

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА» (СЛИ)

МИНИСТЕРСТВО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА
РЕСПУБЛИКИ КОМИ

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
И ОБЪЕДИНЕННАЯ РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУКЕ
СОВЕТА БАРЕНЦЕВА ЕВРО-АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

*Посвящается 95-летию Республики Коми
и 65-летию высшего лесного образования в Республике Коми*

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов России
по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям
подготовки бакалавров и магистров 35.03.02, 35.04.02 (250400)
«Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»*

СЫКТЫВКАР 2015

УДК 628.543
ББК 20.18
М54

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом
Сыктывкарского лесного института

Утверждено к печати редакционно-издательским советом
Сыктывкарского лесного института

Авторы:

О. А. Конык, кандидат технических наук (руководитель проекта); **В. В. Жиделева**, доктор экономических наук (отв. редактор); **В. С. Пунгина**, кандидат экономических наук; **Н. В. Белозёрова**, кандидат экономических наук; **Т. Л. Леканова**, кандидат химических наук; **И. В. Левина**, кандидат экономических наук; **Н. Г. Кокшарова**, старший преподаватель; **П. В. Мусихин**, заведующий лабораторией; **И. Н. Полина**, кандидат химических наук; **М. В. Миронов**, кандидат химических наук; **М. В. Цыгарова**, кандидат технических наук; **А. А. Гибез**, кандидат экономических наук; **Н. Ф. Пестова**, старший преподаватель; **А. Н. Кривошеин**, старший преподаватель

Рецензенты:

В. В. Володин, доктор биологических наук,
заместитель председателя Коми НЦ УрО РАН;
С. А. Рубцова, доктор химических наук,
заместитель директора Института химии Коми НЦ УрО РАН

М54 **Методология и практика чистого производства** : учебное пособие /
О. А. Конык, В. В. Жиделева, В. С. Пунгина [и др.] ; отв. ред. В. В. Жиделева ; Сыкт.
лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. — 196 с.
ISBN 978-5-9239-0655-4

В учебном пособии представлены теоретические основы чистого производства, позволяющие на базе принципов и требований, предъявляемых к сырью, энергоресурсам, технологическому процессу, установкам, выявить экологические проблемы предприятий, оценить степень их воздействия на объекты окружающей среды, показать способы генерации идей по улучшению производства, их отбора с использованием современных методов. На конкретных практических примерах показана возможность создания чистого производства на предприятии: от формирования целей, задач, критериев, этапов оценки состояния окружающей среды до отбора идей и разработки бизнес-проектов. Предложена методика расчета экономических показателей (объема инвестиций для реализации проекта, индекса доходности, окупаемости инвестиций и пр.), приведены примеры бизнес-проектов. Принципиальное значение имеют теоретико-методологические и практические исследования экологических проблем предприятий лесопромышленного комплекса.

Пособие предназначено для студентов экологических, экономических и технических специальностей и направлений подготовки, а также для лиц, заинтересованных в бизнес-планировании в соответствии с методологией чистого производства.

УДК 628.543
ББК 20.18

ISBN 978-5-9239-0655-4

© СЛИ, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА	9
1.1. СУЩНОСТЬ ТЕРМИНОВ «БЕЗОТХОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО» И «ЧИСТОЕ ПРОИЗВОДСТВО»	9
1.2. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕЗОТХОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ «ЧИСТОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В РОССИИ	10
1.3. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА	12
1.4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОСТАВНЫМ ЧАСТЯМ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА	14
1.4.1. Аппаратурное оформление, сырье, энергоресурсы и готовая продукция	14
1.4.2. Технологический процесс	15
1.4.3. Организация производства	16
1.5. МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ	18
1.6. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	20
1.7. ЭТАПЫ РАБОТ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА	24
<i>Контрольные вопросы</i>	25
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЯ	26
2.1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ И ЭТАПЫ ОЦЕНКИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	27
2.2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБРАЩЕНИЯ С ДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	29
2.3. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ (ДОМОСТРОИТЕЛЬНОМ) ПРЕДПРИЯТИИ	35
<i>Контрольные вопросы</i>	41
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	42
3.1. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (ПРИМЕР 1)	43
3.2. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА (ПРИМЕР 2).....	47
3.3. АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОПАДАНИЯ ФЕНОЛОВ В СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ (ПРИМЕР 3)	50
3.4. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЗАМКНУТОГО ВОДООБОРОТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВАРКИ СМОЛЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ (ПРИМЕР 4).....	53
<i>Контрольные вопросы</i>	56
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА (ОЦЕНКИ) СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ	57
4.1. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	57

4.2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ	61
<i>Контрольные вопросы</i>	63
ГЛАВА 5. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА. БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ.....	64
5.1. ПОНЯТИЕ ПРОЕКТА. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКТОВ	64
5.2. ЦЕЛИ И СТРАТЕГИЯ ПРОЕКТА «ЧИСТОЕ ПРОИЗВОДСТВО». СТРУКТУРА ПРОЕКТА	66
5.3. ФАЗЫ И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОЕКТА	68
5.4. КОМАНДА ПРОЕКТА	69
5.5. РАЗРАБОТКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА	72
5.6. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ БИЗНЕС-ПЛАНОВ	74
5.7. ПРОЦЕССЫ И ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ.....	79
<i>Контрольные вопросы</i>	82
ГЛАВА 6. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	83
6.1. ВИДЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И ОЦЕНКА ИХ ФИНАНСОВОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ	83
6.2. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И ИХ РАНЖИРОВАНИЕ	86
<i>Контрольные вопросы</i>	97
ГЛАВА 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ СОЗДАНИЯ БИЗНЕС-ПЛАНОВ ПО ЧИСТОМУ ПРОИЗВОДСТВУ	98
7.1. БИЗНЕС-ПЛАН ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	98
7.2. БИЗНЕС-ПЛАН СОЗДАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК	110
7.3. БИЗНЕС-ПРОЕКТ ПО ПЕРЕВОДУ МАЗУТНОЙ КОТЕЛЬНОЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА	119
7.4. БИЗНЕС-ПЛАН ПЕРЕВОДА КОТЕЛЬНОЙ СЫКТЫВКАРСКОГО ЛЕСНОГО ИНСТИТУТА НА БИОТОПЛИВО (ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ)	123
7.5. ПРЕЗЕНТАЦИЯ БИЗНЕС-ПЛАНА.....	141
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	147
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ И ПРАКТИКИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	150
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. МАТЕРИАЛЬНЫЕ И ТЕПЛОВЫЕ БАЛАНСЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК, ПЕЛЛЕТ И БРИКЕТОВ	174
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.....	186

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Методология и практика чистого производства» является результатом работы российских ученых по адаптации тренинга «Чистое производство» для студентов высших учебных заведений. Тренинг был разработан норвежским обществом дипломированных инженеров и научно-технических специалистов ТЕКНА в начале 1990-х годов и успешно опробован на предприятиях Норвегии. С 1994 года тренинг проводится на промышленных предприятиях России как дополнительное образование специалистов в рамках Программы двустороннего сотрудничества России и Норвегии в области охраны окружающей среды и направлен на снижение загрязнений.

Чистое производство представляет собой постоянно действующую модель постепенного улучшения состояния окружающей среды за счет разработки и внедрения экономически выгодных и экологически значимых мероприятий (проектов), направленных на улучшение энерго- и ресурсоэффективности производства. Энергоэффективность можно определить как эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов: снижение количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве, достижение экономически оправданной эффективности применения топливно-энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. Ресурсоэффективность может быть определена как максимальное увеличение поставок конкретного актива или товара для эффективного функционирования при наименьших затрачиваемых усилиях или расходах. Исходя из того, что сырье извлекается из недр и используется для производства основных товаров для потребления человеком, ресурсоэффективность может быть представлена как достижение максимума результатов при минимальных затратах материалов и энергии. Улучшение ресурсоэффективности также неразрывно связано с понятиями «зеленой экономики» и устойчивого развития.

Таким образом, улучшение эффективности использования ресурсов и энергии может сыграть важную позитивную роль, обеспечивая увеличение производства товаров и услуг с меньшими затратами, что снизит нагрузку на нашу хрупкую окружающую среду и предоставит возможность замены расточительных и неэффективных технологий.

Несомненной заслугой авторов является то, что издание было поддержано Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств». Однако считаю, что оно может быть востребовано и другими техническими и экономическими направлениями подготовки, так как в

его основу положен междисциплинарный подход, который позволяет студентам комплексно решать задачи, связанные с охраной окружающей среды и устойчивым развитием территории.

Я. А. Цыганков, генеральный директор
Центра чистого производства и устойчивого развития, Москва

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Методология и практика чистого производства» выполнено при финансовом содействии правительства Швеции в рамках совместного проекта «Введение методологии “Чистое производство” и аспектов устойчивого потребления в образовательные программы учебных заведений Баренцева региона России» Рабочей группы по окружающей среде и Объединенной рабочей группы по образованию и науке Совета Баренцева Евро-Арктического региона.

Учебное пособие предназначено для внедрения методологии «Чистое производство» в образовательные программы учебных заведений Северо-Запада Российской Федерации.

Дисциплина «Методология и практика чистого производства» — это курс, в котором изучаются организационные подходы, экономические инструменты и методические основы управления качеством окружающей среды в условиях перехода к устойчивому социально-экономическому развитию. Дисциплина основывается на междисциплинарном подходе и тесно связана с экологическими, экономическими, социальными и техническими дисциплинами. Обучение во многом строится на исследовательском методе, в ходе которого студенты самостоятельно организуют оценку состояния объектов окружающей среды на предприятиях, а также поисковую деятельность для решения новых экологических проблем.

Цель изучения дисциплины — ознакомить студентов с теоретическими основами чистого производства, позволяющими на базе принципов, требований, предъявляемых к сырью, энергоресурсам, технологическому процессу, установкам, выявить экологические проблемы предприятий, оценить степень их воздействия на объекты окружающей среды; показать способы генерации идей по улучшению производства, их отбора с использованием современных методов и разработкой бизнес-планов, связанных с улучшением экологической ситуации на предприятиях, внедрением наилучших доступных технологий.

При освоении дисциплины студенты познакомятся с возможностями создания чистого производства на предприятии, методикой отбора идей и технологиями разработки бизнес-проектов, методикой расчета экономических показателей (объема инвестиций для реализации проекта, индекса доходности, окупаемости инвестиций и пр.), примерами разработанных бизнес-проектов.

Изучение дисциплины в течение одного семестра предусматривает лекционный курс по освоению методологии чистого производства, практические занятия, в т. ч. с использованием компьютерных презентаций, самостоятельную работу студентов с завершением курса разработкой бизнес-проекта по актуальной и требующей решения экологической проблеме и презентационной защитой своего предложения.

