

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт медицины, экологии и физической культуры
Экологический факультет
Кафедра лесного хозяйства

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине:

«Многоцелевое лесопользование»

на тему:

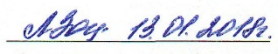
«ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК В КУЗОВАТОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

Студент: Забиров В.Э.
2 курс, направление подготовки
35.04.01 Лесное дело
(уровень магистратуры)

 29.12.2017
(подпись, дата)


(оценка)

Научный руководитель:
к.э.н., доцент Загидуллина Л.И.


(подпись, дата)

Ульяновск, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА	4
1.1 Направления использования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок	4
1.2 Характеристика и способы определения объемов мягколиственной, низкосортной древесины и отходов лесозаготовок	12
2 АНАЛИЗ ЛЕСНОГО ФОНДА И ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ КУЗОВАТОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА	20
2.1 Характеристика территории, природных и экономических условий лесничества	20
2.2 Оценка неиспользованных запасов лесного фонда и отходов лесозаготовок	24
3 ПРОЕКТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В КУЗОВАТОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ	28
3.1 Технология заготовки древесины и производства технологической щепы на лесосеке	28
3.2 Технология производства арболита	37
3.3 Экономическое обоснование проектируемых мероприятий	39
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45

ВВЕДЕНИЕ

Общая площадь лесов России - около 1,2 млрд. га, запас древесины составляет порядка 83,4 млрд. м³. На долю низкокачественных мягколиственных деревьев приходится около 20% , или чуть больше 16,5 млрд. м³. Кроме того, при переработке древесины ежегодно остается 300-400 млн. м³ отходов. В итоге в общем объеме лесозаготовки низкосортная древесина вместе с лесосечными отходами и отходами лесопереработки составляет около 48%. Таким образом, имеется значительный объем древесной биомассы, который в настоящее время не используется и является значительным резервом повышения интенсификации лесной отрасли.

Разработка новых технических и технологических решений в области лесозаготовительного производства является весьма актуальной задачей в решении поставленной проблемы.

В связи с этим выбранная тема курсового проекта является актуальной.

Цель исследования заключается в разработке проекта интенсификации использования мягколиственных пород, низкосортной древесины и лесосечных отходов в Кузоватовском лесничестве Ульяновской области.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить направления использования мягколиственной и низкотоварной древесины;
- рассчитать объем выхода товарной мягколиственной древесины и образования отходов лесозаготовок;
- разработать технологию получения технологической щепы из отходов лесозаготовок и мягколиственной древесины на лесосеке с последующим ее использованием для изготовления арболитовых блоков;
- рассчитать экономическую эффективность проектируемых мероприятий.

Объектом исследования выбрано Кузоватовское лесничество, лесной фонд которого требует интенсификации использования всех имеющихся ресурсов.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА

1.1 Направления использования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок

В настоящее время лесопользование в России характеризуется низкой эффективностью. Одной из актуальных проблем, требующих незамедлительного решения является полное использование расчетной лесосеки по мягколиственному хозяйству, утилизации низкосортной древесины и отходов лесозаготовок. На практике ее чаще всего запахивают или сжигают. А ведь подобная древесина — ценное природное сырье, которое может компенсировать потребности ряда отраслей экономики. Поэтому необходимо разрабатывать новые и внедрять уже имеющиеся способы переработки низкокачественной древесины.

В лесах России можно заготавливать 197,6 млн. м³ древесины. Ресурсы мягколиственной древесины составляют около 12 миллиардов м³, или 15% общесоюзных запасов леса, и увеличиваются в среднем более чем на 800 миллионов м³ за пятилетие, в том числе по европейской части страны приблизительно на 500 миллионов м³. Пока перерабатывается только половина этих ресурсов.

Отходы от лесозаготовок составляют 84 968 тыс.м³, из них 59280 тыс. приходится на мягколиственную, низкокачественную древесину и дрова; 25688 тыс. - на отходы, в том числе сучья – 13832 тыс., ветви – 9880 тыс., вершины – 1976 тыс. [30]. Это огромное количество отходов должно использоваться как сырье для дальнейшего производства.

Конечно, использовать все свободные ресурсы как мягколиственной древесины, так и низкотоварной, и отходов лесозаготовок для технологических целей в ближайшее время не представляется возможным, однако расширить объем ее переработки необходимо. Этому способствует быстрое развитие «всеядных» производств по химической и химико-механической переработке древесины — целлюлозно-бумажного, древесноволокнистого, гидролизного.

Изучением данной проблемы и внедрением результатов разработок в практику лесного хозяйства занимаются многие авторы, такие как: О.И.Бегунков, Н.В.Выводцев, В.В. Гурьев, А.П.Дроздов, С.П.Майоров, В.И.Дитрих, А.А.Адрияс, А.И.Пережилин, Ю.П.Семенова, А.Ю.Никифоров, В.Д.Никишов [4; 17; 35] и другие.

В настоящее время сложились следующие основные направления использования мягколиственной, низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок:

1. Из мягколиственной древесины производят технологическую и топливную щепу, делают заготовки и детали деревянной тары, изготавливают балансы для целлюлозно-бумажной промышленности. Используют ствольную древесину в качестве поделочной (колья, жерди, подкорки). Щепу используют для производства строительных материалов, арболита, паркетных щитов, шпона, упаковочной стружки. Срезанный кустарник прессуют или пакетируют в блоки определенной геометрической формы с достаточно ровной поверхностью и плотностью до 600- 650 кг/м³ (объемная масса плотной древесины), однако это сопряжено с большими трудностями.

Из низкокачественной древесины можно производить кровельные материалы (плитки, гонт), штукатурную дрань, фашинник, плетневые щиты (для задержки снега, устройства навесов, запруд и т. п.), лыжные заготовки, многочисленные бытовые изделия (лопаты, топорщица, черенки и т. д.). Бытовые изделия и другие предметы ширпотреба изготавливаются главным образом предприятиями лесного и сельского хозяйства. В лесозаготовительных предприятиях низкокачественная древесина перерабатывается в основном на

щепу, тару и балансы. Также низкокачественную древесину используют для производства древесного и активированного угля, химико - термомеханической массы и бумаги из неё.

2.Отходы лесозаготовок находят применение для производства технологической щепы, древесных пластиков, компостов, органических удобрений и искусственных земель. Они используются также в качестве экологически чистого вида топлива, который изготавливают методом прессования (древесные гранулы–пеллеты). В принципе возможна энергохимическая переработка отходов с получением генераторного газа для дизелей и ряда химических продуктов - фенолов, пека, уксусной кислоты и др. Из древесины лиственных пород получают гетероциклический альдегид – фурфурол.

3.Древесная зелень перерабатывается на хвойно-витаминную муку, из зелени делают пасту и хвойные лечебные экстракты. Кора может быть использована для производства плитных материалов, дубильных экстрактов, удобрений, топлива. Опилки используются в основном для гидролизно-дрожжевого производства, а также для выработки целлюлозы, стружечных плит, древесной муки. Также древесную зелень используют для производства биологически активных веществ и кормовой осажаренной древесины (КОДВМ).

По нашему мнению, к перспективным направлениям интенсификации использования такой древесины можно отнести следующие виды:

1.Выпуск различных видов биотоплива (использование энергии биомассы):

а) производство технологической и топливной щепы - это древесное топливо, полученное путем разрушения сырья с помощью ножедробильного инструмента. Имеет кускообразную форму с относительно чистой поверхностью среза и довольно одинаковый размер кусков. Большая часть материала имеет размер 5-50 мм. Для измельчения древесного сырья, производства щепы основным оборудованием являются рубильные машины, которые отличаются такими признаками, как мобильность, тип рабочего

органа, вид и число используемого режущего инструмента, способ и направление подачи древесного сырья, форма загрузочных устройств, способ отбора щепы, вид энергии, используемой для привода рабочего органа.

Кроме топливной щепы производится такое необлагороженное топливо как топливные дрова, опилки, обдирное топливо и т.д.;

б) древесные топливные гранулы (пеллеты) – твердое биотопливо, цилиндрические спрессованные опилки от лесопиления и деревообработки, в качестве связующего вещества выступает составляющий компонент растений - лигнин, пластифицирующийся в процессе грануляции под действием высокой температуры. Процесс формирования пеллет происходит под давлением около 300 атм, без каких-либо добавок и клея. Длина пеллет в среднем имеет от 10 до 30 мм в длину и от 6 до 10 мм в диаметре. Топливные гранулы представляют собой экологически чистый вид топлива. При сжигании пеллет в атмосферу выбрасывается столько же углекислого газа, сколько образовалось при естественном разложении древесины. Применяются для сжигания в пеллетных котлах [43].

