории ЛО 14 муниципальных котельных, которые уже работают на древесном топливе. 177 котельных в настоящее время используют в качестве топлива мазут, уголь, дизельное топливо и электричество. Эти котельные можно рассматривать как перспективные для перевода на древесное топливо и для обеспечения этих котельных ДТ потребуется 800 тыс. м³ пл. древесины в год.

Расположение потенциальных потребителей ДТ - муниципальных котельных, работающих на ископаемых видах топлива и электричестве, по административным районам ЛО показано на рис. 2.

4.2. Методика определения возможностей производства и потребления ДТ в регионе

Оценка возможного потребления ДТ выполнена на основании анализа работы предприятий энергетического комплекса жилищно-коммунального хозяйства ЛО за 2006 год и оценки возможностей перевода котельных с ископаемых видов топлива на ДТ.

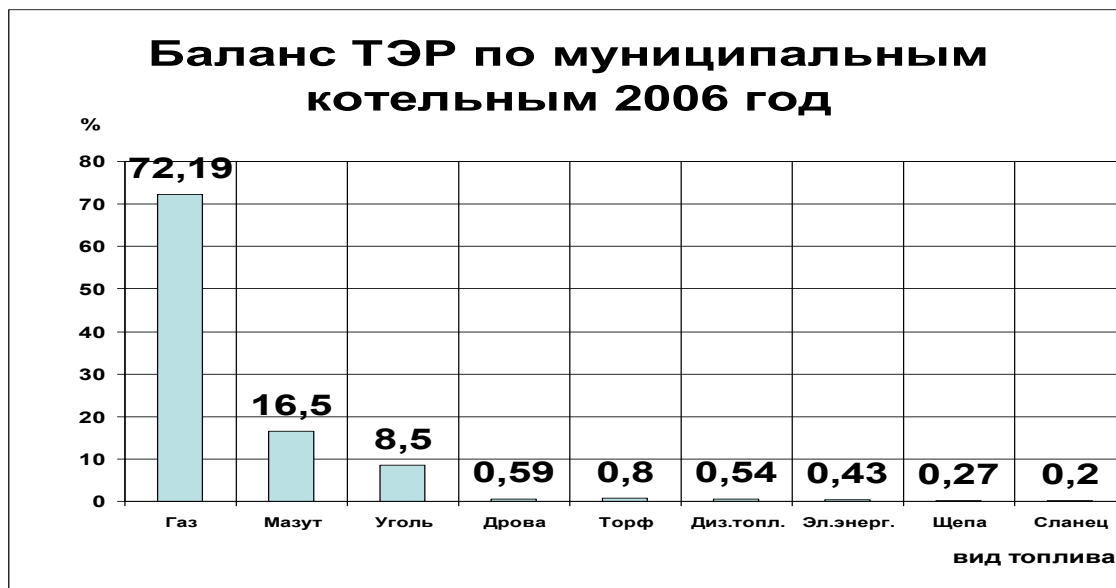


Рисунок 1. Баланс ТЭР по муниципальным котельным ЛО за 2006 год.

Таблица 4.1

Потребление видов топлива в муниципальных котельных ЛО за 2006 год.

Вид топлива	Мазут	Уголь	Диз. топливо	Эл. энергия	Сланец	Щепа	Дрова
Расход топлива	145076	148388,2	4567,1	45839,4	5792,0	15,12	26,066
	т.н.т.	т.н.т.	т.н.т.	тыс. квт	т.н.т.	тыс. м ³	тыс. м ³

т.н.т. – тонн натурального топлива

Задача исследования состояла в определении потенциала РДТ региона по административным районам и оценке перспективных возможностей использования ДТ в муниципальном секторе энергетики.

При оценке РДТ с учетом экологических ограничений был определен выход дровяной древесины, отходов и нестволовых фракций биомассы (сучьев, веток, хвои), пригодных для энергетических целей по основным видам и группам рубок и пересчете объемных единиц (метров кубических) в весовые (тонны и тонны сухого вещества).