На практических занятиях студенты закрепляют знания по оценке деятельности предприятия, функционирования оборудования, технологических процессов, ресурсо- и энергосбережению на уровне предприятия, расчету экономических показателей для инвестирования бизнес-проектов. Обучающиеся анализируют экологические стандарты, нормативы и применяют их для целей ресурсо- и энергосбережения, предотвращения загрязнения окружающей среды. Их научат выявлять, формулировать экологические проблемы и принимать решения по внедрению инновационных проектов, способствующих повышению экологической безопасности современных предприятий и организаций.

Для выполнения практических работ могут использоваться данные, полученные студентами во время прохождения производственной практики на предприятиях и в организациях. Интерес представляют также данные, полученные ими самостоятельно во время стажировок и работы на предприятиях.

Авторы выражают благодарность за помощь при подготовке учебного пособия:

Цыганкову Яну Александровичу, генеральному директору Центра чистого производства и устойчивого развития, г. Москва;

Викторовой Ольге Николаевне, советнику Центра чистого производства и устойчивого развития, г. Москва;

Седусовой Наталии Михайловне, начальнику международного отдела Сыктывкарского лесного института;

Гутий Людмиле Николаевне, ведущему специалисту международного отдела Сыктывкарского лесного института.

[Дополнительную информацию можно найти на сайтах:](#)

http://www.beac.st/en	Объединенная Рабочая группа по образованию и науке Совета Баренцева Евро-Арктического региона
https://www.tekna.no/	Компания ТЕКНА, Норвегия
www.http://ruscp.ru/	Центр чистого производства и устойчивого развития
www.http://biotoprk.ru/	Сайт биоэнергетики в Республике Коми
http://rkomi.ru/top/org_isp/min/minprom/bio/	Министерство промышленности и транспорта Республики Коми
www.sli.komi.com	Сыктывкарский лесной институт

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Сущность терминов «безотходное производство» и «чистое производство»

Анализ развития различных производств и динамики использования природных ресурсов, образования загрязняющих веществ и отходов производства и потребления привел человечество к неизбежному выводу: дальнейшее развитие производств, а также общества в целом не может осуществляться на базе исторически сложившихся традиционных экстенсивных технологических процессов без учета экологических ограничений и требует принципиально нового подхода. Этот подход получил название «**безотходная технология**», а позднее «**чистое производство**». Его основой являются рациональное, наиболее полное использование природных ресурсов и стремление к максимально возможной цикличности материальных потоков. Этот подход подсказан самой природой [4].

В достаточно полном виде понятие «безотходная технология» было сформулировано на Общеевропейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды (Женева, 1979 г.). На совещании была принята специальная «Декларация о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов», в которой говорится: *«Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду»* [3].

Развитие представлений об окружающей среде и рациональном природопользовании, а также практические задачи по созданию и внедрению безотходных производств привели к необходимости сформулировать новое определение безотходной технологии, которое и было принято на семинаре Европейской экономической комиссии по малоотходной технологии (Ташкент, 1984 г.). Рекомендации ташкентского семинара рассмотрены и одобрены на заседании Старших советников правительств европейских стран при ЕЭК по окружающей среде и направлены всем странам-участницам. В них говорится: *«Безотходная технология — это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования»* [23].

Под **малоотходным** понимается такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами; при этом по техническим, организа-

ционными, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

В настоящее время после проведения «Семинара по стимулированию чистого производства» (ЮНЕП, Кантенбери, Великобритания, 17—20 сентября 1990 г.) в европейских странах в основном применяется термин «чистое производство». Термин «чистое производство» был введен на заседании рабочей группы ЮНЕП в 1989 г. Было дано следующее определение **чистого производства**: «...это производство, которое характеризуется непрерывным и полным применением к процессам и продуктам природоохранной стратегии, предотвращающей загрязнение окружающей среды таким образом, чтобы понизить риск для человечества и окружающей среды.

Применительно к процессам, **чистое производство** — это рациональное использование сырья и энергии, исключение применения токсичных сырьевых материалов, уменьшение количества и степени токсичности всех выбросов и отходов, образующихся в процессе производства.

С точки зрения продукции, **чистое производство** означает уменьшение ее воздействия на окружающую среду в течение всего жизненного цикла (продукта) от добычи сырья до утилизации (или обезвреживания) после использования.

Чистое производство достигается путем улучшения технологии, применением ноу-хау и/или путем изменения управления производством и его организации» [Там же].

Чистое производство — это прибыльный метод превентивной защиты окружающей среды. Его цель — сокращение загрязнения и отходов путем внедрения мер, которые экологически значимы и экономически выгодны.

1.2. Эколого-экономическая эффективность безотходных производств и реализация программы «Чистое производство» в России

Создание безотходных (чистых, зеленых) производств в России, да и вся природоохранная деятельность всегда сталкивались с сопротивлением промышленников, особенно в условиях рыночной экономики, поскольку требовали больших затрат. Так, затраты на природоохранные цели электростанции, работающей на угле, в среднем составляют треть стоимости самой электростанции. Затраты других производств на эти цели не меньше. Однако устойчивое развитие общества невозможно без рационального использования природных ресурсов и сохранения окружающей среды, пригодной для комфортной жизни людей и всего живого. В настоящее время производство должно оцениваться с точки зрения его эколого-экономической эффективности, т. е. с учетом его влияния на окружающую среду и наше здоровье. Методов такой оценки много, и они постоянно совершенствуются.

В системе «ресурсы — производство — продукция — отходы — воздействие на природные системы» длительное время основное внимание уделялось снижению ресурсоемкости продукции. При эколого-экономическом подходе внимание должно быть сконцентрировано на двух последних блоках. При этом отходы должны рассматриваться не только как загрязнители природной среды, но и как ценные для экономической системы природно-техногенные и техногенные ресурсы, вторичное сырье, экономическая эффективность и экологическая безопасность переработки которого может быть существенно выше, чем первичного сырья [5, с. 59].

В связи с принятием большинством стран специального природоохранного законодательства и программ по стимулированию чистого производства сама концепция и определение чистого производства имеют важное практическое значение. Сегодня существенны *экономические методы стимулирования*, связанные с налоговыми льготами, льготным кредитованием выпуска экологически чистой продукции, внедрением технологических процессов и производств, снижающих отрицательное воздействие на окружающую среду, и, наоборот, введением специального налогообложения экологически вредной продукции и соответствующих производств.

Соглашение между правительствами России и Норвегии по сотрудничеству в области охраны окружающей среды, подписанное в 1992 г., открыло возможность использования отечественными предприятиями новейших мировых разработок, направленных на повышение экономической эффективности производства с одновременным решением задач по охране окружающей среды. Российская сторона приняла предложенную норвежскими инженерами *методологию чистого производства*, переработала ее с учетом наилучшего применения в России, и в 1994 г. *программа «Чистое производство»* (далее — Программа) начала выполняться для предприятий и организаций Северо-Западного региона России. Целью Программы явилось обучение инженерно-технического персонала отечественных предприятий различных отраслей промышленности и сельского хозяйства методам экономии всех видов ресурсов, сокращения вредных выбросов в окружающую среду и таким образом производства более чистой продукции. Обучение по Программе проводилось так, чтобы чтение лекций сочеталось с активным практическим тренингом будущих специалистов. Для внедрения, координации совместных усилий и управления программой «Чистое производство», ее распространения в России был создан Российский Центр (РЦ) «Чистое производство» (в настоящее время — Центр чистого производства и устойчивого развития, г. Москва), зарегистрированный как автономная некоммерческая организация, осуществляющая свою деятельность при поддержке Министерства природных ресурсов и экологии РФ и региональных властей.

Организаторы Программы стараются заинтересовать руководство предприятий в решении проблем, стимулировать их экологическую деятельность благодаря разработке и реализации проектов «Чистое производство». Они прекрасно понимают, что добиться абсолютно чистого производства невозможно,

поэтому реальную цель Программы видят во внедрении на предприятиях **«наилучших доступных технологий»** (НДТ) [10]. В федеральном законе № 219-ФЗ от 21.07.2014 г. (современная редакция федерального закона «Об охране окружающей среды») прописана версия термина «наилучшая доступная технология» — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения [Там же]. В статье 28.1 ФЗ № 219 показано, что применение наилучших доступных технологий направлено на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Стратегия НДТ является прямым результатом исследований и опыта, связанного с разработкой принципов чистого производства, главный из которых — предотвращение загрязнений в источнике образования, в «начале трубы». При этом используется комплексный интегрированный подход как к предотвращению образования загрязняющих веществ и отходов, так и контролю над ними. Вместе с тем традиционно действующая в России система установления нормативов на сбросы в водоемы, выбросы в атмосферу и размещение отходов основывается на принципах санитарно-гигиенического нормирования, акцентируя внимание предприятий на стратегию осуществления природоохранных мероприятий в конце технологического цикла, «в конце трубы». Результатом являются жесткие, чаще всего недостижимые нормативы и лимиты, приводящие к высоким платежам за природопользование и не стимулирующие снижение загрязнения окружающей среды.

1.3. Принципы создания чистого производства

Экологически чистое производство базируется на следующих основных принципах.

1) **Локальность** — ограничение появления и вредного воздействия загрязняющих веществ местом их образования. В любом технологическом процессе образуются загрязнения, поэтому основной производственной задачей является минимизация объемов образования загрязняющих веществ и отходов производства и локализация их в замкнутом объеме техногенного объекта. Например, сжигание природного газа в рабочем пространстве металлургической печи при плохом смешении его с окислителем (кислородом воздуха) приводит к образованию выброса с повышенным содержанием оксида углерода, при этом использование автоматизированных горелок с качественной подготовкой смеси природного газа с воздухом позволяет снизить содержание в продуктах горения оксида углерода до допустимой экологической нормы.

2) **Превентивность** — предотвращение образования загрязняющих веществ и отходов на стадиях производства. Каждое производство состоит из ряда последовательных стадий, при этом продукт определенной стадии потребля-

ется на следующей стадии и во многом определяет экологические последствия процессов переработки. К примеру, низкое качество подготовки металлического лома (разделка, сортировка, обезвреживание, брикетирование) является причиной образования при его плавке значительных выбросов вредных веществ.

3) **Системность** — реализация экономически обоснованных способов предотвращения, сокращения, нейтрализации загрязняющих веществ на всех стадиях производства: от подготовки исходного сырья до получения товарного продукта. Совершенствование производства при реализации принципов локальности и превентивности логически приводит к необходимости применения системного подхода к повышению экологической безопасности всех стадий переработки для получения изделия высокого качества.

4) **Эколого-экономическая и социальная оценка принимаемых решений.** Любое решение по развитию производства должно основываться на анализе экологических балансов (материального, энергетического). Оценка экономической выгоды с учетом экологических ограничений позволяет выделить наиболее проблемные переделы (стадии) и сосредоточить на них основное внимание, все технико-технологические решения должны соответствовать социальным критериям их реализации.