в) древесные топливные брикеты – твердое биотопливо, получаемое из измельченной древесины. Представляют собой спрессованные цилиндры диаметром 30-50 мм, длиной 100-150 мм. Имеют широкое применение и могут использоваться для всех видов топок, котлов центрального отопления, котлов на дерево и пр., отлично горят в каминах и печках, грилях. В основе технологии производства топливных брикетов лежит процесс прессования мелко измельченных отходов древесины под высоким давлением, а в ряде случаев и при нагревании от 250 до 350 С°. Получаемые топливные брикеты не включают в себя никаких связующих веществ, кроме одного натурального — лигнина. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится более прочной, что немаловажно для транспортировки брикетов [42];

г) биомазут – жидкое биотопливо, производится по непрерывной технологии из щепы, коры, кусковых отходов после предварительного их

измельчения. При этом более 10 % от биомассы абсолютно сухой древесины получается биомазута и около 25-30% древесного угля. Является эффективным заменителем дизеля, тяжелой нефти, легкой нефти, а также природного газа для использования в паровых котлах, применяемых в промышленности и для отопления жилых районов;

д) биодизель – жидкое биотопливо, производится путем переэтерификации растительных жиров со спиртом в присутствии катализатора. Продукты реакции – моноэфиры: метиловые эфиры жирных кислот (биодизель) и глицерин (используется в производстве мыла и в фармакологии). В Европе и США метиловые эфиры жирных кислот (FattyAcidMethylEsters – FAME), рапсового масла (RapeMethylEster – RME) и соевого масла (SoybeanMethyiEster – SOME) уже используются в качестве альтернативных дизельных топлив и добавок к нефтепродуктам;

е) биоуголь – это твердый углеродный продукт, полученный из древесных отходов методом пиролиза. Относится к продуктам лесохимии. Используется в качестве восстановителя в производстве кристаллического кремния, в качестве сырья при получении активных углей;

ж) древесно-угольные топливные брикеты – это твердый углеродный продукт, образующийся при прессовании древесно-угольной мелочи со связующим компонентом. Относится к продуктам лесохимии. Используется в качестве бытового топлива в каминах, печах, банях и т.д.;

з) активированный древесный уголь – это твердый углеродный пористый продукт, являющийся адсорбентом. Относится к продуктам лесохимии. Используется при очистке от примесей растворов и газовых сред. Образуется при обработке древесного угля газообразным активирующим агентом при 800-950 °С. Древесные активированные угли – высокопористые углеродные материалы, способные путем адсорбции примесей очищать жидкие и газообразные среды с высокой степенью очистки;

и) биогаз – смесь газов, выделяющихся в процессе анаэробного брожения отходов лесопиления (его основные компоненты: метан (CH_4) – 55-70 % и

углекислый газ (CO_2) – 28-43 %, а также в очень малых количествах другие газы, например – сероводород (H_2S). Анаэробный процесс протекает при температуре от +35 до +45°C без доступа кислорода. В этих условиях, под действием имеющихся в биомассе бактерий, древесные отходы разлагаются с выделением следующих веществ: метан – 60-70 %; углекислый газ – 30-40 %; небольшое количество сероводорода – 0-3 %; примеси водорода, аммиака и окислов азота; органическая масса.

2. Выпуск древесных композиционных плитных материалов:

а) древесностружечные плиты (ДСтП) – это листовой композиционный материал, полученный путем горячего прессования древесных частиц (преимущественно стружки), смешанных со связующим веществом неминерального происхождения с введением при необходимости специальных добавок [13];

б) ламинированная древесностружечная плита (ЛДСтП) изготавливается по самым высоким стандартам из лучших материалов. Для облицовывания поверхности используются пленка для ламинирования. При получении ламинированных древесностружечных плит (ЛДСтП) ДСтП облицовывают синтетическими материалами или текстурными бумагами, пропитанными синтетическими смолами;

в) древесноволокнистая плита (ДВП) – листовой композиционный материал, полученный из древесного волокна с добавлением связующего методом горячего прессования или сушки ковра. Изготовление ДВП может осуществляться двумя способами — мокрым и сухим. Наиболее широко применяется мокрая технология. Она подразумевает, что формирование древесноволокнистого ковра осуществляется в водной среде;

г) древесностружечная плита из плоской ориентированной стружки (ОСП или OSB) – многослойный (3-4 и более слоев) лист, состоящий из древесной стружки (тонких щепок), склеенной различными смолами с добавлением синтетического воска и борной кислоты. Наиболее подходящая в

России древесина для производства OSB-плит - осина. Характеризуется повышенной прочностью и является заменителем фанеры в строительстве;

д) облегченная ячеистая плита – особый вид ячеистых материалов, используемый при изготовлении легких и жестких конструкций в виде панелей различного назначения. Из всех конструкционных материалов такие панели обеспечивают одно из самых высоких соотношений «прочность/масса» и «жесткость/масса».

3. Выпуск продукции на основе измельченной древесины:

а) древесная мука – мелкий сыпучий продукт, получаемый сухим механическим размолотом древесных стружек [12]. Это очень хороший наполнитель практически для всех полимеров. Впитывающая способность древесной муки используется при применении древесной муки в качестве сорбента. Древесная мука из лиственных пород деревьев (береза, дуб) выше по качеству, чем древесная мука из хвойных пород (ель, сосна). В настоящее время интерес к производству древесной муки стимулируется развитием нового направления ее применения – производства термопластичных древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК), в которых она занимает (по весу) до 80 и более процентов. Термопластичные ДПК могут перерабатываться методами экструзии, литья под давлением и др.

4. Выпуск плитных материалов на основе неорганических связующих:

а) арболит – строительный материал, разновидность ячеистых бетонов. По совокупности своих технических характеристик арболит признан специалистами одним из лучших строительных материалов, с высокими энергосберегающими свойствами [9]. В строительстве он применяется в виде стеновых камней, крупных блоков, панелей и плит. В качестве заполнителя при производстве арболита используют дробленку, которую получают из технологической щепы, а также стружку. Таким образом, производство арболита является одним из направлений использования низкокачественной древесины и древесных отходов. Древесные отходы (лучше всего в виде технологической щепы) необходимо предварительно выдерживать при

плюсовой температуре. Это нужно для того, чтобы все растворимые вещества под действием ветра, тепла, солнца и других факторов перешли в нерастворимые формы. Благодаря выдержке улучшается процесс схватывания и твердения цемента. Щепа из хвойных пород выдерживается в течение 2 - 3 мес., из твердолиственных - до 5 мес. На качество арболита влияет время заготовки древесины, поэтому предпочтение отдается отходам, полученным из древесины осенней и зимней заготовки, т. е. в периоды, когда нет сокодвижения в деревьях [6];

б) гипсостружечная плита (ГСП) обладает лучшими звукопоглощающими и теплоизоляционными качествами, более технологична в применении, так как ее можно резать, сверлить и обрабатывать обычными инструментами как обычные плиты. Производится ГСП полусухим методом: влажная смешанная масса древесных стружек и гипсового вяжущего вещества размещается на стальных листах, затем прессуется и высушивается;

в) цементно-стружечная плита - представляет собой крупноформатный, прочный листовой материал, производимый из специально изготовленной тонкой стружки, служащей заполнителем, а также портландцемента, применяемого в качестве вяжущего и химических добавок-минерализаторов [14].

5. Выпуск лесохимической продукции:

а) биологически активные вещества — это жизненно необходимые вещества для животных и растительных организмов. К ним относятся высокомолекулярные биоорганические соединения такие, как белки, ферменты, углеводы и низкомолекулярные биорегуляторы: липиды, стероиды, витамины, антибиотики, терпеновые соединения и др. Источником всех перечисленных соединений может служить растительное сырье, в том числе древесная зелень хвойных деревьев. Получаемые на основе этого сырья продукты содержат биологически активные вещества пород (хвойная хлорофилло-каротиновая паста, хвойный воск, масло эфирное хвойное — сырец, хвойный провитаминный

концентрат, паста бальзамическая хвойная, хлорофиллин натрия хвойный, зелень, пихтовое масло, витаминная мука, кормовая мука) [17].

На сегодняшний день для осуществления всех перечисленных производств имеется технологическое оборудование отечественных и зарубежных заводов, предназначенное как для крупных, так и средних и мелких производителей. Технологии являются наиболее простыми и не требуют больших капитальных вложений. Продукты переработки отходов лесозаготовок и низкокачественной древесины могут быть получены как на специализированных, так и на комплексных лесных предприятиях на базе аренды лесных участков.

1.2 Характеристика и способы определения объемов мягколиственной, низкосортной древесины и отходов лесозаготовок

Недостаточное внимание в лесном фонде уделяется использованию мягколиственной, низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок.

Терминологический аппарат является чрезвычайно важным для развития любой отрасли знаний, включая науку о лесозаготовительном производстве.

Наиболее распространенным термином, близким по значению понятию низкотоварная древесина, является термин низкокачественная древесина, под которым понимают хлысты и их отрезки, не соответствующие требованиям стандарта на деловые сортименты [11].

К низкокачественной древесине относятся такие круглые лесоматериалы, в том числе хлысты, которые по своим качественным показателям или размерной характеристике не соответствуют требованиям стандартов или технических условий на деловую древесину, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки или переработки (например, на технологическую щепу). Наиболее распространенным пороком древесины, по которому древесное сырье

переводят в разряд низкокачественной древесины, является внутренняя гниль [17].

В силу своих биологических особенностей мягколиственная древесина к возрасту спелости часто подвержена внутренней гнили. Поэтому, в виду слабых физико-механических свойств к низкокачественной древесине авторы часто относят и древесину мягких лиственных пород, иначе говоря, мягколиственную древесину. Согласно ГОСТ 18486-87 «Лесоводство. Термины и определения»: мягколиственная древесная порода - лиственная древесная порода, характеризующаяся невысокой плотностью древесины. К мягко-лиственным породам принято относить осину, ольху, березу повислую и пушистую.