Алгоритм работы по оценке РДТ состоял в:

- определении средних таксационных характеристик насаждений, проектируемых в рубки (характеристика лесосек);

- определении средних процентов выхода дровяной древесины и отходов при рубках главного пользования (товарной структуры эксплуатационного фонда);
- расчёте конверсионных коэффициентов насаждений, проектируемым в рубки, по средним таксационным характеристикам;

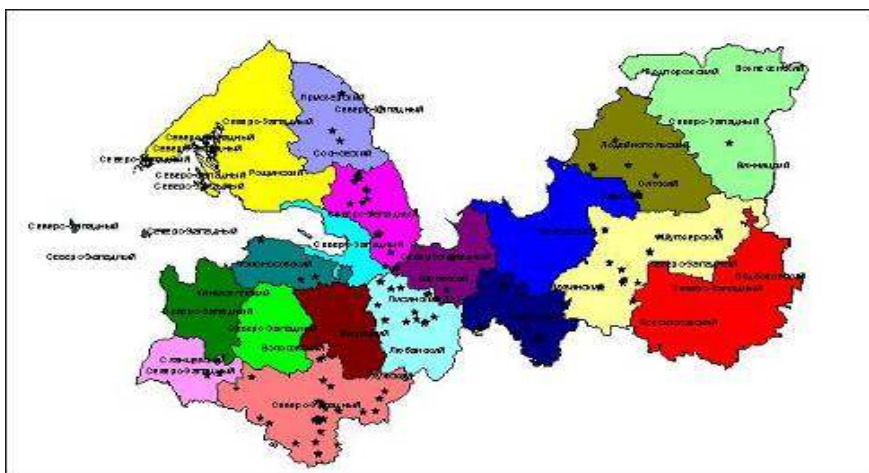


Рисунок 2. Распределение котельных по административным районам Ленинградской области.

- оценке возможного выхода РДТ при лесозаготовках;
- оценке крупного древесного детрита (сухостоя, валежа) в выделах, затронутых рубками.

Для оценки РДТ использовали геоинформационные базы данных лесоустройства, сведения о лесозаготовках (формы ежегодной отчётности №2-лх). При обработке применяли систему обработки лесоустроительной информации «ЛУГИС», MS Excel, ГИС MapInfo.

При рубках главного пользования, в первую очередь, оценивали выход дров из вырубаемой части древостоев, согласно товарной структуре эксплуатационного фонда, а также запасы сучьев и хвои.

При рубках промежуточного пользования оценивали выход частей биомассы вырубемого запаса – стволов, сучьев, хвои.

4.3. Методика определения запасов дровяной и неликвидной древесины при рубках главного пользования

Потенциальный выход дровяной древесины и отходов раскряжевки (коры и вершинок) при рубках главного пользования определяли на основе товарной структуры эксплуатационного фонда и по данным ежегодной отчетности (Ф №2-лх). Товарная структура насаждений бывших лесхозов определялась на основе обработки повидельных баз данных лесоустройства с помощью типовых запросов, используемых при лесоустроительных расчетах. Для определения товарных характеристик насаждений использовались модифицированные региональные товарные таблицы [Мошкалев А.Г. и др. 1984] и вновь созданные автором товарные таблицы (табл. 4.2), содержащие сведения не только о дровяной древесине, но и о всей биомассе деревьев, пригодной для производства

древесного топлива, включая пеллеты. Товарные таблицы введены в систему обработки повыведельной информации WinPLP в форме цифровых справочников.

После получения таблиц абсолютных значений запасов дров и отходов в целом по лесхозу (при условии полного освоении эксплуатационного фонда), определяют средние относительные значения процентов дров и отходов по бывшим лесхозам, а также проценты выхода ликвидной и деловой древесины для бывших лесхозов. В качестве примера показан расчет по Бокситогорскому лесхозу (табл. 4.3).

Для определения количества нестволовых фракций (ветвей и хвои), а также для перевода объемных мер в весовые использовали конверсионные коэффициенты [Замолотчиков, Уткин. 2005; Гитарский. 2007].

Конверсионные коэффициенты позволяют на основе данных о запасах стволовой древесины (в м³) рассчитывать как общий объем биомассы, так и объемы отдельных фракций (пней, корней, сучьев, хвои или листвы) в тоннах абсолютно сухого вещества [Замолотчиков, Уткин. 2005, Гитарский. 2007].

Прогноз динамики лесопользования и получения топливных ресурсов может основываться на разных подходах [Сидоренко. 2005]. Например, баланс цен на древесное и традиционное топливо, динамика породного и возрастного состава лесов, изменение спроса на разные виды древесных ресурсов (балансы, строевой лес и пр.). Для определения ресурсов неликвидной древесины по районам Ленинградской области выбран подход, предложенный группой российско-финских специалистов, выполнявших оценку топливных ресурсов субъектов федерации [Karjalainen T., Gerasimov Y. 2006].