5) **Комплексный подход к выбору оптимального варианта предотвращения загрязнения.**

6) **Финансовая обеспеченность** — наличие необходимых финансовых средств для реализации принимаемых решений.

7) **Прибыльность** — выгодность мероприятий по предотвращению загрязнений, сокращению объемов их образования и переработке образующихся отходов.

8) **Непрерывность** — последовательная реализация проектов, программ и планов в их постоянном развитии при переходе к экологически чистому производству.

К числу важнейших среди вышеперечисленных принципов, делающих исключительно привлекательным решение данной проблемы в рамках конкретных предприятий, относится *принцип прибыльности*, кратко формулируемый как «предотвращение загрязнения — выгодно». Это означает, что любому предприятию предотвращение или уменьшение загрязнения окружающей среды оказывается выгоднее несения расходов на улавливание загрязняющих веществ, обезвреживание, размещение отходов или платежей за негативное воздействие. Преобразование производства, разработка новых технологий должны быть нацелены на то, чтобы добиться работы предприятий с минимальным расходом ресурсов и минимальным вредным воздействием на окружающую среду.

Выгоды, получаемые предприятием от организации экологически чистого производства, сводятся к следующим.

В сфере охраны окружающей среды:

- сокращение ресурсоемкости производства;
- сокращение землеемкости производства за счет уменьшения необходимости складирования отходов;

- сокращение выбросов, сбросов загрязняющих веществ, уменьшение количества отходов.

В сфере охраны труда:

- улучшение условий труда на рабочем месте, повышение безопасности рабочего места;

- уменьшение риска для здоровья персонала;

- повышение уровня привлекательности работы для молодежи.

В сфере экономики:

- сокращение затрат на сырье, энергию, топливо, воду;

- сокращение затрат на очистку сточных вод, пыле- и газообразных выбросов, утилизацию отходов;

- сокращение транспортных расходов;

- уменьшение экологических платежей и штрафов;

- улучшение качественных характеристик продукции;

- снижение себестоимости продукции;

- рост прибыли.

В отношениях с населением:

- улучшение имиджа предприятия, создание благоприятного общественного мнения;

- сокращение жалоб населения на деятельность предприятия в административные органы.

Таким образом, ***чистое производство олицетворяет собой стратегию предотвращения загрязнения окружающей среды***, выполнение которой осуществляется посредством экономически выгодных мер, ведущих к улучшению состояния окружающей среды.

Организация по достижению экологически чистого производства предусматривает обязательное привлечение к участию в ней администрации, создание комиссии по выработке регламента, а также рабочей группы для проведения анализа, выявления проблем, разработки и решения конкретных задач по внедрению проектов чистого производства на предприятии.

1.4. Требования, предъявляемые к составным частям чистого производства

1.4.1. Аппаратурное оформление, сырье, энергоресурсы и готовая продукция

Чистое производство предъявляет новые требования:

- 1) к аппаратурному оформлению и технологическим процессам;
- 2) сырьевым и энергетическим ресурсам;
- 3) выпускаемой продукции [4].

1. Требования к аппаратурному оформлению и технологическим процессам:

- разработка принципиально новых аппаратов, в т. ч. позволяющих совмещать в одном аппарате несколько технологических процессов;
- оптимизация размеров и производительности;
- герметизация;
- использование новых конструкционных материалов, позволяющих увеличить долговечность аппаратов, уменьшить их массу и т. д.

2. Требования к сырью и энергоресурсам:

- обоснованность качества, в частности, использование сырья и материалов, например воды или сырья строго определенного качества;
- предварительная подготовка сырья и топлива: извлечение наиболее токсичных компонентов, например серы из топлива;
- замена высокотоксичных материалов, например ртути, кадмия, свинца на менее токсичные вещества при производстве красителей, катализаторов, элементов питания и других изделий и материалов;
- возможность замены сырья и энергоресурсов на возобновимые, нетрадиционные, местные, попутно добываемые и др.

3. Требования к готовой продукции, включая побочную и попутно образующуюся:

- безопасность;
- длительность использования;
- обеспечение возможности и условий для возвращения продукции в производственный цикл после физического и морального износа. Так, германская компания Volkswagen стала первой, взявшей на себя обязательство принимать обратно вышедшие из употребления автомобили для последующей их утилизации;
- биоразлагаемость при попадании в окружающую природную среду, например биоразлагаемые пакеты;
- удобство использования, ремонта, утилизации и т. д.

1.4.2. Технологический процесс

Технологические процессы в чистом производстве должны обеспечить:

- существенное снижение или практическое исключение образования отходов и, следовательно, отрицательного воздействия на окружающую среду;
- комплексное использование всех компонентов сырья и максимально возможное использование потенциала энергоресурсов. Практически все сырьевые источники являются многокомпонентными, и в среднем более трети их стоимости приходится на сопутствующие элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной переработке. Требование комплексного использования сырья в настоящее время возведено в ранг государственной политики.

Современные требования к технологическому процессу предусматривают:

- применение безводных методов обогащения и переработки сырья на месте его добычи;

- использование гидрометаллургических методов переработки руд и отходов;
- внедрение окислительно-восстановительных технологий с применением кислорода, водорода, озона, электрического тока;
- применение в технологии сверхвысоких давлений и температур;
- использование плазменных процессов;
- замену химических процессов с использованием кислот и щелочей на механические методы, например при очистке поверхностей;
- замену проточных процессов противоточными;
- внедрение высокоэффективных мембранных, ионообменных, экстракционных и других методов для разделения и выделения ряда высокоценных и токсичных веществ;
- максимальную замену первичных сырьевых и энергетических ресурсов вторичными;
- создание энерготехнологических процессов. Комбинирование технологических и энерготехнологических процессов позволяет увеличивать производительность агрегатов, экономить энергоресурсы, сырье и материалы;
- внедрение непрерывных процессов;
- интенсификацию и автоматизацию процессов и т. д.

1.4.3. Организация производства

При проектировании чистого производства предъявляются особые требования к самой его организации.

1. В соответствии с принципом системности **каждый отдельный процесс на предприятии рассматривается как элемент более сложной производственной системы**, а на более высоком иерархическом уровне — **как элемент всей эколого-экономической системы**. В качестве примера можно привести создание в различных отраслях экономики замкнутых водооборотных систем, являющихся составной частью чистого производства. Раньше при проектировании производства водоснабжение, использование воды для различных технологических нужд, очистка сточных вод рассматривались отдельно. Результат — нерациональное использование водных ресурсов. На современных предприятиях при создании замкнутых водооборотных систем водоподготовка, использование и очистка воды рассматриваются одновременно с основными технологическими процессами. Образующиеся при очистке сточных вод осадки перерабатываются в продукцию или используются в виде вторичного сырья, например, на целлюлозно-бумажном предприятии осадки используются в качестве сырья для сжигания на ТЭЦ. В результате очистка сточных вод из вспомогательной операции превращается в основной технологический процесс.

Серьезные изменения претерпел и взгляд на качество воды, используемой в технологических процессах. Исторически сложилось так, что при разработке технологических схем применялась вода питьевого качества. Вода из обычных

источников в подавляющем большинстве случаев удовлетворяла технологов, а использованную воду просто сбрасывали в водоемы и только позднее стали направлять на очистные сооружения. Но оказалось, что для многих технологических процессов можно использовать техническую воду. Поэтому вопросом первостепенной важности при создании замкнутых водооборотных систем стала разработка научно обоснованных требований к качеству воды для всех технологических операций и рациональное, многократное, каскадное ее использование.

2. **Цикличность потоков веществ**, например, создание водооборотных и газооборотных циклов. Важнейшие из них — замкнутые водооборотные циклы, которые формируют производственную систему по аналогии с природным круговоротом воды. При этом должно соблюдаться следующее требование: водоснабжение и очистка сточных вод рассматриваются как единая система водного хозяйства предприятия или региона. В основу технического водоснабжения должно лечь многократное использование воды сначала без очистки, а затем уже частично очищенной до качества, определяемого условиями использования. Очистка сточных вод должна в первую очередь ориентироваться на регенерацию локальных потоков отработанных технологических растворов. Методы очистки должны обеспечивать одновременно извлечение и утилизацию ценных компонентов.

3. Возможность **комбинирования производств** на основе комплексного использования сырья и энергоресурсов.

4. Применение **отраслевой кооперации производств** на основе переработки и утилизации вторичных ресурсов.

5. Создание **безотходных территориально-производственных комплексов или эколого-промышленных парков**, в рамках которых складываются наиболее благоприятные условия для кооперирования различных производств таким образом, чтобы отходы одних предприятий использовались другими, а также для решения транспортных проблем, размещения жилых массивов и рекреационных территорий.

6. **Рациональная организация производства**, при которой увеличение объема производства и расширение номенклатуры выпускаемой продукции не приводят к невосполнимым потерям природных ресурсов в регионе. Производство в данном случае должно оптимизироваться одновременно по энерготехнологическим, экономическим, экологическим и социальным параметрам.

7. Образование **региональных систем (или центров) по переработке и обезвреживанию отходов**. Это мусоросортировочные центры, мусоросжигательные заводы, центры по утилизации отходов, полигоны.

Главное в чистом производстве — не захоронение и утилизация отходов, а организация технологических процессов таким образом, чтобы отходы не образовывались в самом производстве. Ведь отходы производства — это часть неиспользованного или недоиспользованного сырья, полуфабрикатов, бракованная продукция, осадки и шламы очистных сооружений. Конечной целью

чистого производства является максимально возможное удовлетворение потребностей людей в пище, одежде, жилье и т. д. без ухудшения, а иногда и с улучшением среды обитания, т. е. **устойчивое развитие общества**.

1.5. Методы, используемые для оценки состояния окружающей среды при планировании чистого производства на предприятии

Для оценки состояния объектов окружающей среды можно использовать ряд специфических методов анализа [10]:

- 1) анкетирования и интервьюирования;
- 2) с использованием материальных балансов и технологических расчетов;
- 3) на основе экспертных оценок;
- 4) картографического;
- 5) с использованием фото- и видеосъемки;
- 6) инвентаризации технологических процессов предприятия;
- 7) экологического аудита нормативной и статистической информации и др.

Рассмотрим эти методы.

1. Метод анкетирования и интервьюирования

Анкетирование является одним из основных методов качественного сбора, анализа, оценки и ранжирования экологических проблем, а также методом полуколичественного и качественного описания приоритетных проблем, позволяющих разработать адресные рекомендации и предложения. Суть анкетирования заключается в следующем:

- на первом этапе составляется список основных направлений и аспектов экологической деятельности по данным опроса компетентных представителей, отмечают наличие или отсутствие деятельности в данном направлении;
- на втором этапе составляются сводки и подтверждаются документами;
- на третьем этапе разрабатываются предложения по развитию и повышению эффективности экологической деятельности.