Однако следует признать, что не вся мягколиственная древесина к возрасту рубки спелых и перестойных насаждений содержит внутреннюю гниль, поэтому ставить знак равенства между низкокачественной древесиной (имеющей пороки, иначе говоря, отклонения от стандарта) и мягколиственной древесиной нельзя. Поскольку хлыст или сортимент из не имеющей пороков осины, березы или ольхи отклонений от стандарта иметь не будет. Вместе с тем, заготовка мягколиственной древесины сопряжена и с большими затратами труда, возникающими вследствие ее природных свойств. На мягколиственную древесину цены ниже, чем на хвойную. В хозяйственной практике основными показателями эффективности работы являются стоимость полученной товарной продукции и ее рентабельность. Предприятия часто несут убытки при заготовке мягколиственной древесины [27].

Помимо мягколиственной древесины, убыточной для лесозаготовителей является заготовка тонкомерной хвойной древесины, деревья диаметром на высоте 1,3 м менее 14 см, которая получается при проведении рубок ухода за лесом [35].

К тонкомерным относят деревья, диаметр которых ниже минимального размера заготавливаемых. Нежелательные и тонкомерные деревья, которые называют иногда отходами лесоводства, лесозаготовители чаще всего оставляют на корню [35]. Это, наряду с трудностями реализации

мягколиственной древесины, существенно снижает потенциал пользования лесом, а лесозаготовительные предприятия несут существенные материальные потери в виде недополучения прибыли от реализации такой древесины [27].

Помимо термина «низкокачественная древесина» в литературных источниках часто встречается термин «низкосортная древесина», этот термин авторы различных публикаций трактуют по-разному. Например, в [1] под низкосортной древесиной понимают древесно-кустарниковую растительность.

Основными дефектами древесины, влияющими на ее сортность и качество, являются механические повреждения. К ним относятся сучковатость и растрескивание материала, с такими дефектами сортность древесины резко снижается, чем больше площадь материала, поврежденная дефектами, тем ниже сорт. Исходя из этих соображений, авторы относят к низкосортной древесине лесоматериалы, имеющие большое количество сучьев и механические повреждения. В [18] под низкотоварной древесиной понимаются «лиственные и хвойные породы, которые имеют рыхлую структуру ствола и целый букет заболеваний, например грибки, плесень, произрастающие на подтопленных территориях». Очевидно, что авторы [1;18] смешивают понятия низкокачественная древесина, мягколиственная древесина и тонкомерная древесина.

Мы видим, что прослеживается общность понятий, следовательно, под термином низкотоварная древесина следует понимать обобщающий термин, включающий низкокачественную (с пороками), тонкомерную и мягколиственную древесину, качественные свойства которой не позволяют извлечь прибыль из ее заготовки и переработки при существующих технологиях.

Под отходами понимается сырье или тот вид продукции, который предусмотрен ГОСТом 17462 – 84 при составлении товарных таблиц [15]. В нем в отходы включают только вершинки стволов, кору деловой древесины и дрова технологические. В целом это составляет порядка 7 – 15 % от общего объема ствола или делянки. Процент отходов тесно связан с видом древесной

породы, ее отпускным диаметром. У хвойных пород процент выхода коры существенно выше. Деловая древесина, как правило, вывозится на нижний склад вместе с корой. Поэтому объем отходов можно принять равным 6 – 12 %. Все остальное, что включено в отходы, за исключением сучьев, будет ликвидная (товарная) древесина, и она должна быть вывезена с лесосеки. Чаще всего это поломанная древесина, откомлевки, оставленная у пня деловая древесина, вывернутые с корнем деревья. Это так называемые “производственные отходы”. В данном случае мы не учитываем ветки, древесную зелень и продукты подсочки [4].

Объемы низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок во многом зависят от состояния лесов, интенсивности и методов их эксплуатации. Для перспективного планирования и проектирования производств по использованию низкокачественной древесины нужны сведения о запасах спелых и перестойных насаждений, породном составе произрастающих древостоев. Для организации эффективной переработки низкокачественной древесины в товарную продукцию нужно правильно определить возможные объемы поступления такой древесины на нижние склады, исходя из состояния лесосырьевой базы или отведенных в рубку лесосек.

На сегодняшний день имеются следующие способы количественной оценки дополнительного сырья на лесосеке [35]:

1. Выборочный способ;
2. Способ измерений по выходу технологической щепы;
3. Способ линейных измерений [7];

4. Способ определения возможных отходов, исходя из состояния отведенных в рубку лесосек.

Наиболее широко используют выборочный способ оценки запасов дополнительного сырья путем закладки пробных площадей согласно Наставлению по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации. На исследуемой лесосеке закладывают пробные площади размером 50х50 м, на которых измеряют длину и диаметры оставленных отходов с последующей

оценкой их объемов в пересчете на 1 га. Такой способ отличается высокой точностью, но весьма трудоемок. Способом закладки пробных площадей оцениваются также и запасы пнево-корневой древесины.

Оценка запасов сучьев и древесной зелени в растущем древостое производится по модельным деревьям. Для каждой ступени толщины отбирают не менее четырех деревьев, характерных для данного массива по развитию кроны. Отобранные модельные деревья спиливают, затем измеряют диаметр и объем ствола, объем (в скл. м³) и массу (в кг) сучьев. После этого, отделив секатором древесную зелень от сучьев, ее взвешивают, определяют реальный выход древесной зелени и сучьев на 1 м³ стволовой древесины.

Для быстрой и нетрудоемкой оценки объемов лесосечных отходов удобен способ измерений по выходу технологической щепы. На заложенных пробных площадях все лесосечные отходы собирают механизированным способом и измельчают в щепу. По выходу щепы можно судить о запасах лесосечных отходов. Сбор отходов в виде щепы не только упрощает процедуру измерений, но позволяет определить прежде всего их реальные ресурсы.

Количество щепы из собранных лесосечных отходов в среднем составляет 33 % к количеству неокоренной стволовой древесины, а содержание древесины в ней — только 6,8%. На 1000 м³ стволовой древесины можно собрать 330 скл. м³ щепы из лесосечных отходов, где содержание древесины составит 68 м³. Расчеты показывают, что для получения на лесосеке 70—80 м³ щепы необходимо на участке иметь запас лесосечных отходов 250—300 м³. Все лесосечные отходы в полном объеме собрать невозможно. Часть из них неизбежно теряется. Кроме того, тщательная уборка приведет к попаданию в щепу камней, песка и комков почвы. По экспериментальным данным реально можно собрать в среднем 37 % лесосечных отходов от общего количества. При расчете принято, что потери отходов при сборе составляют 20 %, а плотный объем кусков пня 30 %.

При оценке объемов лесосечных отходов на больших площадях можно воспользоваться способом линейных пересечений. На исследуемой лесосеке

намечают ряд линий. Объем оставленных отходов тесно связан с количеством хаотично разбросанных кусков и отрезков, пересеченных этими линиями. Способ линейных пересечений сравнительно быстро позволяет оценить объем оставленных лесосечных отходов с определенной степенью вероятности и при относительно небольших трудозатратах.

Для организации эффективной переработки низкокачественной древесины в товарную продукцию нужно определить возможные объемы такой древесины способом, исходя из состояния отведенных в рубку лесосек. Расчет можно проводить, используя данные таблиц 1 и 2, составленные по работам академика Н. П. Анучина [2]. При пользовании таблицами нужно иметь выписку из таксационных данных о запасах древесины на корню по породам и о классе их товарности.

Таблица 1- Класс товарности древостоев

Классы товарности	Хвойные породы	Лиственные породы
1	В древостое число дровяных деревьев не превышает 5 %	В древостое число дровяных деревьев не превышает 10 %
2	В древостое число дровяных деревьев от 6 до 15 %	В древостое число дровяных деревьев от 11 до 40 %
3	В древостое число дровяных деревьев от 15 % и более	В древостое число дровяных деревьев от 40 % и более

В зависимости от класса товарности древостоя число дровяных деревьев может колебаться от 5 до 40% и более.

По классу товарности и породному составу насаждений можно в соответствующей строке таблицы 2 найти распределение общего запаса древесины на качественные группы. Умножением процента выхода низкокачественной древесины на общий запас, выраженный в кубических метрах, можно определить количество низкокачественной древесины, подлежащей обработке [46].

Из таблицы видно, что среднее значение процентов для деловой древесины - 60 %, для низкокачественной – 40%.

Размеры и требования к размерам низкокачественной древесины представлены в ГОСТ 3243-88 [11].

При определении технических требований к низкокачественной древесине следует принимать во внимание фактическое состояние этой древесины при поступлении её на лесозаготовительные предприятия. Основным сортообразующим пороком, характеризующим низкокачественную древесину, является внутренняя гниль.

Таблица 2 - Процентное распределение древесины на деловую и низкокачественную при сплошных рубках

Порода	Распределение древесины по классам товарности, %					
	1		2		3	
	Деловая	Низкокаче ственная	Деловая	Низкокаче ственная	Деловая	Низкокаче ственная
Сосна	86	14	83	17	76	24
Ель	85	15	82	18	75	25
Листвен.	75	25	69	31	62	38
Пихта	84	16	77	23	70	30
Кедр	84	16	81	19	73	27
Береза	54	46	40	60	26	74
Осина	44	56	33	67	22	78
Ясень	80	20	70	30	50	50
Бук	79	21	74	26	60	40
Граб	72	28	58	42	39	61
Липа	75	25	60	40	40	60

Большинство сортиментов (85 %) попадает в разряд низкокачественной древесины именно из-за наличия гнили и исключительно небольшая часть (15 %) – в связи с другими пороками (кривизна, неправильный наклон волокон, свилеватость, сучковатость и др.)[32].