Таблица 4.2

Товарная таблица для древостоев ели Ленинградской области с выходом топливного сырья (Разряд товарности – 1)

Средн. диаметр	Средн. высота	Энергетическое сырьё				Отходы
		др. техн.	др. отоп.	пеллетн. сырьё	щепа	
1	2	9	10	11	12	8
16	12	1	3	54	12	7
	16	3	3	50	11	8
	20	3	2	47	9	6
18	12	4	3	47	12	9
	16	3	3	45	11	8
	20	3	2	41	10	6
20	12	4	2	42	11	8
	16	3	2	39	10	6
	20	3	2	36	9	6
22	24	2	2	36	8	5
	16	3	2	33	10	5
	20	3	2	31	9	5

Таблица 4.3

Определение средних значений процентов дров, отходов, ликвидной и деловой древесины по Бокситогорскому лесхозу.

	Корневой	Дрова для переработки	Дрова для топлива	Деловой	Ликвид	Отходы
Всего по лесхозу, тыс. м ³	9731.96	1266.2	1524.27	6137.7	8922.15	809.81
%		14.19	17.08	63.01	91.68	8.32
По хвойным, тыс. м ³	2900.03	215.05	210.14	2223.24	2648.41	251.61
%		8.12	7.93	76.66	91.32	8.68
По лиственным, тыс. м ³	6831.93	1051.15	1314.13	3908.46	6273.74	558.2
%		16.75	20.95	57.21	91.83	8.17

Рассматривается три возможных сценария получения топливной древесины от лесохозяйственной деятельности – “актуальный” (на основе фактических объемов лесозаготовки), ”возможный” (полное использование расчетной лесосеки главного пользования и выполнение промежуточного на прежнем уровне), и ”потенциальный” (использование полной расчетной лесосеки главного и промежуточного пользования).

РДТ от рубок главного и промежуточного пользования, определенные с учетом экологических ограничений согласно возможным сценариям лесопользования, приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4.

Ресурсы древесного топлива ЛО, рассчитанные с использованием сценариев лесопользования

Сценарии	Энергетическая древесина от рубок главного пользования, тыс. тонн СВ	Всего отходы рубок промежуточного пользования, тыс. тонн СВ	Отходы рубок прочего пользования, тыс. тонн СВ	Всего энергетической древесины, тыс. тонн СВ
«Потенциальный»	2164.26	486.04	463.77	3114.07
«Возможный»	2164.26	295.41	463.77	2923.44
«Актуальный»	1193.78	295.41	463.77	1952.96

Кроме рубок главного и промежуточного пользования источниками неликвидной древесины могут служить прочие рубки – санитарные, рубки в полосах отчуждения дорог, трасс, прорубка и прочистка просек, объектов лесной инфраструктуры. Но проектирование подобных рубок на долгосрочный период невозможно – они назначаются по факту с учетом состояния насаждений и потребностей в их проведении.

Районирование территории по ресурсам древесного топлива

Для проектирования заготовки неликвидной древесины составлен набор тематических карт, отражающих распределение лесных ресурсов по территории (административные районы, лесхозы), проектируемые объемы лесопользования по главному и промежуточному пользованию, выход неликвидной и дровяной древесины. Инструменты ГИС-технологий позволяют выполнять пространственный анализ распределения ресурсов с целью принятия управленческих решений.