Интервьюирование может применяться на протяжении всей программы экологической оценки, и оно связано с контактом аудиторов (оценщиков) и представителей предприятия. На этапе планирования программы экологической оценки информация собирается со слов представителей природоохранной службы, далее — при проведении обзорных туров по территории предприятия (интервью непосредственных участников различных производственных служб).

2. Метод с использованием материальных балансов и технологических расчетов

Данный метод является наиболее ценным, так как позволяет составить полную картину и определить эффективность предлагаемых мер по охране среды. Составление и анализ системы материальных балансов основных компо-

нентов сырья и материалов, воды и загрязняющих веществ позволяет оценить фактическое воздействие, контролируемое и не контролируемое по отдельным источникам, отходам и т. д.

Балансовая схема материальных потоков в системе «производство — окружающая среда» достаточно сложна и должна учитывать много нюансов. При составлении балансовой схемы выделяют следующие материальные потоки:

- сбросы; выбросы; неиспользуемые отходы;
- контролируемые; неконтролируемые, которые, в свою очередь, делятся на организованные и неорганизованные;
- дополнительные: регулируемые с наличием методов и средств контроля, нормативы и лимиты (ПДВ, НДС, лимиты на размещение отходов).

Система материальных балансов, описывающих воздействие на окружающую среду, включает следующие уравнения:

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4;$$

$$M_4 = M_c + M_b + M_o,$$

где $M_1 + M_2$ — исходное сырье; M_3 — продукт переработки; M_4 — потери производства; M_c — стоки; M_b — выбросы загрязняющих веществ; M_o — отходы производства.

Пользуясь балансовой схемой, можно выделить отдельные воздействия, применяя различную окраску линий потоков, а также регулируемые сбросы загрязняющих веществ.

3. Метод на основе экспертных оценок

Наиболее часто экспертные оценки используют для изучения риска возникновения событий и ситуаций. Суть метода заключается в оценке различных рассматриваемых параметров по балльной системе и сравнении с эталонными значениями.

4. Картографический метод

Разработка и использование ситуационных планов промышленных площадок и карт-схем позволяет обобщить и организовать исходные данные, собрать разнородную информацию. Этот метод характеризуется наглядностью и доступностью для всех категорий пользователей, удобством использования по сравнению с табличными и текстовыми материалами, возможностью показа сложных взаимосвязей между источниками образования загрязняющих веществ, источниками сбросов и выбросов, отходами и местами их размещения, изменениями состояния окружающей среды и системой мониторинга и контроля воздействия на окружающую среду.

5. Метод с использованием фото- и видеосъемки

Фотосъемка и видеосъемка с большой эффективностью могут применяться в качестве дополнительных к картографическому методу. Материалы фото- и видеосъемки наглядно и информативно характеризуют фактически существующую экологическую ситуацию, например, состояние нарушенных террито-

рий, аварийное воздействие на окружающую среду, неорганизованные источники выбросов, сбросов, несанкционированное размещение отходов, низкую эффективность экологического контроля. Этот метод позволяет документально оценить ситуацию, он прост и доступен для реализации, требует немного времени и весьма эффективен.

6. Метод инвентаризации производства предприятия

Сущность метода заключается в обследовании источников образования, сбора, хранения, утилизации отходов, источников выбросов, сбросов загрязняющих веществ, а также в анализе эффективности работы рекуперационных установок и очистных сооружений.

7. Метод экологического аудита нормативной и статистической информации

Метод предусматривает анализ проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР), проектов предельно допустимых выбросов (ПДВ), проектов нормативов допустимого сброса (НДС), форм статистической отчетности 2ТП-отходы, 2ТП-воздух, 2ТП-водхоз на предмет выявления перечня, объемов образования отходов, их сбора, хранения, утилизации; перечня и объемов выбросов загрязняющих веществ, их улавливания рекуперационными установками; перечня и объемов сбросов загрязняющих веществ, работы очистных сооружений. Метод позволяет понять степень загрязнения окружающей среды отходами, выбросами и сбросами загрязняющих веществ.

1.6. Эколого-экономические критерии оценки воздействия на окружающую среду

В целях оценки и анализа степени негативного воздействия экономического развития на окружающую среду и результативности экологической деятельности на национальном, территориальном, отраслевом и корпоративном уровнях используется большое количество эколого-экономических критериев, как правило, не носящих обязательного нормативного характера, однако имеющих большое значение при планировании и контроле [4]. В зависимости от назначения они по-разному называются и группируются. Например, к ним относятся критерии:

- устойчивого развития;
- экологической безопасности;
- экологичности и природоёмкости и др.

В целом они ориентированы на улучшение соответствующих эколого-экономических показателей.

Среди эколого-экономических показателей выделяются:

- количественные и качественные;
- абсолютные и относительные;
- собственно экологические, социально-экологические, эколого-экономические.

Количественные эколого-экономические показатели предполагают использование физической или стоимостной величины измерения (т, шт., руб. и т. д.), **качественные** — измеряются в баллах, степени удовлетворенности или неудовлетворенности субъектов и т. д.

Абсолютные эколого-экономические показатели измеряются в принятых единицах (т, м³, шт., га, руб. и т. д.), **относительные** — демонстрируют соотношение абсолютных показателей (т/руб., руб./т, руб./руб. и т. д.).

Собственно экологические показатели отражают состояние различных природных сред в районе расположения предприятия (осуществления производства); **социально-экологические** — состояние здоровья людей; **эколого-экономические** — состояние производства.

К абсолютным собственно экологическим показателям относятся:

1) показатели состояния атмосферного воздуха:

- максимальные разовые и среднегодовые уровни загрязнения атмосферы вредными веществами (мг/м³, доли ПДК);
- кислотность атмосферных осадков (ед.);

2) показатели состояния водных объектов:

- использование подземных и поверхностных вод (м³/год);
- максимальные разовые уровни загрязнения водных объектов вредными веществами (мг/л, доли ПДК);
- среднегодовые уровни загрязнения водных объектов вредными веществами (мг/л, доли ПДК);

3) показатели состояния почвы:

- количество объектов размещения отходов (ед.);
- объем накопленных отходов (м³);
- площадь нарушенных земель (га);

4) показатели состояния растительного и животного мира:

- общая площадь лесных вырубок (га);
- численность промысловых зверей (тыс. голов) и др.

К абсолютным эколого-экономическим показателям относятся:

1) показатели охраны и рационального использования атмосферного воздуха:

- объем выбросов загрязняющих веществ, в т. ч. организованными и неорганизованными источниками (т);
- объем уловленных и утилизированных веществ (т);

2) показатели охраны и рационального использования водных объектов:

- объем потребления воды (м³/год);
- объем сбросов загрязняющих веществ (м³/год);
- объем уловленных и утилизированных веществ (м³/год);

3) показатели охраны и рационального использования земельных ресурсов:

- площадь нарушенных и оработанных земель (га);
- объем восстановленных земель (га);

4) экологические затраты:

- затраты на природоохранную деятельность (руб.);
- ущерб, нанесенный окружающей природной среде (руб.);
- платежи за загрязнение окружающей среды (руб.);
- плата за использование природных ресурсов (руб.) и др.

К **абсолютным социально-экологическим показателям** относятся:

- уровень заболеваемости персонала предприятия или окружающего населения (количество случаев);
- уровень смертности персонала (количество случаев);
- рождение физически или интеллектуально неполноценного потомства (количество случаев) и др.

К **эколого-экономическим показателям**, рассчитываемым на предприятиях как соотношение абсолютных показателей в стоимостном выражении, относятся:

- коэффициент экологической опасности продукции;
- коэффициент экологической опасности технологии (производства).

Коэффициент экологической опасности продукции определяется как отношение фактических экологических издержек, связанных с производством, переработкой и утилизацией продукции, к рыночной цене данной продукции. Если величина коэффициента больше 1, то экономический ущерб от негативного воздействия на окружающую среду превышает уровень экологических затрат, связанных с продукцией, и ее создание экономически нецелесообразно. *Коэффициент экологической опасности технологии (производства)* рассчитывается как отношение фактических экологических издержек к объему реализации всей выпущенной продукции. Если его величина больше 1, то экономический ущерб от негативного воздействия на окружающую среду превышает уровень экологических затрат, связанных с данной технологией (производством), и ее применение (осуществление) нецелесообразно.

На уровне регионального развития между социосферой, техносферой и биосферой происходит обмен веществом, энергией, информацией. Поэтому наряду с критерием социально-экономической эффективности рассматривают биосферосовместимость развития социосферы и техносферы [6, с. 54].

В последнее время в целях оценки экологичности и природоёмкости производства (отношения стоимости использованных природных ресурсов к стоимости созданной и реализованной продукции) зарубежные и отечественные ученые и специалисты предприятий все шире овладевают методом *анализа эко-эффективности* (в западной литературе принят термин *MIPS-анализ*, что означает «материальный вход на единицу услуги или полезного продукта»), основанным на концепции «дематериализации», позволяющей переключиться с рассмотрения экологически опасных «выходов» производственных процессов или продуктовых цепей (выбросов, сбросов, отходов, расположенных в конце производства или потребления) на анализ «входов» отдельных процессов или про-

дуктовых цепей в целом. В данном контексте слово «полезность» указывает на то, что продукт имеет рыночную ценность. Показатель *MIPS* определяется по формуле, предложенной в 1992 г. Курцем Гефасстом:

$$MIPS = MI/S,$$

где *MI* — материальный «вход», т. е. сумма всех входящих материальных потоков, включая те материалы, которые требуют энергии для своего производства; измеряется в единицах массы; *S* — количество выпускаемой продукции; ее размерность может быть разной.

MIPS можно использовать как критерий для сокращения расхода природных ресурсов или материального входа, *MI*, или для увеличения срока службы и надежности эксплуатации конечного продукта, *S*. При этом следует помнить, что чем больше величина *MIPS*, тем выше «экологическая цена единицы продукции» или тем больше невидимый груз природных ресурсов, или «экологический рюкзак», который «несет» эта продукция.