В низкокачественной древесине, предназначенной для сухой перегонки или используемой в качестве топлива, допускаются все пороки, при этом внутренняя гниль может занимать до 65 % площади торца. В дровяной древесине, используемой как технологическое сырьё, внутренняя гниль,

учитывая зависимость от диаметра, может занимать от 1/ 2 до 1/3 площади торца, а в отдельных случаях – до 2/3 площади одного из торцов.

Практически на всех стадиях технологического процесса лесозаготовительного производства образуются древесные отходы.

В основу их классификации положены такие признаки, как:

- 1) размерно-качественный (породный состав, вид отходов и их размеры).
- 2) экономический (места образования отходов, примыкание транспортных путей, размещения производственных мощностей);
- 3) производственный (лесозаготовка, первичная обработка, деревообработка).

При оценке этих признаков можно определить направление использования и место переработки древесных отходов, провести оценку потребительских свойств конечной продукции, выполнить анализ экономической доступности освоения ресурсов и эффективности промышленной переработки с учетом всех затрат.

При разработке древостоев машинным способом образуются отходы в виде вершин, обломков стволов, тонкомерной древесины (5-7 % общего запаса отводимой в рубку древесины), сучьев и ветвей. Ресурсы отходов лесозаготовок в составе отводимого в рубку лесосечного фонда, весьма значительны (таблица 3).

Таблица 3 - Нормативы образования отходов в виде сучьев, ветвей и вершин, % от объёма вывозки древесины

Порода деревьев	Всего отходов	В том числе		
		Сучьев	Ветвей	Вершин
Сосна	13,0	5,0	7,1	0,9
Ель	14,0	8,6	4,1	1,3
Береза	19,0	8,2	8,8	2,0
Осина	15,5	6,7	6,7	1,6
Лиственница	13,0	6,6	5,6	0,8
В среднем по хвойному хозяйству	13,5	6,8	5,85	0,85
В среднем по лиственном хозяйству	17,0	7,5	7,7	1,8

Всего	14,5	7,0	6,4	1,1
-------	------	-----	-----	-----

Физико-механические и химические свойства древесины сучьев незначительно отличаются от аналогичных свойств древесины ствола за исключением твердости, которая у основания сучьев в 1,5 - 3 раза больше, чем у стволовой древесины. Полученная щепа используется для производства древесноволокнистых плит (ДВП), арболита, а также в качестве топлива.

2 АНАЛИЗ ЛЕСНОГО ФОНДА И ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ КУЗОВАТОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

2.1 Характеристика территории, природных и экономических условий лесничества

Кузоватовское лесничество Ульяновской области расположено на территории двух муниципальных районов: Кузоватовского» (99%) и Барышского (1%). Контора (центральная усадьба) лесничества находится в кв. 90 Кузоватовского участкового лесничества, что в 100 км от областного центра и в 6 км от ближайшей железнодорожной станции. Протяженность лесничества с севера на юг – 55 км, с востока на запад – 50 км.

Общая площадь лесничества по состоянию на 01.01.2012 г. составляет 62738 га. Площади участковых лесничеств: Кузоватовское – 12386 га; Нaleyкинское – 10108 га; Безводовское – 12385 га; Матюнинское – 12475 га; Балтийское – 11384 га; Лесосеменное – 4000 га.

Территория района в целом характеризуется равнинным рельефом, имеет континентальный климат с теплым летом и умеренно холодной зимой.

Почвенный покров землепользования представлен черноземами 77% от общей площади, пойменные почвы составляют 12% , дерново-карбонатные – 5% , серые лесные -3%. Механический состав преимущественно легко и среднесуглинистый.

Лесничество находится в лесостепном районе лесостепной зоны европейской части Российской Федерации» [8].

Категории земель лесного фонда - виды земель или угодья, находящиеся в составе лесного фонда. Земли различаются по состоянию, характеру и степени хозяйственного использования (табл.4).

Как видно из таблицы 4 общая площадь земель лесного фонда Кузоватовского лесничества составляет 62738 га, из них лесные земли 61107 га, в том числе земли, покрытые лесной растительностью 58307 га.

Таблица 4 - Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории лесничества

Показатели характеристики земель	Всего по лесничеству	
	площадь, га	%
Земли лесного фонда лесничества		
Общая площадь земель лесного фонда	62738	100
Лесные земли, всего	61137,4	97,4
Земли, покрытые лесной растительностью, всего	58737,4	93,6
В том числе: лесные культуры	17909,4	28,5
Земли, не покрытые лесной растительностью, всего	2400	3,8
В том числе:		
- несомкнувшиеся лесные культуры	663,4	1,1
- лесные питомники, плантации	465,2	0,7
фонд лесовосстановления, всего	1271,4	2
в том числе:		
- гари	212,1	0,3
- погибшие древостои	0	0
- вырубки	859,8	1,4
- прогалины, пустыри	199,6	0,3
Нелесные земли, всего	1600,6	2,6
В том числе:		
- пашни	9,3	0
- сенокосы	70,5	0,1
- пастбища	183	0,3
- воды	87,9	0,1
- дороги, просеки	584,5	0,9
- усадьбы и прочие	63,2	0,1
- болота	139,4	0,2
- пески	16,7	0
- прочие земли	446,1	0,7

Средние годовые температуры изменяются по территории от 3 до 4 градусов Цельсия выше нуля. Самым теплым месяцем является июль, со средними месячными температурами 19-20°, наиболее холодный месяц - январь, с температурами около 13-14 градусов Цельсия ниже нуля. Период с положительными среднемесячными температурами длится с апреля по октябрь; с ноября по март наблюдаются отрицательные температуры.

Среднегодовая сумма осадков составляет около 430 мм. Основная их часть выпадает в теплый период года с апреля по октябрь. В соответствии с преобладающей формой циркуляции атмосферы наибольшую повторяемость в году имеют юго-западные ветры. Особенно они часты зимой. Летом частота юго-западных и южных ветров уменьшается, но увеличивается повторяемость ветров северных румбов.

Распределение площади земель лесного фонда по классам природной пожарной опасности приведено в табл.5.

Таблица 5 - Распределение площади земель лесного фонда по классам природной пожарной опасности

Участковое лесничество	Классы пожарной опасности					Итого	Средний класс
	1	2	3	4	5		
Налейкинское	306	2203	5249	2350	-	10108	3,0
Кузоватовское	-	837	5733	5379	437	12386	3,4
Матюнинское	110	4741	4849	2775	-	12475	2,8
Безводовское		507	6149	5641	88	12385	3,4
Балтийское	123	2201	6145	2915	-	11384	3,0
Лесосеменное	-	68	2020	1807	-	3895	3,4
Итого	539	10557	30145	20867	525	62633	3,2
%	1	17	48	33	1	100	-

По действующим нормативам и данным анализа лесоустроительных материалов арендованный лесной участок характеризуется средним классом

пожарной опасности. В Кузоватовском лесничестве ежегодно разрабатываются план противопожарных мероприятий.

Разрешенные виды использования лесов Кузоватовского лесничества приведены в таблице 6.

Как видно из табл. 6, большинство видов лесопользования возможны для осуществления на всей территории Кузоватовского лесничества. Однако, такие виды использования лесов как заготовка живицы, создание лесных плантаций и переработка древесины из-за отсутствия производственных мощностей на сегодняшний день не проектируются.

Таблица 6 - Виды разрешенного использования лесов

Виды разрешенного использования лесов	Перечень кварталов или их частей	Площадь, га
Заготовка древесины	4-7,12-16,21,22,27-92	62738
Заготовка живицы		74
Заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов	4-7,12-16,21,22,27-92	62738
Заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений	4-7,12-16,21,22,27-92	62738
Осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства	кв.4-7,12-16,21,22,27-48, 51-58, ч.59, ч.60,ч.62,кв.63-70,82,85- 89,92	50046
Ведение сельского хозяйства	кв.4-7,12-16,21,22,27-48,51-58, ч.59, ч.60,ч.62,кв.63-92	49958
Осуществление научно - исследовательской деятельности, образовательной деятельности	1-92	62738
Осуществление рекреационной деятельности	4-7,12-16,21,22,27-92	62738
Создание лесных плантаций и их эксплуатация		21489
Выращивание лесных плодовых, ягодных, декоративных и лекарственных растений	1-92	62738
Выращивание посадочного материала лесных растений (саженцев, семян)	1-92	62738
Строительство, реконструкция, эксплуатация линий электропередачи, линий связи,	4-7,12-16,21,22,27-92	62738

дорог, трубопроводов		
Переработка древесины и иных лесных ресурсов	1-92	21489

Более того, лесопользование на основании договоров аренды лесных участков осуществляется только в целях заготовки древесины (табл. 7).

Таблица 7 - Арендованная территория Кузоватовского лесничества

Арендатор	Вид лесопользования	Площадь участка, га	Арендная плата, тыс.руб.
НП «Все для леса»	Заготовка древесины	9104	1937, 8
ООО «Сырьевые ресурсы»	Заготовка древесины	54996	15480
ООО «Лесной»	Заготовка древесины	3657	246,4

Таким образом, изучив объемы лесных ресурсов и правовой режим использования лесов можно сделать вывод о необходимости и возможности интенсификации использования лесов и вовлечения в оборот не используемых ресурсов низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок в целях повышения доходности лесного хозяйства Кузоватовского лесничества.