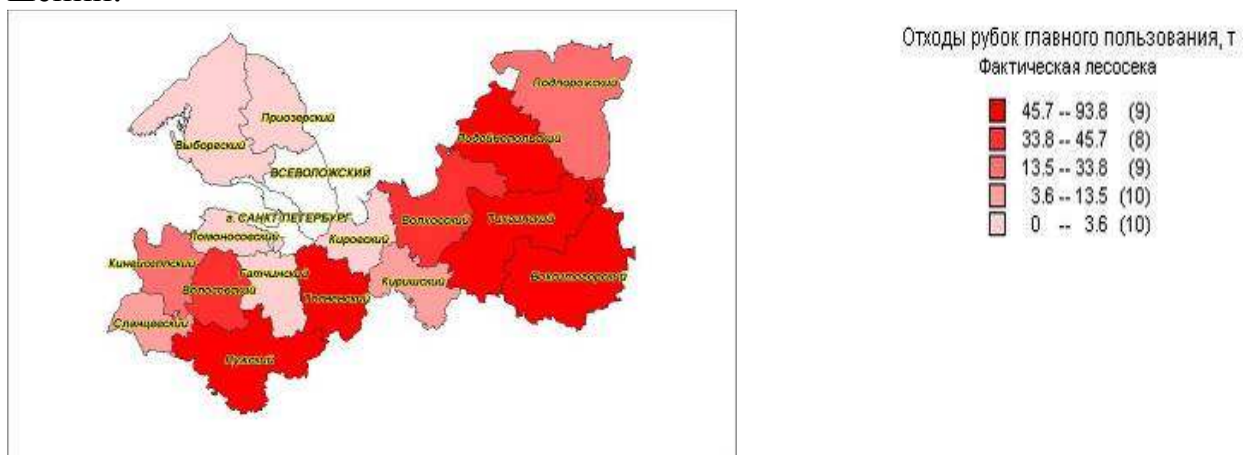


Рисунок 4.7. Ресурсы рубок главного пользования по фактическому выполнению в 2006, тыс. тонн СВ.

5. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА МОДЕЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ.

Решение задач данного исследования базировалось на моделировании объектов и процессов в пространстве и времени с помощью математико-статистических методов и картографического метода исследования, одним из проявлений которого являются ГИС.



Рисунок 4.8. Ресурсы рубок промежуточного пользования по фактическому выполнению в 2006, тыс. тонн СВ.

Для моделирования лесного фонда Ленинградской области была использована оболочка профессиональной ГИС «MapInfo-7.5». Выбранная ГИС дает возможность картографировать и анализировать все объекты и процессы лесохозяйственного производства и лесозаготовок, включая лесовыращивание, охрану лесов от пожаров, динамику энтомовредителей и болезней, объемы тематической ресурсной древесины, незаконных рубок и ущерб, вследствие естественных причин (буреломов, ветровалов, снеголомов, ожеледей и мн.др.).

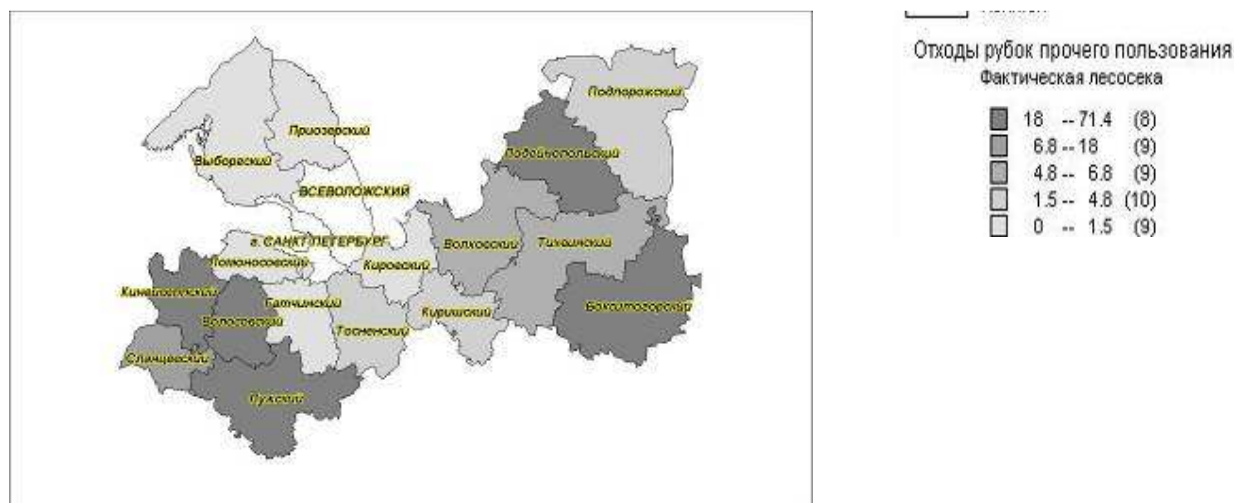


Рисунок 4.9. Ресурсы рубок прочего пользования по фактическому выполнению в 2006, тыс. тонн СВ.

Создаваемая в результате проработки программы диссертационного исследования ГИС базируется на использовании электронной государственной топографической карты-основы Ленинградской области, выполненной в М 1:200000. Карта состоит из стандартного набора картографических слоев, зарегистрированных в системе географических (Пулково-42) и геодезических координат.