Методика *MIPS*-анализа, или анализа *FACTOR X*, была разработана специалистами *Wuppertal Institute* (Германия). Институт основан в 1991 г. федеральной землей Северный Рейн-Вестфалия как некоммерческий научный центр. К настоящему времени ее разработчики получили показатели удельной ресурсоемкости (*MI*-числа) для целого ряда природных и искусственных материалов, а также для некоторых видов энергии и транспорта. *MI*-числа для основных природных материалов различны: например, для дерева 1,2, для большинства искусственных материалов около 5, для алюминия 85, для меди 500, для золота 540 000. Вещества, которые получают в результате повторного использования природных материалов, имеют существенно меньшие значения *MI*-числа, чем первичные природные или искусственно созданные, например поливинилхлорид. При расчете и изучении эколого-экономических показателей для различных производств видно, что их экологическая чистота не одинакова и зависит от множества факторов, в частности, таких, как используемое сырье, применяемые технологии, квалификация кадров, общий уровень развития производства, степень его безопасности и т. д. Различные производства не одинаково воздействуют на различные природные среды (атмосферный воздух, почву, землю, воду, биоресурсы), их негативное техногенное влияние имеет разные формы (загрязнение в виде выбросов или сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов, электромагнитное, тепловое, шумовое воздействие, изъятие природных ресурсов из хозяйственного оборота), не одинаковы интенсивность и опасность негативных последствий разных видов воздействия на окружающую природную среду, которые зависят от объема (массы) поступающих в природу вредных веществ, степени их токсичности, места выброса (сброса, размещения).

1.7. Этапы работ по реализации стратегии экологически чистого производства

Для реализации стратегии чистого производства на предприятии необходимо обозначить цель и задачи проекта, определить критерии оценки состояния действующего производства, подобрать методы оценки, наметить этапы оценки производства (рис. 1).

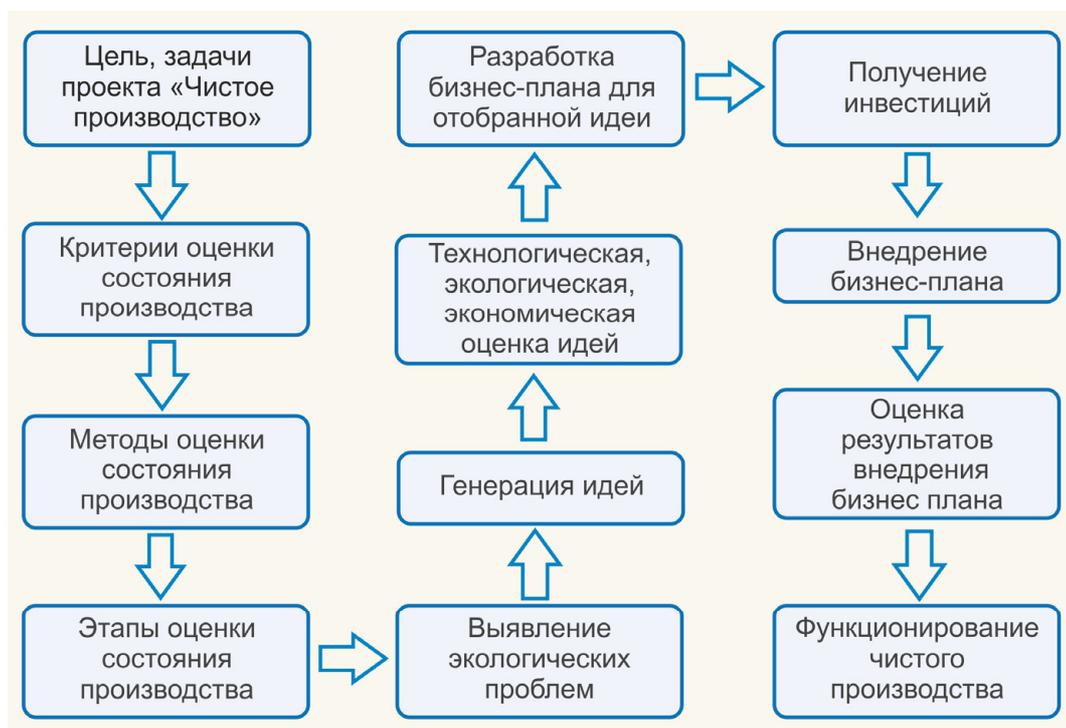


Рис. 1. Общие этапы реализации стратегии чистого производства на предприятии

Все это позволит выявить основные экологические проблемы на действующем предприятии и приступить к генерации различных идей для решения выявленных проблем. Далее предусматривается оценить предложенные идеи с технологической, экологической и экономической точек зрения, чтобы выбрать наиболее выгодный вариант для внедрения, который будет предметом для разработки бизнес-плана. Разработанный бизнес-план позволит получить инвестиции для реализации чистого производства на предприятии.

На рис. 2 показано, какие методы можно использовать для выявления и формулирования экологических проблем на предприятии: инвентаризацию производства, экологический аудит проектов допустимого выброса (ПДВ) загрязняющих веществ (ЗВ), нормативов допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ, нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР), анализа качественных характеристик загрязнения атмосферного воздуха, сточных вод и земельных ресурсов.

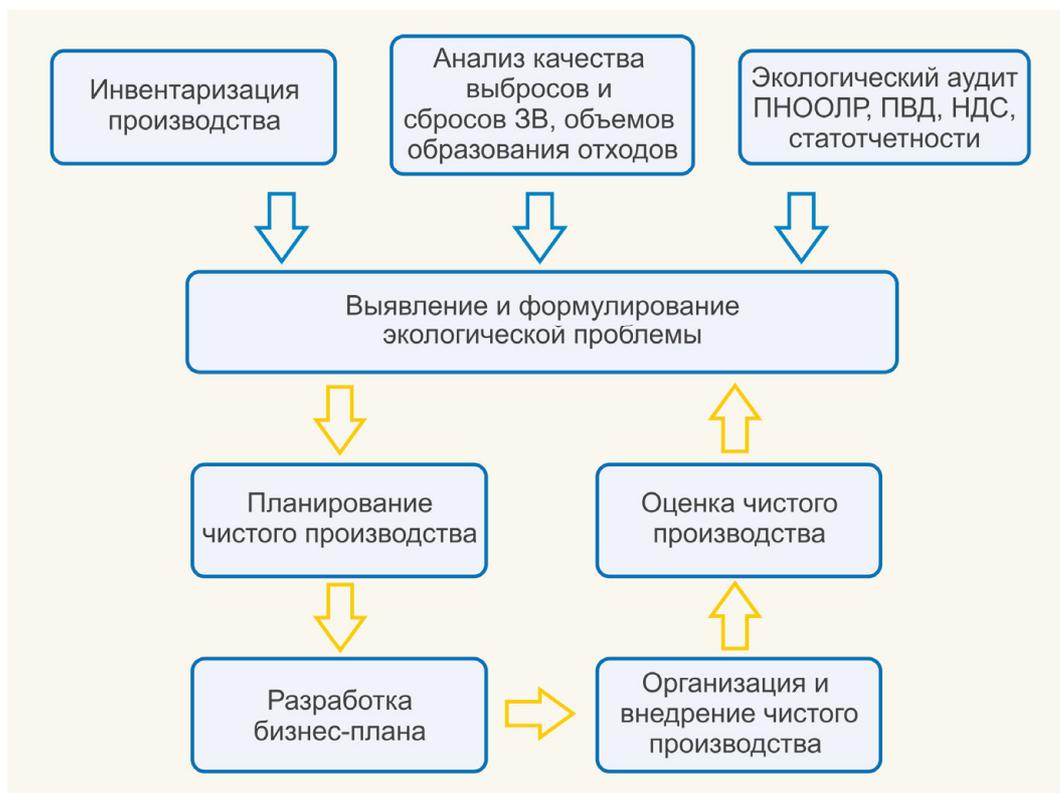


Рис. 2. Этапы работ по реализации стратегии экологически чистого производства с детализацией выявления экологических проблем

Контрольные вопросы

1. Кем и когда был введен термин «чистое производство»?
2. Что понимают под термином «чистое производство»?
3. Какие выгоды в сфере охраны окружающей среды получит предприятие при внедрении чистого производства?
4. Какие экономические методы стимулирования применяют при внедрении чистого производства на предприятиях?
5. Какой российский нормативный документ ввел понятие «наилучшие доступные технологии»?
6. Какова сущность термина «наилучшие доступные технологии»?
7. На каких принципах базируется экологически чистое производство?
8. Что обозначает термин «превентивность»?
9. Какие требования предъявляются к сырью и энергоресурсам при организации чистого производства на предприятии?
10. Какие требования предъявляются к технологическому процессу при организации чистого производства на предприятии?
11. Какие методы используют для оценки состояния окружающей среды при планировании чистого производства на предприятии?
12. В чем сущность метода инвентаризации производства?
13. Какие эколого-экономические критерии оценки воздействия на окружающую среду существуют?
14. В чем суть методики *MIPS*-анализа?
15. Какие существуют этапы стратегии реализации чистого производства на предприятии?

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЯ

Обращение с отходами — деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. В настоящее время деятельность в области обращения с отходами актуализирована в соответствии с современными требованиями [15].

Полномочия органов местного самоуправления различных уровней прописаны в федеральном законе № 131 от 06.10.2003 г. [14]. Из статьи 15 закона видно, что вопросами утилизации бытовых и промышленных отходов должны заниматься органы местного самоуправления муниципальных районов (рис. 3).

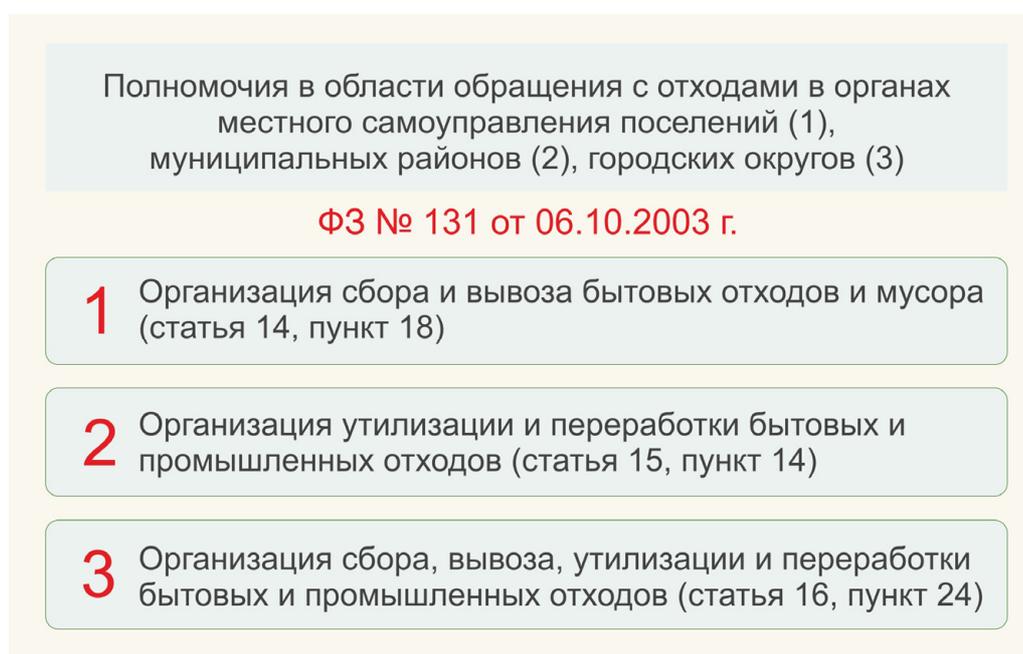


Рис. 3. Полномочия различных муниципальных органов в области обращения с отходами

Так, в Республике Коми для координации усилий по решению проблем с отходами возникла крайняя необходимость создания эффективной системы управления отходами производства и потребления. С этой целью под руководством Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми (Минприроды РК) в республике разработаны и утверждены:

- Концепция по обращению с отходами производства и потребления в Республике Коми [18];
- долгосрочная республиканская целевая программа «Обращение с отходами производства и потребления в Республике Коми (2012—2016 годы)» [12];
- муниципальные программы по обращению с отходами производства и потребления.