2.2 Оценка неиспользованных запасов лесного фонда и отходов лесозаготовок

Общий запас древесины в Кузоватовском лесничестве составляет 3091,5 тыс. м³, в том числе спелых и перестойных насаждений – 2458,4 тыс. м³. Из этого объема основную часть занимают хвойные породы (53%) и мягколиственные породы (46,5%), на долю твердолиственных пород приходится 0,5%. В возрастной структуре преобладают спелые и перестойные насаждения, на их долю приходится 79,5 % от общего запаса, на средневозрастные и приспевающие – 17,8%.

Расчетная лесосека лесничества составляет 140,5 тыс. м³ (таблица 8).

На долю хвойных пород приходится 57,4 %, твердолиственных – 0,1 %, мягколиственных – 42,5 %.

Фактический ежегодный объем выборки (таблица 9) по хвойному хозяйству составляет 54,9тыс. м³ (74,9%), по мягколиственному – 18,4 тыс. м³ (25,1%).

Таблица 8 – Ежегодный допустимый объем изъятия древесины при всех видах рубок

Хозяйства	Ежегодный допустимый объем изъятия древесины														
	При рубке спелых и перестойных лесных насаждений			При рубке лесных насаждений при уходе за лесами			При рубке поврежденных и погибших лесных насаждений			При рубке насаждений, предназначенных для эксплуатации объектов инфраструктур			Всего		
	Площадь, га.	Запас, тыс.м ³		Площадь, га.	Запас, тыс.м ³		Площадь, га.	Запас, тыс.м ³		Площадь, га.	Запас, тыс.м ³		Площадь, га.	Запас, тыс.м ³	
		ликвидной	деловой		Ликвидный	деловой		ликвидный	деловой		ликвидной	Деловой		Ликвидной	Деловой
Хвойное	366,6	33,4	27,1	698,2	30,6	30,6	356	16,3	0	9	0,3	0,2	1429,8	80,6	46,9
Твердолист венное	7	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,2	0,1
Мягколиств енное	686	47,4	21,9	167,7	5,73	5,73	60	6,0	0	7	0,6	0,3	920,7	59,73	25,24
Итого:	1059,6	81	49,1	865,9	36,33	36,3	416	22,3	0	16	0,9	0,5	2357,5	140,5	72,24

В целом по лесничеству за 2016 год заготовлено 73,3 тыс. м³ древесины.

Таблица 9 – Ежегодный фактический объем заготовки ликвидной древесины по Кузоватовскому лесничеству (за 2016 год)

Наименование хозяйства	Площадь хозяйства, га	Объем ликвидной древесины, тыс. м ³	Объем заготовки древесины, %
Хвойное	366,6	54,9	68,1
Твердолиственное	7	-	-
Мягколиственное	686	18,4	30,8
Всего по лесничеству:	1059,6	73,3	52,2

Из данных таблиц 8 и 9 видно, что расчетная лесосека используется лишь на 52,2%, в том числе по хвойному хозяйству – на 68,1%; по мягколиственному

хозяйству – на 30,8%; по твердолиственному хозяйству – вообще не используется.

Основная причина недоиспользования расчетной лесосеки заключается в падении объемов лесозаготовок из-за потери эффективных рынков сбыта, большого износа оборудования (как лесозаготовительного, так и лесоперерабатывающего), разрушении лесной инфраструктуры, высокого уровня издержек на заготовку и вывозку деловой древесины и т.д. Все это, в свою очередь, обуславливает низкую инвестиционную привлекательность лесной промышленности и приводит к ухудшению сложившейся ситуации в отрасли.

Рубки ухода также могут давать значительное количество древесины, но часто деревья остаются гнить на месте, где были срублены или складываются рядом с дорогой для дальнейшего вывоза. В Кузоватовском лесничестве расчетная лесосека по всем видам рубок ухода составляет 33,3 тыс. м³ (23,7 %).

Технологическое решение задач лесопользования назначенных в рубку запасов по способам рубки в хвойных лесах анализируемого района можно представить следующим образом: сплошнолесосечные рубки – 23,3 %, из них на долю хвойных приходится – 37,2%, мягколиственных – 62,8%; выборочные – 76,7%, из них на долю хвойных приходится – 65,2%, мягколиственных – 34,6 % и твердолиственных – 0,2%. Принятая лесосека из назначенного в рубку объема позволяет получить: 140,5 тыс. м³ – ликвидной древесины, 62,7 тыс.м³ - деловой древесины, 11,8 тыс.м³ - дров топливных и 12,6 тыс.м³ – отходов.

Возможные объемы лесосечных отходов по Кузоватовскоу лесничеству представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Суммарные объемы отходов при лесозаготовках в Кузоватовском лесничестве, тыс. м³

Лесничество	Ежегодный объем рубки	Ликвидная древесина от рубок ухода	Технологические потери ликвидной древесины	Остаток ликвидной древесины	Деловая древесина	Дрова топливные	Отходы (ветви, сучья, вершины)	Древесина на сортименты и дрова	Низкокачественная древесина и отходы
Кузоватовское	140,5	16	37,4	87,1	62,7	11,8	12,6	74,5	66,0
В %	100	11,4	30	100	72	13,5	14,5	53	47

Таким образом, при существующей технике и технологии рубок, назначив древостой в рубку, можно сразу исключать 30 % ликвида из общего объема заготовки. Эта древесина все равно будет потеряна. По данным таблицы 22 объем «брошенной» на лесосеке древесины составляет 37,4 тыс.м³. Это недорубы, поломанная древесина, вывернутые с корнем деревья и т. д. Данные цифры свидетельствуют о низком уровне культуры освоения лесосеки и существенных резервах совершенствования системы лесопользования.

В систематизированном виде отходы лесозаготовок показаны в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет объема отходов от лесозаготовок

Показатели	Норма отхода, %	Объем отходов, тыс.м ³
Отходы	14,5	14,48
В том числе:		
Сучья	7	6,99
Ветви	6,4	6,39
Вершины	1,1	1,1

Итак, расчетная лесосека составляет 140,5 тыс. м³, из них 124,5 тыс. м³ приходит на заготовку древесины и 16 тыс. м³ -- на рубки ухода. Из 124,5 тыс. м³ сразу вычитается 30 %, поскольку эта древесина все равно остаётся на лесосеке в виде производственных отходов. Оставшиеся 70 % древесины (87,1 м³) будут вывезены на верхний склад. В этом объеме 71,89 тыс. м³ составляет деловая древесина, дрова топливные – 11,8 тыс.м³. Чистые отходы в виде

сучьев, ветвей и вершин (12,6 тыс. м³) – останутся на лесосеке. Вся сумма отходов, с учетом технологических потерь и древесины от рубок ухода, будет равна 66 тыс. м³ (47%).

3 ПРОЕКТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В КУЗОВАТОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

3.1 Технология заготовки древесины и производства технологической щепы на лесосеке

Для проекта выбран характерный лесной участок в Нaleyкинском участковом лесничестве Кузоватовского лесничества в 56 квартале, выделе 8, площадью 3,9 га.

Таксационное описание участка приведено в таблице 12.

Таблица 12 - Таксационная характеристика лесного участка

Площадь, га	Состав пород	Возраст насаждений, лет	Средняя высота деревьев, м	Средний диаметр ствола, см	Класс возраста	Бонитет насаждений	Класс товарности	Полнота насаждений	Запас древесины на 1 га, м ³	Общий запас, м ³	Запас по породам, м ³
3,9	7Б 2С 1Ос +Л п	75	25 25 25	58 28 28	8 8 8	2	2	0,8	265	1034	1900 16 31

Общий запас древесины на выбранном участке составляет 1034 м³. Из этого объема 30% (310,2 м³) останется на лесосеке в виде производственных

отходов. Объем ликвидной древесины равен 723,8 м³, из которой 289,5 м³ (40%) приходит на деловую древесину, 310,8(42,9%) - на дрова и 123,5 (17,1 %) – на отходы.

Результаты расчетов представлены в таблице 13. Из таблицы 13 видно, что из 1034 м³ будет заготовлено товарной древесины только 289,5 м³; 310,8м³ – на дрова, остальные 433,7м³ будет сожжено или оставлено для перегнивания на лесосеке. Из этого объема низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок мы можем изготовить технологическую щепу.

Таблица 13 – Объем выхода товарной продукции и образования отходов на лесосеке, м³

Квартал 56 выдел 8	Объем рубки	Технологиче ские потери 30%	Остаток древесины	Деловая древесина	Дровяная древесина	Отходы (ветви сучья, вершины)	Всего низкокачеств енная древесина и отходы
Сосна	207	62,1	144,9	104,7	21,4	18,8	102,3
Береза	651	195,3	455,7	147,6	221,5	86,6	503,4
Осина	36	10,8	25,2	-	21,3	3,9	36
Липа	140	42	98	37,2	46,6	14,2	102,8
Итого	1034	310,2	723,8	289,5	310,8	123,5	744,5

Технология заготовки древесины и производства технологической щепы включает следующие операции:

- 1) отвод лесосек с прорубкой и промером визиров (шириной 0,3 м), изготовлением и постановкой столбов;
- 2) разработку пасек трактором Беларусь 1221МЛ, который производит валку деревьев, обрезку сучьев и раскряжевку древесины;
- 3) погрузку хлыстов трактором Беларусь МПТ- 461.1 и перевозку их на погрузочный пункт;
- 4) вывоз хлыстов с погрузочного пункта лесосеки автомобилем КамАЗ 4318 с манипулятором;

5) сбор и переработку отходов лесосеки в технологическую щепу рубительной машиной Беларус МР-25-02, транспортировку и погрузку полученной щепы на погрузочный пункт;

6) транспортировку щепы щеповозом САТ-140 повышенной вместимости с задней разгрузкой. Полуприцеп щеповоза САТ эксплуатируется с тягачём типа МАЗ-543205-020, оборудованным гидроприводом с рабочим давлением 15МПа и масляным баком не менее 160 л. Объем кузова 60 м³ с погрузочной высотой 3900 мм, с толщиной бортов 6 мм, днища -- 8 мм.