Исходная версия топокарты-основы, составленная по материалам почти 20-летней давности, была исправлена (приведена к современному состоянию по материалам атласов Ленинградской области и отдельных административных районов, опубликованных в 2002-2007 гг.). Оцифровка и редактирование карты производилось встроенными в программу ГИС средствами.

В результате доработки были получены следующие актуализированные слои:

- Административная граница области;
- Гидрографическая сеть;
- Причалы, пристани и порты, которые можно использовать для обслуживания лесного хозяйства и лесозаготовок;
- Дороги автомобильные общего пользования (проселочные, грунтовые улучшенные, шоссейные);
- Дороги автомобильные специального назначения (лесохозяйственные, лесовозные и др.);
- Дороги железные (узко- и ширококолейные);

- Станции и остановочные пункты, пригодные для выполнения погрузо-разгрузочных работ с заготовленной древесиной и лесоматериалами;
- Населенные пункты, как совокупность точечных (геометрический центр) и площадных объектов;
- Рельеф (горизонтали с 20-метровым сечением местности);
- Избыточно-увлажненные территории (торфяники и болота);
- Размещение котельных, работающих на древесном топливе;
- Размещение нижних складов крупных и средних лесозаготовительных предприятий с концентрацией древесных отходов;
- Размещение проектируемых котельных на древесном топливе;
- Существующие и проектируемые предприятия по производству древесного топлива;
- Трассы нефтегазопроводов и др. информация;

Атрибутивные базы создаваемой ГИС составлены из лесоустроительной информации разной степени обобщения. Так, для масштабов мельче 1:200000 в качестве атрибутивных данных были использованы формы 1 и 2 ЛХ. Для карт в масштабе 1:200000 – 1:100000 - поквартальные итоги, характеризующие распределение лесного фонда по категориям земель и распределение площадей и запасов по классам и группам возраста.

В качестве лесной тематической информации созданы такие картографические слои, как: границы лесхозов, лесничеств, кварталов и выделов; арендованные участки лесного фонда; особо охраняемые природные территории и особо защитные участки; спелые и перестойные насаждения; а также эксплуатационный фонд.

Особенно ценной и трудоемкой является работа по созданию повыведельной базы картографических и атрибутивных данных на лесничества Ленинградской области. Повыведельная карта является наглядным примером, иллюстрирующим возможности многоцелевого использования топографической карты-основы М 1:200000 (рис. 5.1).

Высокая точность привязки карты-основы к системе географических координат резко снижает трудоемкость регистрации лесоустроительных планшетов М 1:10000 или планов лесонасаждений М 1:25000 в границах соответствующего лесхоза. Лесоустроительный планшет или повыведельный план лесонасаждений становятся «встроенными» в топографическую основу, приобретая все свойства топографической карты и сохраняя информационную нагрузку плана лесонасаждений.

Таким образом, заказчик получил универсальное средство производства математико-статистического анализа пространственно определенных характеристик сырьевых ресурсов для производства древесного топлива.

6. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

6.1. Оценка ресурсов древесного топлива на региональном уровне.

6.1.1. Оценка ресурсов древесного топлива на региональном уровне традиционными способами

Для предварительной оценки ресурсов древесного топлива крупных территорий ранее изложенный способ неприменим по причинам трудоёмкости и экономической нецелесообразности таких работ.

Обобщенные сведения о лесных экосистемах территории (материалы дистанционного зондирования, учет лесного фонда, расчетная лесосека) позволяют судить о лесных ресурсах, размерах лесопользования, запасах древесины, типах лесорастительных условий, но не дают представления о пространственных характеристиках мест рубок и режиме лесопользования (размещении особо охраняемых природных территорий, особо защитных участков, категориях защитных лесов, расположении, форме и транспортной доступности делянок).