Стратегической целью Концепции по обращению с отходами производства и потребления в Республике Коми является определение основных направлений и перспектив развития государственной политики Республики Коми в области обращения с отходами. Основная цель Концепции — разработка программных мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления, обеспечивающих снижение негативного воздействия отходов на окружающую среду и создание комфортной среды обитания для населения.

2.1. Цель, задачи, критерии, методы и этапы оценки обращения с отходами на территории муниципального образования

Для разработки методологии внедрения чистого производства на территории муниципального образования необходимо провести оценку состояния обращения с отходами.

Цель оценки: анализ состояния обращения с отходами на территории муниципального образования.

Задачи оценки:

- 1) выявить и проанализировать объемы и виды образования отходов;
- 2) проанализировать использование и утилизацию отходов;
- 3) обозначить экологические проблемы при обращении с отходами;
- 4) генерировать и оценить идеи чистого производства;
- 5) предложить стратегию управления отходами;
- 6) разработать и реализовать бизнес-планы по внедрению чистого производства.

Критерии оценки обращения с отходами в муниципальном районе приведены на рис. 4.

Методы оценки:

- 1) экологический аудит нормативной и статистической информации;
- 2) инвентаризация обращения с отходами на лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятиях муниципального района;
- 3) фотосъемка мест сбора и хранения отходов.

Этапы реализации методологии оценки обращения с отходами в муниципальном районе и разработки бизнес-планов создания чистого производства показаны на рис. 5.

Ожидаемый результат оценки: выявление экологических проблем обращения с отходами в муниципальном районе (на предприятии) и разработка стратегии управления отходами.



Рис. 4. Критерии оценки обращения с отходами в муниципальном районе (МР)

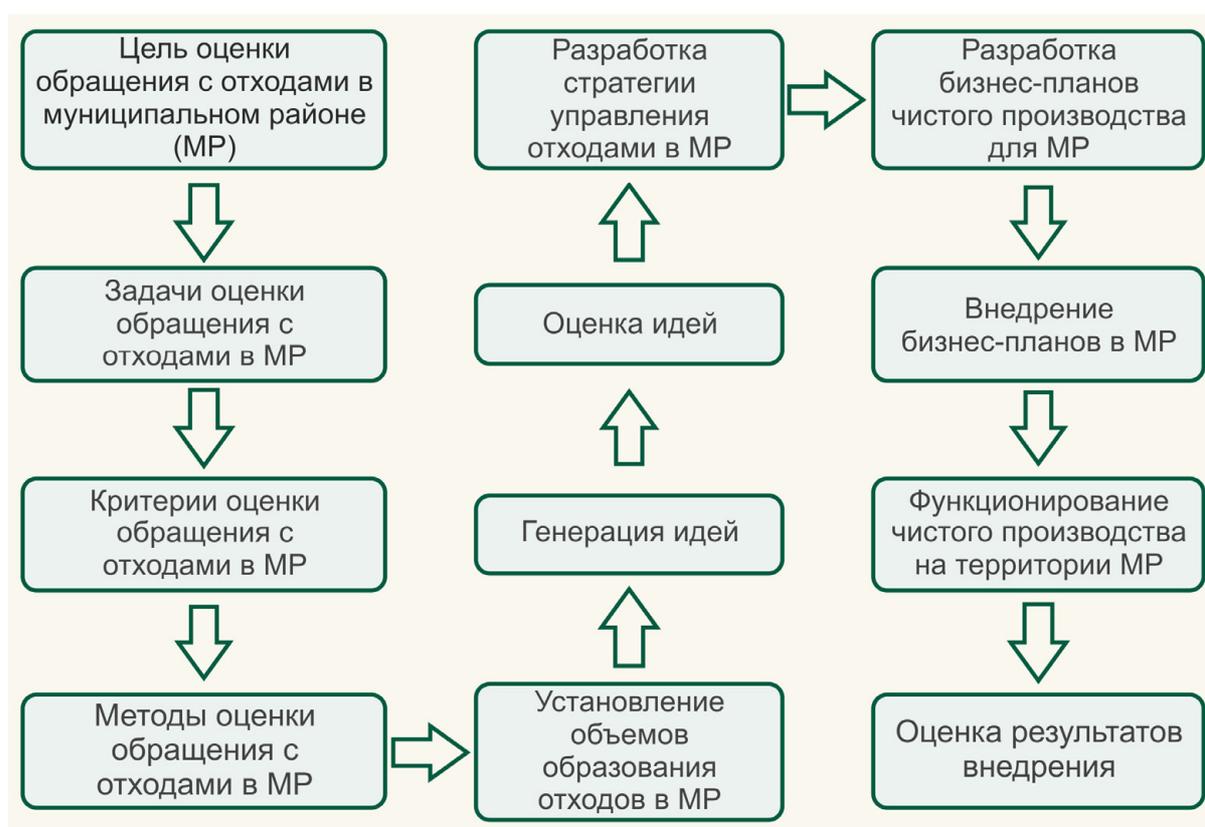


Рис. 5. Этапы реализации методологии оценки обращения с отходами в муниципальном районе (МР) и разработки бизнес-планов создания чистого производства

2.2. Методология оценки обращения с древесными отходами на территории муниципального образования

В связи с тем, что экономика большинства муниципальных образований Республики Коми ориентирована на лесозаготовку и деревообработку, на их территориях скопилось огромное количество древесных отходов, которые необходимо рационально использовать, причем не на уровне отдельных предприятий, а в целом на уровне муниципальных образований. Для разработки методологии внедрения чистого производства на территории муниципального образования необходимо провести оценку состояния обращения с древесными отходами.

Цель оценки: анализ состояния обращения с древесными отходами лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств в одном из муниципальных образований Республики Коми.

Задачи оценки:

- 1) составить реестр лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий;
- 2) проанализировать объемы и виды образования древесных отходов на предприятиях;
- 3) предложить способы утилизации отходов и провести их оценку;
- 4) представить стратегию управления древесными отходами;
- 5) разработать, внедрить и оценить реализацию бизнес-плана(ов) утилизации древесных отходов.

Для характеристики отходов в муниципальном образовании выбираем четыре критерия оценки.

Критерии оценки:

- 1) виды отходов;
- 2) объемы образования древесных отходов;
- 3) материальный баланс;
- 4) топливно-энергетический баланс при лесозаготовке и деревообработке древесины.

Методы оценки:

- 1) экологический аудит нормативной и статистической информации;
- 2) инвентаризация обращения с древесными отходами лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств муниципального образования.

Ожидаемый результат: выявление объемов образования древесных отходов в муниципальном образовании и разработка стратегии управления древесными отходами с учетом технико-экономического обоснования (ТЭО).

Древесные отходы производства представляют собой отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки и классифицируются по трем основным признакам: виду древесных отходов (породному составу, типу отходов, размерам), отраслевой принадлежности и области применения (приложение 1). Наи-

большую ценность среди них представляют крупнокусковые отходы (длиной более метра) в виде стволов малоценной древесины, реек, горбыля, обрезки пиломатериалов и заготовок, карандаши. Менее ценными являются кусковая мелочь и мягкие древесные отходы, использование которых ограничено.

Общий объем образования древесных отходов производства в Российской Федерации (на 2015 г.) оценивается в 15—20 млн м³, а объем использования — в 8—13 млн м³, главным образом за счет крупных кусковых отходов [9]. В процессе лесозаготовки с 1 га получается 250 м³ неокоренной древесины, образуется 130 м³ лесосечных отходов и остается около 60—80 м³ отходов в виде пней. При измельчении лесосечных отходов можно получить до 110—120 м³ щепы, которую можно использовать в качестве древесного топлива для ТЭЦ или котельных. Круглая неокоренная древесина при поступлении на лесопильный завод или целлюлозно-бумажный комбинат обеспечивает получение 40—60 м³ отходов коры, которые также можно направить на ТЭЦ для производства электрической энергии в количестве 85—100 МВт · ч и тепловой энергии в количестве 170—200 МВт · ч (рис. 6).

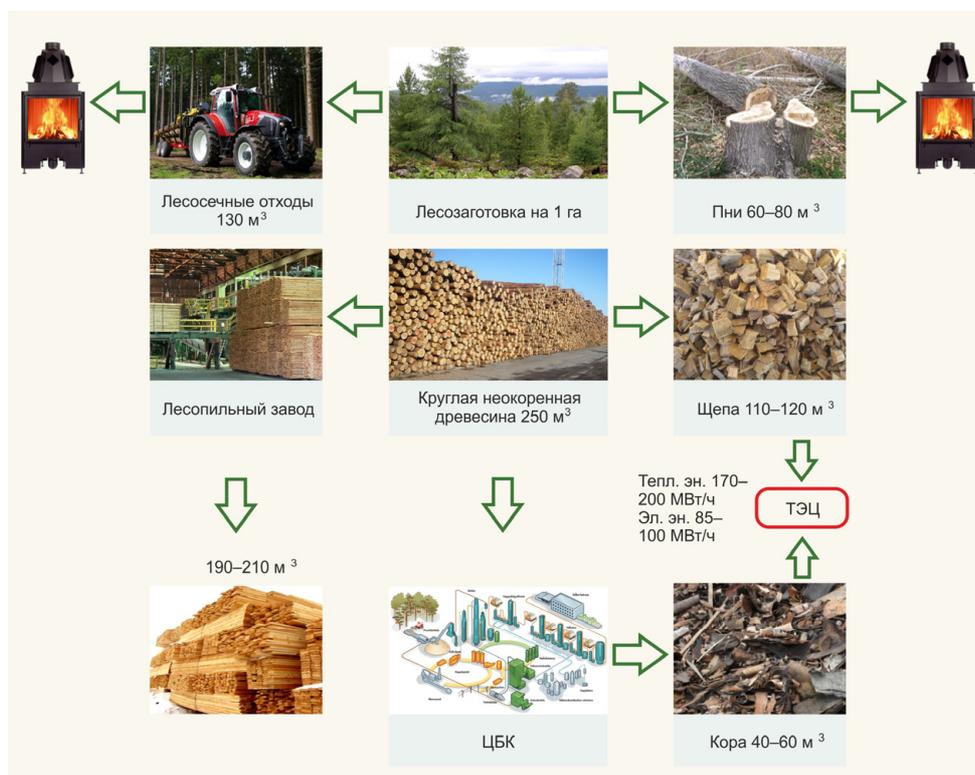


Рис. 6. Материальный и топливно-энергетический баланс при заготовке древесины с 1 га

В случае расположения лесозаготовительного, лесопильного, целлюлозно-бумажного производств и ТЭЦ на близлежащих территориях получается четкая интегрированная система поставок сырьевых материалов и утилизации древесных отходов в качестве топлива. Использование древесных отходов в качестве топливной древесины может осуществляться лесохозяйственной компанией,

отдельной организацией, занимающейся поставками древесного топлива, или мелкими предпринимателями. На лесопильном заводе при производстве 1 м^3 пиломатериалов используется до $2,27 \text{ м}^3$ круглых лесоматериалов, при этом затрачивается до $70 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ электроэнергии и образуется до $0,66 \text{ м}^3$ технологической щепы, которая направляется на целлюлозно-бумажное производство для получения бумаги, а $0,27 \text{ м}^3$ отходов коры и $0,3 \text{ м}^3$ опилок можно использовать в качестве сырья для обеспечения котельной установки, производящей до $0,9 \text{ ГДж}$ тепла (рис. 7).