Технологический процесс состоит из двух последовательных циклов: разработка пазек Беларус 1221МЛ, производящим валку деревьев, обрезку сучьев, когда часть отходов концентрируется вблизи технологического коридора, а часть используется на укрепление волока; и раскряжевка на хлысты. Заготовленные хлысты с волока транспортирует Беларус МПТ- 461.1, производящий их сбор и транспортировку на погрузочную площадку. После вывозки всех хлыстов с разрабатываемой пазеки на нее заходит мобильная рубительная машина, которая собирает лесосечные отходы и перерабатывает их на щепу.

Схема технологии разработки лесосеки представлена на рисунке 1.

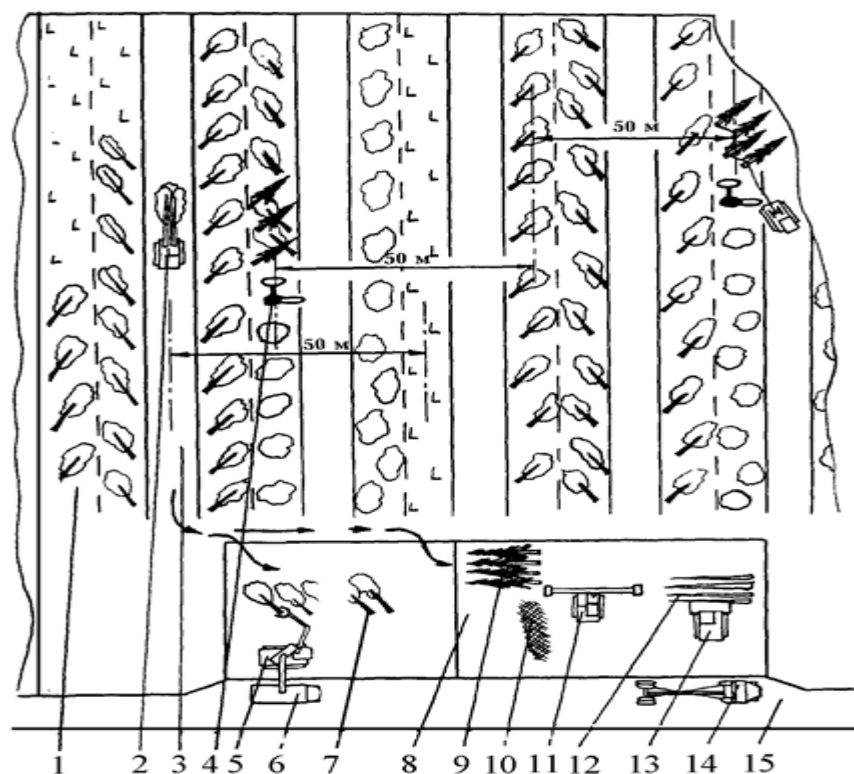


Рисунок 1 - Технологическая схема заготовки деловой древесины и вторичных отходов лесозаготовок:

Условные обозначения: 1 - пасека; 2 - трелевочный трактор; 3 - трелевочный волок; 4 - бензиномоторная пила; 5 - рубительная машина; 6 - щеповоз; 7 - тонкомерные и низкокачественные деревья, подлежащие переработке на щепу; 8 - погрузочный пункт; 9 - деревья, подлежащие вывозке в хлыстах; 10 - отходы; 12 - хлысты; 13 - челюстной погрузчик; 14 - лесовозная машина; 15 - лесовозный ус.

Лесосека разбивается на пасеки шириной 35-40 м. На них прокладывается волок шириной 4-5 м. Валка деревьев на полупасеках производится в два приема: сначала валятся тонкомерные деревья вершинами под от волока углом $20...30^{\circ}$ к нему, затем на них, как на подкладочные, валятся крупномерные деревья вершинами к волоку под тем же углом. В результате крупномерные деревья будут лежать по отношению к тонкомерным под углом $40...60^{\circ}$. После валки в объеме рейсовой нагрузки трактора крупномерные деревья трелюются на погрузочный пункт. Тонкомерные деревья трелюются в последнюю очередь, когда будет обеспечено безопасное расстояние от зоны валки. Они располагаются перпендикулярно или под некоторым углом в отдельном штабеле на свободной части погрузочной площадки и в последующем

измельчаются вместе с кусковыми лесосечными отходами на щепу. Полученная щепа по щепопроводу подается непосредственно в кузов автощеповоза.

При движении по пасеке мобильной рубительной машины с помощью манипулятора производится сбор лесосечных отходов, как с куч вблизи технологического коридора, так и с части лесосечных отходов, использованных на укрепление волока. Перед погрузкой в бункер рубительного органа машины производится очистка лесосечных отходов от минеральных примесей путем создания вибрационных колебаний грейферного захвата с частотой, обеспечивающей очистку лесосечных отходов от минеральных примесей. После того, как произвели очистку лесосечных отходов, их погружают в бункер рубительного органа и измельчают на технологическую щепу. Щепа концентрируется в бункере рубительной машины [57].

Заполнив бункер щепой, машина движется на погрузочный пункт, где разгружает щепу в кузов автощеповоза и снова возвращается на делянку (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема движения агрегатов при производстве щепы на лесосеке

Щепа перегружается из бункера в контейнер с помощью инновационной системы разгрузки, которая состоит из подъемного механизма в виде ножниц с углом опрокидывания в 130°. Тип бункера представляет собой каркас с открывающейся верхней крышкой и рычажно-гидравлическим механизмом саморазгрузки в контейнер большой емкости. Объем вместимости щепы в бункер рубительной машины составляет 10 м³.

Для осуществления производственного процесса по разработке лесосеки нами предлагается использовать следующую технику:

1) отечественную машину Беларусь 1221МЛХ – она предназначена для выполнения валочно-сучкорезно-раскряжевых работ (рис. 3). Ее технические характеристики описаны в таблице 14.

Таблица 14 - Технические характеристики машины лесной погрузочно-транспортной Беларусь 1221МЛХ

Показатели	Характеристика
Двигатель Модель Мощность, кВт (л.с)	Дизельный Д-260.2 96 (130)
Масса эксплуатационная, кг Длина/ширина/высота	8800 9000/2550/3200
Муфта сцепления Коробка передач Число передач: вперед/назад	Сухая, двухдисковая Механическая, с ходоуменьшителем 16/8
Гидроманипулятор. Модель Максимальный грузовой момент, кН м Вылет стрелы максимальный, м Харвастерная головка - модель Максимальный диаметр спила деревьев при валке, мм Максимальный диаметр ствола, мм	Foresteri H560 52 6,13 Keto-Forest 300 250



Рисунок 3 – Машина лесная погрузочно-транспортная Беларусь 1221МЛХ

2) машину Беларусь МПТ-461.1 - предназначена для сбора, погрузки и транспортировки хлыстов к погрузочным площадкам или непосредственно потребителю. Машина представлена на рисунке 4.

Технические характеристики машины представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Технические характеристики машины лесной погрузочно-транспортной Беларусь МПТ-461.1

Показатели	Характеристика
Тип машины	Двухзвенная, в составе энергетического средства Беларусь Л82.2 и полуприцепа ПЛ-9
Грузоподъемность, кг	9000
Тип двигателя	Дизельный
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	60(81,0)
Число цилиндров, шт.	4
Коробка передач	Механическая, с редуктором
Число передач вперед/назад	16/4
Масса полная, кг	17900
Модель гидроманипулятора	ГМ-42
Макс. вылет стрелы, мм	5550



Рисунок 4 - Машина лесная погрузочно-транспортная Беларусь МПТ-461.1

3) машину рубильную «БЕЛАРУС» МР-25-02[18]- предназначена для производства технологической щепы из круглых и колотых лесоматериалов, низкокачественной древесины, отходов лесопиления и деревообработки. Она работоспособна в любое время года при температурах окружающего воздуха от - 30°C до + 40°C в условиях равнинной и пересеченной местности, на склонах в продольном направлении до 7°, на лесосеках и лесных делянках с наличием подроста, пней высотой до 400 мм, порубочных остатков, валежин, поваленных деревьев, комлей; на грунтах со средней и высокой несущей способностью, на снежной целине с глубиной снежного покрова до 0,5 м. Общий вид машины показан на рисунке 5, техническая характеристика представлена в таблице 16.



Рисунок 5 - Машина рубительная Беларусь МР-25-02

Машина состоит из: лесохозяйственного трактора; полуприцепа. На прицепе установлены: гидроманипулятор с аутригерами; рубильный агрегат с карданным приводом; бункер с опрокидывающим механизмом; гидравлические и пневматические системы; электрооборудование.