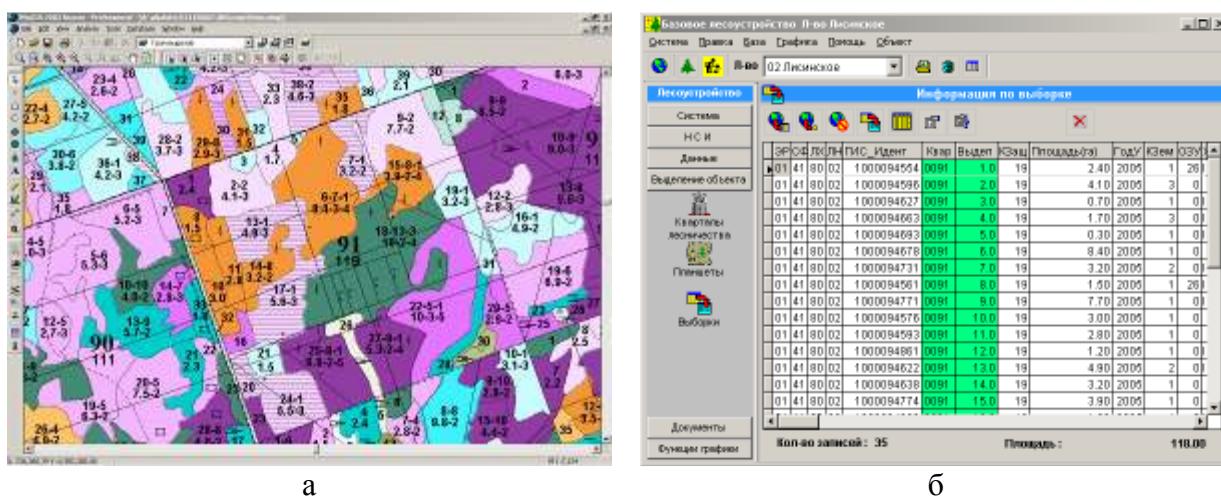


Рис.6.1. Представление информации в ГИС лесоустройства:

а – фрагмент электронного плана лесонасаждений, окрашенного по преобладающим породам и группам возраста, б – атрибутивная база данных.

Таблицы товарной и сортиментной структуры эксплуатационного фонда, прилагаемые к лесохозяйственным регламентам, позволяют предварительно оценивать выход дров и отходов при рубках спелых и перестойных насаждений. Но эти оценки будут справедливы только отчасти – эксплуатационный фонд за ревизионный период осваивается не полностью, а в пределах расчетной лесосеки.

Данные об использовании расчётной лесосеки, позволяют определить реальные РДТ исследуемого региона. С учётом того, что изменение объёмов лесозаготовок в меньшую сторону экономически нецелесообразно, а увеличение объёмов требует значительных инвестиций, то на среднесрочную перспективу значительных изменений в использовании расчётной лесосеки не прогнозируется.

6.1.2. Оценка РДТ с использованием математико-статистического и матричного моделирования

В матричной модели лесной фонд может быть представлен или в целом, или в виде важнейших для конкретного исследования ресурсов (пиловочника, балансов, сырья для древесного топлива и др.) с распределением площадей, отнесенных к определенному типу леса по классам возраста и запаса. Подобная матрица составляется на каждый тип леса [Paivinen et al., 2005].

В данной работе были просчитаны **4 сценария** развития ресурсов древесного топлива на территории исследованного региона части Ленинградской области до 2060 года по универсальной программе:

- 1) в соответствии с таблицами хода роста, «табличный»;
- 2) как продолжение существующей практики;
- 3) максимальное использование прироста без изменения существующих показателей лесного фонда;
- 4) щадящий режим пользования лесными ресурсами; режим хозяйства, направленный на сохранение и улучшение окружающей среды.

В настоящий момент в лесном фонде Ленинградской области преобладают спелые, перестойные и средневозрастные насаждения. Они занимают более 60% площади лесов и представлены всеми преобладающими породами, в том числе и сосняками и ельниками. Основные перестойные насаждения исследованной части Ленинградской области представлены осинниками и, в труднодоступных частях северо-востока области – березняками. Это создает хорошую базу для производства древесного топлива из древесины малоценных пород.

Наиболее благоприятное для РДТ положение складывается в осинниках и березняках нормальной и повышенной производительности. К 2060 г. произойдет резкое накопление спелых и перестойных березняков с увеличением среднего возраста с 50 лет до 75 - 80.

Особый интерес представляют результаты расчета объемов сырья для производства древесного топлива по последней, (четвертой) версии. Результаты расчета показывают, что экологически обоснованный сценарий позволяет полностью обеспечить объем заготовки РДТ на уровне 2,8 млн. м³ в год на протяжении всего расчетного периода.