Рис. 7. Материальный и топливно-энергетический баланс типичного лесопильного завода в расчете на 1 м^3 сухих пиломатериалов

В табл. 1 на примере одного из муниципальных районов Республики Коми показаны объемы образования кусковых и мягких древесных отходов при лесопилении, они составляют около $55,2 \text{ тыс. м}^3$. Кроме того, в результате деятельности перечисленных предприятий образуется еще около $28,8 \text{ тыс. м}^3$ отходов коры, щепы и древесного мусора (табл. 2). Древесные резервы района только по пяти предприятиям исчисляются в $84,0 \text{ тыс. м}^3$.

В настоящее время одним из актуальных вопросов в районах лесозаготовок Республики Коми является заинтересованность предпринимателей в вывозе отходов к легальным местам складирования. И это несмотря на то, что в Кодекс об административных правонарушениях РФ [7] в конце 2009 г. были внесены

поправки, предполагающие крупные штрафы за несоблюдение требований по обращению с отходами. Сумма штрафа, которую уже сегодня можно предъявить нарушителям, оценивается в 100—250 тыс. руб. Необходимо создать условия, чтобы бизнес выполнял требования законодательства: после переговоров с предпринимателями принять решение на уровне субъектов федерации о компенсации транспортных расходов по доставке сырья к месту складирования за счет выгодоприобретателя — производителя гранул, брикетов либо собственника котельной.

Табл. 1. Объемы образования отходов лесопиления в муниципальном районе, м³

Наименование предприятия	Кусковые отходы				Опилки	Итого отходов
	горбыль	рейки	отрезки	итого		
Предприятие 1	4 424,3	1 231,3	480,0	6 135,7	4 173,9	10 309,6
Предприятие 2	3 678,6	1 023,8	399,1	5 101,4	3 470,4	8 571,8
Предприятие 3	1 642,4	457,1	178,2	2 277,6	1 549,4	3 827,0
Предприятие 4	2 580,9	718,3	280,0	3 579,1	2 434,8	6 013,9
Предприятие 5	7 248,2	2 017,2	786,4	10 051,8	6 837,9	16 889,7
Другие предприятия	4 105,9	1 142,7	445,5	5 694,1	3 873,5	9 567,6
Итого по муниципальному району	23 680,3	6 590,4	2 569,2	32 839,7	22 339,9	55 179,6

Табл. 2. Объемы образования прочих древесных отходов в муниципальном районе, м³

Наименование предприятия	Щепа	Мусор	Кора
Предприятие 1	6 013,0	122,7	368,1
Предприятие 2	4 999,4	102,0	306,1
Предприятие 3	2 232,0	45,6	136,7
Предприятие 4	3 507,5	71,6	214,7
Предприятие 5	9 850,8	201,0	603,1
Итого	28 774,3	26 602,7	1 628,7

Можно констатировать, что в республике в настоящее время есть заинтересованные предприниматели, которые готовы взять в управление муниципальные котельные и модернизировать их с переводом на древесные отходы или древесное топливо (брикеты, пеллеты). Ежегодно в Коми производится около 700 тыс. м³ пиломатериалов [9]. Крупные предприятия, как правило, используют отходы производства (опилки, стружки, щепу) в качестве топлива в котельных для собственных нужд. Малый бизнес большей частью вывозит их на нелегальные свалки или просто в лес, нарушая требования экологического законодательства. Промышленные полигоны для хранения древесных отходов в муниципальных районах практически отсутствуют. Для решения этой проблемы Министерство развития промышленности и транспорта РК разработало республиканскую программу по использованию древесных отходов, предполагающую создание в районах мест временного складирования древесных отхо-

дов с привлечением финансирования из республиканского бюджета за счет программы охраны окружающей среды, а также средств бизнеса. Кроме того, в Республике Коми необходимо утвердить типовой порядок обращения с древесными отходами для муниципальных районов и городских округов, поскольку на местные власти сегодня возложены полномочия по организации системы обращения с древесными отходами [Там же]. Тогда во всех муниципальных образованиях бизнес и власть будут работать по единым правилам.

Площадки для складирования древесных отходов, которые планируется организовать в рамках таких программ, оборудуются бетонным покрытием, обнесены забором, имеют систему сбора поверхностных вод и систему пожаротушения. Создание таких площадок может идти двумя путями. Так, может быть организовано муниципальное предприятие — оператор полигона или коммерческая структура. Второй вариант приемлем в случае, если предприниматели планируют самостоятельно перерабатывать отходы. Например, можно использовать отходы в качестве топлива для муниципальной котельной, которую можно взять в оперативное управление, либо создать производство по выпуску биотоплива (пеллет, брикетов). В этом случае будет решена серьезная проблема — обеспечение производства сырьем. Вместе с тем на региональном уровне необходимо решить вопрос с тарифами на древесные отходы, что позволит заинтересовать лесозаготовителей и деревообработчиков поставлять или отдавать отходы на утилизацию.

В число производителей и поставщиков топливной древесины могут входить предприниматели-владельцы лесозаготовительных машин и транспортных средств, лесопереработчики, владельцы котельных и предприниматели, занимающиеся поставками древесного топлива. Древесное топливо они могут продавать как самостоятельно, так и через сеть. Такие предприятия оказывают положительное влияние на конкуренцию в данной сфере. Для теплоснабжения небольших районных теплоцентралей, отдельно стоящих муниципальных зданий, школ, а также эксплуатации и обслуживания котельных установок такая предпринимательская модель теплоснабжения будет наиболее приемлемой (рис. 8). Кроме древесных отходов, на территориях муниципальных районов скопились большие объемы отработанных автопокрышек, масел, аккумуляторов и прочих отходов автомобилей и лесозаготовительной техники. Их утилизацию на территории муниципальных районов тоже можно предусмотреть.

Система производства древесного топлива из отходов включает ряд последовательных операций, выполняемых для переработки биомассы в коммерческое топливо и его транспортировки от источника образования в котельную, ТЭЦ. Основные этапы: закупка, рубка, транспортировка от места рубки к дороге, измельчение, измерение, вторичная транспортировка от дороги на предприятие для производства топлива. В качестве одного из этапов подготовки топливной древесины является ее измельчение, которое может осуществляться на придорожной или погрузочной площадке, по месту рубки леса, на терминале или на территории предприятия, где располагается энергетическая установка (рис. 9).

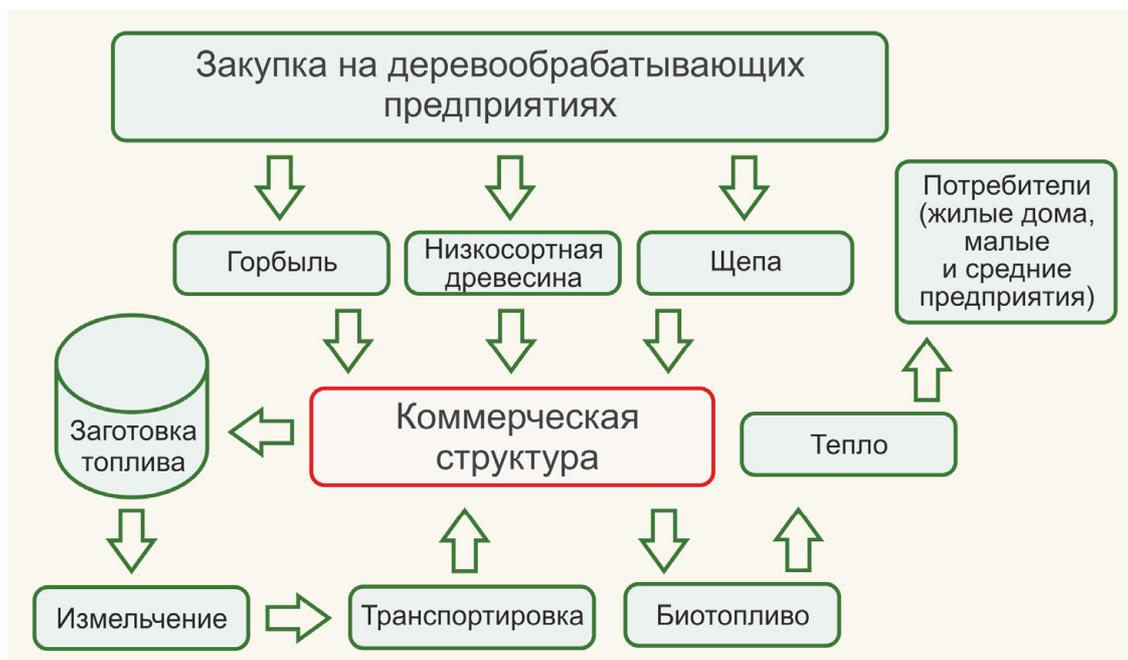


Рис. 8. Деятельность мелких предпринимателей Республики Коми в сфере производства тепловой энергии



Рис. 9. Варианты измельчения древесных отходов

Лесосечные отходы перевозятся на придорожную погрузочную площадку с прилегающей к терминалу территории круглогодично. Отходы складироваются и высушиваются в течение следующего лета для улучшения качества топлива. Так же круглогодично происходит процесс измельчения древесных отходов, на-

пример до щепы, которая затем поставляется потребителю в муниципальную или частную котельную. Вариант измельчения отходов на терминале предусматривает перевозку по местности, складирование и сушку, измельчение древесных отходов и перевозку щепы транспортом на электростанцию. Эти работы аналогичны этапам заготовки при измельчении на придорожной площадке. Измельчение по месту вырубки основывается на применении одной машины для измельчения древесных отходов на лесосеке, которая на месте рубки леса измельчает древесные отходы в щепу и подает их в контейнер, а затем перевозит щепу в контейнере на площадку для выгрузки или на придорожную площадку. Далее щепка транспортируется в больших контейнерах в котельную. Следующая система переработки лесосечных отходов представляет собой измельчение на объекте конечного потребления, которое может быть реализовано более экономичным способом, чем по месту вырубки или на придорожной площадке. Однако перед транспортировкой таких отходов на дальние расстояния целесообразно осуществлять их пакетирование с последующим измельчением на электростанции. Такая система пригодна для крупных ТЭЦ. Для мелких ТЭЦ и котельных наиболее целесообразно измельчать древесные отходы на придорожных площадках.