Таблица 16 - Техническая характеристика машины рубительной Беларусь МР-25-02

Наименование параметра	Характеристики
Марка	Беларус
Модель	МР-25-02
Производительность машины, м ³ /ч	25-60
Мощность, кВт (л.с.)	95,6
Масса эксплуатационная, кг	17500
Габаритные размеры, мм	
Длина	11240
Высота	2450
Ширина	3820
Наибольшая допустимая скорость движения машины, км/ч	25
Манипулятор: Модель Вылет стрелы с выдвижной секцией, м Наибольший угол поворота в горизонтальной плоскости	ГМ-42Т-01 ТУ ВУ 101483199.550 6,5 9° /164° /173°

Рубительный агрегат : Модель Максимальный диаметр перерабатываемого материала (твердого/сыпучего), см Режущий механизм	HEM 360Z 27/36 Барабанный
Контейнер накопитель: Объем, м ³ Высота разгрузки бункера, м Угол опрокидывания	10 3,5 130°

4) щеповоз САТ-140 – полуприцеп повышенной вместимости с задней разгрузкой. Предназначен для перевозки легковесных сыпучих грузов плотностью до 0,4 т/м³. Может эксплуатироваться с тягачами типа МАЗ-543205-020, МАЗ-543208-020 и другими аналогами (рисунок 6 и таблица 17).



Рисунок 6 - Щеповоз САТ-140

Таблица 17 - Техническая характеристика щеповоза САТ-140

Наименование параметра	Характеристики
Грузоподъемность полуприцепа щеповоза САТ, кг	до 23000
Масса снаряженного полуприцепа щеповоза САТ, кг	до 9000
Скорость разгрузки полуприцепа щеповоза САТ, мин	до 5
Распределение полной массы полуприцепа щеповоза САТ, кг: -на седельное устройство тягача	до 12000 до 20000

- на тележку	
Полная масса полуприцепа щеповоза САТ, кг	32000
Объём кузова полуприцепа щеповоза САТ, м. куб.	60
Габаритные размеры полуприцепа щеповоза САТ, мм:	11900 max
- длина	2550
- ширина	3900
- высота	
Количество колес полуприцепа щеповоза САТ, шт.	8+1
Угол подъема платформы полуприцепа щеповоза САТ, град	45°+2°

Перспективным и наиболее востребованным направлением дальнейшего использования полученной щепы, является производство арболита.

3.2 Технология производства арболита

Всю низкокачественную, мягколиственную древесину и отходы лесозаготовок в объеме 744,5м³ мы предлагаем переработать и произвести арболитовые блоки.

Арболит (от фр. arbre «дерево») — лёгкий бетон на основе цементного вяжущего, органических заполнителей (до 80-90 % объёма) и химических добавок. В качестве органического заполнителя применяется измельчённая древесина (щепа). Для минерализации наполнителя используют сульфат алюминия (пищевая добавка Е520), хлорид кальция (пищевая добавка Е509), нитрат кальция, жидкое стекло или иные вещества, блокирующие негативное действие органических веществ на затвердевание цемента.

Арболит выпускается двух разновидностей: блоки и плиты. Мы предлагаем производить блоки, технические параметры которых соответствуют: 500х200х250мм. (рис.7).



Рисунок 7 – Арболитовый блок

Арболит применяют для строительства малоэтажных зданий до трёх этажей жилого, хозяйственного и производственного назначения.

Таблица 18 – Потребность материалов для получения 1 м³ арболита марок

Марка арболита	Портландцемент марки 400, кг	Щепа, м ³	Химические добавки, кг	Вода, л
15	250-280	1,2-1,3	12	350-400
25	300-330	1,2-1,3	12	350-400

Для производства арболита предлагается приобрести стандартную автоматизированную линию отечественного производства СГС-Л4 стоимостью 298 тыс.руб. (рис. 8).



Рисунок 8 – Линия по производству арболита СГС-Л4

В состав данного комплекта входят: вибропресс, бетоносмеситель, ленточный конвейер, дозирующий бункер.

Рабочий цикл СГС-Л4 состоит из 5-ти производственных операций:

1. В бетоносмеситель загружается сырье - щепа, песок, цемент, вода и др.
2. Раствор перемешивается и транспортером закачивается в бункер.
3. Из бункера в автоматическом режиме раствора подается в вибропресс.
4. Залитый в формы арболит уплотняется вибрацией.
5. Сформированные блочные изделия укладываются на стеллажах и набирают прочность.

Технические характеристики производственной линии СГС-Л4 представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Технические характеристики производственной линии СГС-Л4

Наименование параметра	Характеристики
Плотность изготавливаемого арболита	от 400 до 1200 кг/м ³
Мощность вибропривода Мощность двигателя электросмесителя	1000 Вт 3000 Вт
Размеры установки	250*150*650 см
Вес	700 кг
Производительность линии	28 м ³ в смену
Потребление электроэнергии	7,2 кВт

3.3 Экономическое обоснование проектируемых мероприятий

Экономическое обоснование проекта интенсификации использования древесины в Старомайнском лесничестве основывается на определении затрат на заготовку и переработку древесины на лесосеке, производство арболита, расчете прибыли от продажи арболитовых блоков, а так же в определении срока окупаемости капитальных вложений на приобретение техники и оборудования для осуществления технологических операций.

Затраты на освоение лесосеки по предлагаемой технологии определены в расчетно-технологической карте (табл. 20) и обобщены в таблице 21.

Таблица 20 - Расчетно-технологическая карта заготовки древесины и производства щепы на лесосеке

Наименование работ и условия их выполнения	Ед. изм	Объём работ	Состав агрегата		Норма выработки	Состав исполнителей		Трудозатраты		Расходы на содержание и эксплуатацию машин и механизмов		Тарифный разряд	Минимальная дневная ставка	Затраты на оплату труда, тыс. руб.				Общепроизводственные расходы, тыс. руб.	Технологическая себестоимость, тыс. руб.
			Машины и механизмы	Орудия		Специальность	Количество рабочих	Маш.-см.	Чел.-дней	На 1 маш.-см. руб	На всю работу, тыс. руб.			Минимальный фонд оплаты труда	Доплаты и премии	Общий фонд заработной платы	Отчисления на соц. нужды		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Прорубка визиров	м	1100			1980	рабочий	1	-	0,56			5	596,47	0,33	0,25	0,58	0,12	0,06	0,76
Промер визиров	м	1100			4460	рабочий	1	-	0,25			5	596,47	0,15	0,11	0,26	0,05	0,05	0,36
Изготовление и установка столбов	шт.	8			30	рабочий	1	-	0,27			5	596,47	0,16	0,12	0,28	0,06	0,03	0,37
Валка деревьев	м³	1034	МТЗ-82	1221 МЛХ	140	тракторист	1	7,39	7,39	7159,37	52,91	8	842,90	6,23	4,67	11,20	2,31	1,12	67,54
Трелевка	м³	289,5	МТЗ-82	МПТ 461.1	62	тракторист	1	4,70	4,70	5646,25	26,54	8	842,90	3,96	2,97	6,93	1,43	0,70	35,60
Производство щепы	м³	744,5	МТЗ-82	Мп-25-02	70	Тракторист	1	10,6	10,6	8626,03	91,78	6	585,76	6,23	4,67	10,90	2,25	1,09	106,02
Транспортировка щепы на щеповозах на производство.	м³	744,5	Маз-543205	САТ-140	102	водитель	1	7,30	7,30	7136,83	52,1	5	596,47	4,35	3,27	7,62	1,57	0,76	62,05
Вывоз хлыстов	м³	289,5	КамАЗ 3118	Манипулятор	102	водитель	1	2,84	2,84	8700,49	24,71	5	596,47	1,69	1,27	2,96	0,61	0,30	28,58
Итого								32,9	33,9	27268,97	248,04		5253,91	23,10	17,33	40,73	8,40	4,11	301,28

Таблица 21– Затраты на заготовку и переработку древесины на лесосеке

Статьи затрат	В расчете на 1 м ³ , руб.	На весь объем работ, тыс.руб.
Расходы на содержание и эксплуатацию машин и механизмов	239,9	248,04
Затраты на оплату труда	39,39	40,73
Общепроизводственные расходы	3,97	4,11
Технологическая себестоимость	291,4	301,28
В т.ч. деловая древесина	584,01	169,09
В т.ч. щепа	177,56	132,19

Технологическая себестоимость заготовки 1 м³ деловой древесины составляет 584,01 руб. Себестоимость производства 1 м³ щепы - 177,56 руб.

Затраты на производства арболита рассчитаны в таблице 22.

Таблица 22 – Себестоимость производства арболита

Статьи затрат	В расчете на 1 м ³ арболита, руб.
Стоимость сырья:	
-щепа	171,85
-цемент	1500
-известь (10 кг)	180
-сульфат алюминия (6 кг)	288
Затраты на электроэнергию	50
Затраты на оплату труда	36,70
Технологическая себестоимость 1м ³	2226,55
Общая сумма затрат (572,7 м ³)	1275145

План производства арболитовых блоков и стоимость готовой продукции приведены в таблице 23.

Таблица 23 – План производства арболитовых блоков и стоимость готовой продукции

Наименование продукции	Количество, м ³	Цена 1 м ³ , руб.	Требуемое количество сырья на 1 м ³ изделия, м ³	Объем сырья, м ³	Стоимость продукции, тыс.руб
Арболитовые блоки 500х200х250	572,7	4000	1,3	744,5	2290,8

Для осуществления производственного процесса по разработке лесосеки планируется закупить следующую технику:

- харвестерная головка на Беларусь 1221МЛХ (цена - 2 400 тыс.руб.);
- прицеп лесовоза Беларусь МПТ-461.1 (цена - 1890 тыс.руб.);
- рубительная машина Беларусь МП 25-2 (цена - 1200 тыс.руб.);
- полуприцеп щеповоз САТ-140 (цена – 1200 тыс. руб.);
- автоматизированная линия по производству арболита СГС-Л4 (цена – 298 тыс.руб.)