Детальная характеристика количества сырья для производства древесного топлива приведена в проекте «Исследование потенциала ежегодной гарантированной заготовки неликвидной древесины, торфа и использования отходов деревопереработки для производства топливной щепы и пеллет (брикетов) в Ленинградской области на период до 2020 года», 2007 г.

Полученные в результате расчетов данные могут быть использованы представителями властных структур региона и страны для разработки сбалансированной с государственной региональной политики в области лесного хозяйства и лесного комплекса в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Основными объектами получения ДТ для снабжения муниципальных котельных и других потребителей являются как лесной фонд субъекта федерации, так и предприятия лесного комплекса (лесозаготовительные, деревообрабатывающие и, в отдельных случаях, целлюлозно-бумажные);
2. Главным условием при планировании перевода котельных и других потребителей с ископаемых видов топлива на ДТ является наличие топлива и его доступность. При планировании внедрения крупных биоэнергетических мощностей важнейшей задачей является оптимизация спроса и предложения на ДТ в регионе.
3. Для информационного обеспечения перевода потребителей на ДТ в процессе данного исследования были разработаны и апробированы методы оценки древесных ресурсов – сырья для производства ДТ. Рекомендуется производить учет древесных ресурсов на локальном, субрегиональном и региональном уровне (на уровне субъекта федерации). При этом предлагается использовать математико-статистические модели, алгоритмы расчета и совокупности модифицированных методов, традиционно применяемых в лесной таксации для работы с отдельными деревьями, их частями, элементами леса и насаждениями;
4. Для оценки РДТ на региональном уровне были использованы модели расчёта, для которых в качестве входных данных были использованы доступные источники информации. В качестве таких данных, для исследования РДТ региона предлагается использовать информацию, заключённую в формах государственного статистического наблюдения по лесному хозяйству № 2-лх, а также данные периодической инвентаризации лесного фонда, находящиеся в базах данных ближайшего лесоустроительного предприятия.
5. В качестве инструмента для разработки прогнозов обеспечения ДТ субъекта федерации на длительную перспективу рекомендована апробированная при выполнении данного исследования математико-статистическая матричная модель динамики ресурсов ДТ по группам пород, классам возраста и производительности (по группам классов бонитета);
6. На субрегиональном уровне (арендованный участок, лесничество, группа лесничеств) целесообразно применять алгоритм расчетов, основанный на использовании лесоустроительной информации и совокупности переводных коэффициентов и индексов, разрабатываемых для каждого объекта проектирования;
7. Информационное обеспечение учета РДТ на локальном уровне (отдельное насаждение, делянка, группа делянок) рекомендуется производить с использованием традиционных методов лесной таксации. Выход РДТ определяется с помощью разработанных в процессе данного исследования сортиментных и товарных таблиц;
8. Результаты исследования показывают, что универсальным инструментом для комплексной оценки РДТ и, главное, их доступности являются геогра-

фические информационные системы, которые позволяют решить практически все задачи, связанные и с РДТ, и с размещением их потребителей;

9. В диссертации разработана основа ГИС «Лесные и биотопливные ресурсы Ленинградской области», предоставляющая возможность реализации картографического метода исследования любых частей Ленинградской области и региона в целом;
10. По результатам исследования составлен проект размещения 177 новых муниципальных котельных на ДТ с оценкой надежности их обеспечения топливом на длительную перспективу;
11. При исследовании лесного фонда ЛО рассчитаны РДТ по административным районам ЛО. Они составляют 3905,92 тыс. м³ (1952,96 тыс. т) энергетической древесины. Основным источником энергетической древесины являются рубки главного пользования – 2387,56 тыс. м³ (1193,78 тыс. тонн СВ), что составляет 61,15% от всех рубок. Энергетическая древесина от рубок промежуточного пользования составляет 590,82 тыс. м³ (295,41 тыс. тонн СВ), что составляет 15,1%, и от рубок прочего пользования 927,54 тыс. м³ (463,77 тыс. тонн СВ), что составляет 23,75%.
12. Наибольшие РДТ от рубок сосредоточены в Бокситогорском - 490,38 тыс. м³ (245,19 тыс. тонн СВ) – 12,56%, Выборгском - 535,26 тыс. м³ (267,63 тыс. тонн СВ) – 13,71, Подпорожском - 534,18 тыс. м³ (267,09 тыс. т) - 13,68%, и Тихвинском районах – 447,36 тыс. м³ (223,68 тыс. тонн СВ) – 11,46%. В этих районах можно планировать значительные по мощности биоэнергетические проекты.
13. При оценке муниципальных котельных ЛО, были определены перспективные предприятия (12 – первой очереди) для перевода с ископаемых видов топлива на ДТ.
14. Полученные результаты могут быть использованы во всех субъектах федерации «большого» Северо-запада и других регионов, о чем свидетельствуют материалы проработанных Биоцентром проектов для Ленинградской области, республики Карелия и Кондинского района ХМАО;

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Холодков В. С. Опыт перевода котельной на биотопливо. Журнал «Лес-ПромИнформ», № 8 июнь 2003, с. 21-22.
2. Холодков В. С., Сендецкий В. Ф. Биотопливо. Журнал «ПРО лес» № 6, 2003. С. 31-32.
3. Холодков В. С., Рогозин А.Ф. Перспективное решение. Получение щепы из отходов лесозаготовок, возникающих при разрубке линий электропередач, газопроводов и других коммуникаций. Журнал «Биоэнергетика» № 1, декабрь 2005. С. 14-17.
4. Холодков В. С. Статья «Использование древесной биомассы в биоэнергетических проектах северо-западного региона Российской Федерации» В

- сб. «Возобновляемая энергетика для Северо-запада России. Ресурсы и перспективы». СПб. «Друзья Балтики», 2005. С. 22-28.
5. Холодков В. С., Штерн Т. Анализ развития биоэнергетики в северо-западном регионе Российской Федерации. Шведско-российское сотрудничество. Журнал «ПРОлес» №1, январь 2006. С. 76-94.
 6. Холодков В. С., Романюк Б. Д. и др. «Возможности производства и использования биотоплива на основе оценки лесосырьевой базы предприятия (на примере Лисинского лесхоз-техникума). Материалы международной конференция «Биоэнергетика 2005. Устойчивое развитие биоэнергетики в соответствии с требованиями Киотского протокола». В. Новгород. 16-17 июня 2005. С. 18-28.
 7. Холодков В. С. Производство древесного топлива, интегрированное в лесозаготовительные технологии. Научно-технический прогресс в лесном хозяйстве, охране природы и ландшафтном строительстве. Сборник статей сотрудников лесохозяйственного факультета, аспирантов, соискателей и студентов по итогам законченных научно-исследовательских работ (под общей редакцией А. А. Селиванова и В. И. Архипова). СПбГЛТА, : СПб, 2007 г. С. 51-62.
 8. Холодков В. С. Оценка ресурсов древесного топлива с применением различных классификаций. Научно-технический прогресс в лесном хозяйстве, охране природы и ландшафтном строительстве. Сборник статей сотрудников лесохозяйственного факультета, аспирантов, соискателей и студентов по итогам законченных научно-исследовательских работ. (Под общей редакцией д.э.н. А. Самедова). СПбГЛТА, : СПб, 2007 г. С. 78-87.
 9. Холодков В. С., Орленева Е.И. Развитие биоэнергетики и лесного фермерства в Финляндии. Журнал «Биоэнергетика» №2, 2008 г. с. 88-95.
 10. Холодков В. С., Орленева Е.И. Развитие биоэнергетики и лесного фермерства в Швеции. Журнал «Биоэнергетика» №2, 2008 г. с. 96-105.
 11. Холодков В. С., Орленева Е.И. Развитие биоэнергетики и лесного фермерства в Австрии. Журнал «Биоэнергетика» №2, 2008 г. с. 106-115.
 12. Холодков В. С., Орленева Е.И. Развитие биоэнергетики и лесного фермерства в США. Журнал «Биоэнергетика» №2, 2008 г. с. 116-128.
 13. Холодков В. С. Третья глава. Разделы 3.2.3, 3.6.1-3.6.3. Четвёртая глава. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / Под ред. Ю.П. Семёнова.-М.: ГОУ ВПО МГУЛ. 2008. – 348 с.: ил.
 14. Холодков В. С. **Определение ресурсов древесного топлива, образующихся при рубках главного пользования. Вестник МАНЭБ Том. 13, № 2. СПб. СПбГЛТА. 2008. С. 63-67.**
 15. Холодков В. С. **Природоохранное планирование на территории Лисинского лесхоза-техникума. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 183. СПб.: СПбГЛТА, 2008. С. 82-88.**

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, Лесотехническая академия, Ученому секретарю диссертационного совета.