Таблица 24 - Расчет экономической эффективности заготовки древесины, получения технологической щепы и производства арболита

Показатели	Значения показателей
Объем получения деловой древесины, м ³	289,5
Получение щепы из отходов древесины, м ³	744,5
Затраты на разработку лесосеки, тыс. руб.	301,28
В т.ч.:	
Затраты на производство щепы, тыс. руб.	168,07
Затраты на заготовку деловой древесины, тыс. руб.	133,21
Себестоимость 1 м ³ деловой древесины, руб.	128,83
Себестоимость 1 м ³ технологической щепы, руб.	162,54
Выручка от реализации круглого леса, руб.	723750
Затраты на производство арболита, тыс.руб.	1275,1
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	3014,55
Прибыль, тыс. руб.	1438,17
Уровень рентабельности, %	47,7

Общая сумма капитальных вложений на приобретение техники 6988 тыс.руб. Срок окупаемости капитальных вложений $(6\ 988,0 : 1438,17) = 4,9$ года.

Следовательно, рентабельность лесозаготовительного производства при интенсификации заготовки древесины составит – 47,7%. Выручка от реализации готовой продукции возрастет в 4,2 раза.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Одной из главных проблем Кузоватовского лесничества является недоиспользование расчетной лесосеки по мягколиственному хозяйству и большое количество низкокачественной древесины и отходов лесозаготовки, которые не находят применения. Организация переработки такой древесины на лесосеках позволит получить дополнительную продукцию, создать дополнительные рабочие места, повысить эффективность лесной отрасли, а также уменьшить негативное влияние на экологическую и пожароопасную ситуацию в лесах.

Фактический объем заготовки мягколиственной древесины в лесничестве за 2016 год составил 18,4 тыс. м³, что всего лишь 30,8% от допустимого изъятия древесины. Большое количество низкокачественной древесины и древесных отходов образуется в процессе лесозаготовки, что составляет 66 тыс. м³ (47%). Это ценное сырье в настоящее время нигде не используется.

Состав древостоя и объем образования неиспользуемой древесной биомассы позволяет организовать на лесосеке производство технологической щепы, из которой мы предлагаем в последующем изготовление арболитовых блоков по ГОСТ Р 54854-2011.

В условиях лесничества мы предлагаем комплексную разработку лесосеки в два приема с одновременным получением технологической щепы на основе использования отечественной и зарубежной техники. Трактор МТЗ-82 с харвестерной головкой Беларусь 1221МЛХ производит валку деревьев, обрезает сучья и раскряжевывает хлысты. После вывозки деловой древесины с разработанной пасеки на эту пасеку заходит мобильная рубительная машина Беларусь МР-25-02, которая собирает лесосечные отходы и перерабатывает их в технологическую щепу. Затем щепы перегружаются в щеповоз повышенной вместимости с задней разгрузкой САТ-140 и отправляется на производство.

Из всей произведенной на лесосеке щепы мы предлагаем изготовить арболитовые блоки. Технология их изготовления состоит из нескольких

операций: в бетоносмеситель загружаются в определенной последовательности щепа, цемент с добавками и вода с растворенными химическими добавками. Раствор перемешивается и закачивается в бункер, откуда подается в вибропресс. Затем заливается в формы, где происходит уплотнение массы. Сформированные блочные изделия укладываются на стеллажах, где сушатся и набирают прочность.

Расчет экономической эффективности проектируемых мероприятий показывает, что затраты на разработку лесосеки составят 301,28 тыс. руб., на производство арболита – 1275,1 тыс. руб. Выручка от реализации готовой продукции составит 3014,55 тыс.руб. Возможная прибыль выразится суммой 1438,17 тыс. руб. Рентабельность производства – 47,7%. Выручка от реализации готовой продукции в результате осуществления проекта возрастет в 4,2 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдразаков Ф.К., Кузнецов Р.Е. Пути использования низкосортной древесины // Тракторы и сельхозмашины, 2004. № 11. С 7 8.
2. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. - М.: Лесная промышленность, 1981.-536 с.
3. Атрохин В.Г., Кузнецов Г.В. «Лесоводство», Агропромиздат,1989г.
4. Бегунков О.И., Выводцев Н.В. Использование низкотоварной древесины и отходов лесопромышленного производства: практическое руководство. - Хабаровск: Издательство Хабаровского государственного технического университета, 2003. - 132 с.
5. Васильев С.Б. Обоснование технологии и оборудования производства щепы при неистощительном лесопользовании. Автореферат дисс. докт. техн. наук. СПб.: ЛТА, 2002.- 36 с.
6. Виногоров Г.К. Технология лесозаготовок: Учебник, 1989. -С.25- 230.
7. Галактионов О.Н. Метод линейных пересечений при оценке объемов отходов лесозаготовок, «Лесной журнал», 2008г, № 5.
8. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы (утв. постановлением Правительства РФ от 15.04.2014г. №318).
9. ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него».
10. ГОСТ Р 54854-2011 «Бетоны легкие на органических заполнителях растительного происхождения».
11. ГОСТ 3243-88 Дрова. Технические условия.
12. ГОСТ 16361-87 Мука древесная. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1998. - 15 с.
13. ГОСТ 10632-89 Плиты древесностружечные. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 2003. -21 с.
14. ГОСТ 26816 - 86 Плиты цементно-стружечные. Технические условия.

15. ГОСТ 17462-84 Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1983. - 11 с.
16. Дементьев А.В. Стратегия развития лесного комплекса России до 2020 года (лесная промышленность) // Лесная газета. – 2008. - № 61 (9911). – 2 с.
17. Дитрих В.И., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Корпачев В.П. Оценка объемов и возможные пути использования отходов лесозаготовок на примере Красноярского края.
18. Дрова по европейски // Информационно-аналитическая газета Ярославский регион, 2010. № 26. С. 21.
19. Журнал «Деловой лес», №9 (93), сентябрь 2008 г.
20. Иванов В.А., Вовченко Н.Д. Самоходное и прицепное оборудование для измельчения древесины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number1/34-36.pdf.
21. Использование отходов древесины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00010114_0.html.
22. Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Грачев И.А. Производство топливной щепы с помощью лесного комбайна с харвестерной головкой. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.lesopromyshlennik.ru>.
23. Коперин Ф.И. Использование низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок, М.: Лесн. Пром-сть, 1970, 248 с.
24. Коробов В.В. Пневматический транспорт и погрузка технологической щепы, М.: Лесная промышленность, 1974. - 176 с.
25. Коробов В.В., Рушнов Н.П. Переработка низкокачественного древесного сырья (проблемы безотходной технологии).—М.: Экология, 1991.—288с.
26. Коротаев Э.И., Клименко М.И. «Использование древесных опилок». Лесная промышленность, 1974г.-144 с.
27. Куницкая О.А., Григорьев И.В. К вопросу рационального использования НКД / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория

и практика. Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции 03-05 июня 2014 г. № 3 часть 4 (8-4). Воронеж: ВГЛТА. 2014. С. 147-151. DOI: 10.12737/4358/

28. «Лесной Кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 №200-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017).

29. Лесохозяйственный регламент Кузоватовского лесничества. Ульяновсклесопроект. Ульяновск, 2014 г.

30. Ле Чунг Хиеу. Расчет объема производства и использования низкокачественной древесины, дров и отходов. С-Пб.: «Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии», 240 с. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://spbftu.ru/izvestia/archive/index.php?lang=rus>.

31. Машина рубильная Беларусь МР-25, МР-25-02 с бункером. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mozyrmash.by>.

32. Методы оценки ресурсов древесных отходов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://studopedia.ru/3_87806.

33. Мохирев А.П., Зырянов М.А. Технология лесосечных работ с сортировкой порубочных остатков древесины. Лесосибирск: Россия, 2015. С.119-122.

34. МТЗ 1221МЛХ. Беларусь-1221МЛХ. Машина лесная МТЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mtz- html>.

35. Никишов В.Д. «Комплексное использование древесины». Учебник для вузов. М.: Издательство «Лесная промышленность», 1985 г.

36. Оборудование для производства арболита. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://popenobloky.ru/proizvodstvo/oborudovanie-dlia-arbolita.html>.

37. Песоцкий А.Н., Ясинский В.С. «Рациональное использование древесины в лесопилении». Лесная промышленность, 1977г.- 128 с.

38. Полуприцеп щеповоз САТ-140. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.satpricep.ru/cat02_sat-140.htm.

39. «Проект организации и развития лесного хозяйства Старомайнского лесничества» Том 1. Объяснительная записка. Ульяновск, 1994 г.
40. СН 549-82 «Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита».
41. Станилевич В.С.«Переработка древесины в цехах ширпотреба». М., Лесная промышленность, 1980г.- 64 с.
42. Технология производства разных видов биотоплива. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru-bio.ukrbio.com/ru/articles/2346/>.
43. Топливные пеллеты — что это такое и из чего их делают. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://moikotly.ru/kotly/pellety.html>.
44. Трактор Беларусь МПТ-461.1 Технические характеристики погрузчика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogruzchiki.com>.
45. Федоренчик А.С., Мохов С.П. и др. Технология и оборудование комплексного использования древесного сырья (практикум).—Минск: БГТУ, 2014. С.63-68.
46. Холодков В. С. Использование отходов лесозаготовок для производства древесного топлива. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bellona.ru/filearchive/fil_Holodkov_BELLONA.pdf.