2.3. Методология оценки обращения с отходами на деревообрабатывающем (домостроительном) предприятии

Для разработки и внедрения проекта чистого производства на одном из деревообрабатывающих предприятий — предприятии деревянного домостроения необходимо провести оценку обращения с отходами.

Цель оценки: анализ состояния обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения Республики Коми.

Задачи оценки:

- 1) проанализировать объемы и виды образования отходов производства на предприятии деревянного домостроения;
 - 2) проанализировать образование отходов в подразделениях предприятия;
 - 3) проанализировать материальные балансы образования отходов;
 - 4) сформулировать экологические проблемы в области обращения с отходами;
 - 5) предложить идеи по решению экологических проблем и провести их оценку;
 - 6) подготовить материалы для разработки бизнес-плана по утилизации древесных отходов на предприятии деревянного домостроения;
 - 8) предложить стратегию управления древесными отходами на предприятии.
- Для оценки обращения с отходами на предприятии выбираем критерии.

Критерии оценки: шесть критериев показаны на рис. 10.



Рис. 10. Критерии оценки обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения

Этапы оценки обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения и реализации бизнес-плана по утилизации отходов представлены на рис. 11.

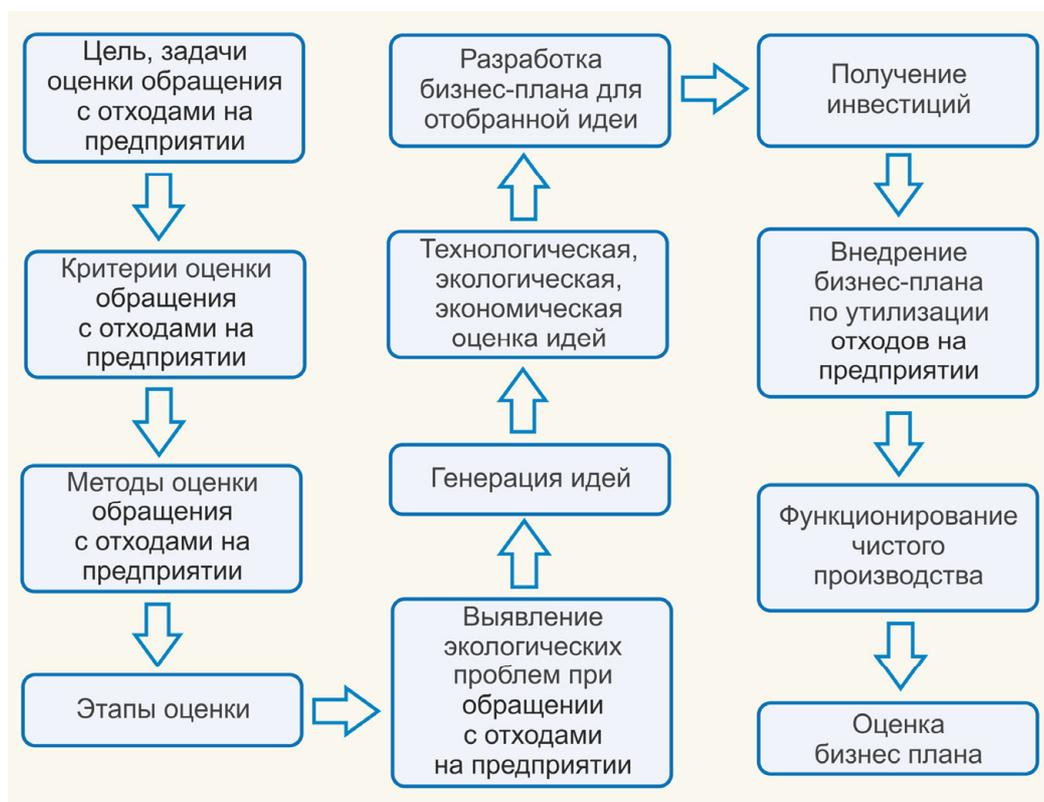


Рис. 11. Этапы оценки обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения и реализации бизнес-плана по утилизации отходов

Методы оценки:

- 1) инвентаризация объемов и видов образования древесных отходов по участкам и подразделениям предприятия;
- 2) анализ материальных потоков на предприятии.

Ожидаемый результат оценки: выявление экологических проблем обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения и разработка стратегии управления отходами.

Оценка обращения с отходами на предприятии

Предприятие деревянного домостроения производит следующие виды основной продукции:

- 1) дома из каркасно-деревянных панелей;
- 2) дома из массивных деревянных панелей;
- 3) дома из клееного бруса;
- 4) клееный брус;
- 5) погонаж.

Кроме того, предприятие изготавливает различные виды строганого погонажа: плинтус, наличник, доску половую клееную, евровагонку, блок-хаус и многое другое. В производстве используются хвойные породы: сосна, ель.

На предприятии образуются следующие виды отходов:

- 1) дровяные (кусковые) отходы;
- 2) отходы массивных деревянных панелей;
- 3) отходы фанеры (обрезки шириной менее 200 мм любой длины);
- 4) отходы клееного бруса (торцованные обрезки длиной меньше трехкратной ширины или толщины).

Рассмотрим фактический расход сырья на участках производства клееных деревянных конструкций (КДК), массивных деревянных панелей (МХМ¹), отделочных материалов и клееного щита (ОМ) и каркасных панелей и ферм (КП) за один год (табл. 3).

Табл. 3. Анализ материальных потоков на предприятии деревянного домостроения

Участок производства	Остаток сырья на начало года, м ³	Приход, м ³	Расход на выпуск, м ³	Остаток сырья на конец года, м ³
КДК	698,4	3 539,6	2 145,2	568,4
МХМ	50,2	2 618,4	2 094,7	56,6
ОМ	59,7	3 366,1	2 103,8	49,4
КП	36,4	1 383,0	1 383,1	62,3
Итого:	844,7	10 907,1	7 726,8	736,7

¹ Принятая в России аббревиатура МХМ основана на зарубежной аббревиатуре МНМ — по названию немецкой компании Massiv-Holz-Mauer, разработавшей технологии производства домов. Производство стеновых панелей по технологии МНМ осуществляется из обрезных досок хвойных пород толщиной 24 мм, высушенных до влажности 12,4 %.

Из данных таблицы можно узнать величину образующихся отходов как остаток сырья на начало года (O_n) плюс приход сырья (Π) за минусом расхода сырья на выпуск (P) и остатка сырья на конец года (O_k):

$$\text{Отходы} = O_n + \Pi - P - O_k.$$

$$\text{Отходы} = 844,7 + 10\,907,1 - 7\,726,8 - 736,7 = 3\,288,3 \text{ м}^3.$$

Таким образом, на предприятии за год образовалось $3\,288,3 \text{ м}^3$ отходов, что составляет $30,15\%$ от поступления материальных потоков в производство.

Рассчитаем количество отходов, образующихся непосредственно на каждом участке производства, на основании блок-схемы технологической цепочки производственного процесса. На участке КДК (рис. 12) за год образовались опилки в объеме $1\,461,9 \text{ м}^3$, дровяные отходы $166,1 \text{ м}^3$, отходы КДК $33,2 \text{ м}^3$.

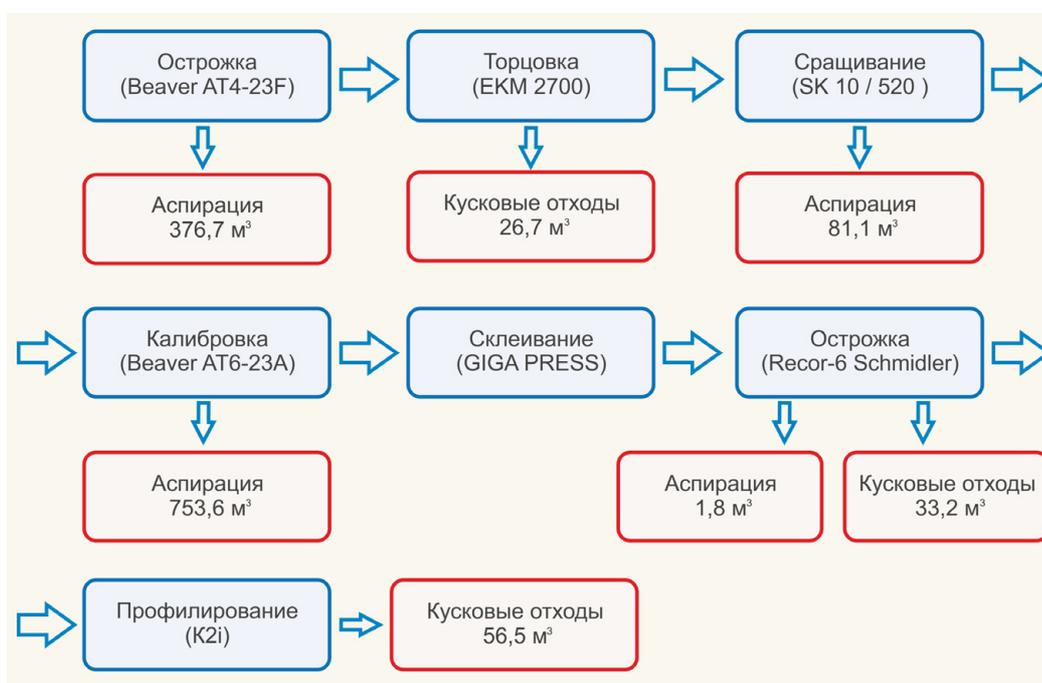


Рис. 12. Объем отходов на участке производства КДК

На участке производства каркасных панелей (рис. 13) за год образовались опилки в объеме $50,4 \text{ м}^3$, отходы фанеры $10,7 \text{ м}^3$, дровяные отходы $22,3 \text{ м}^3$.

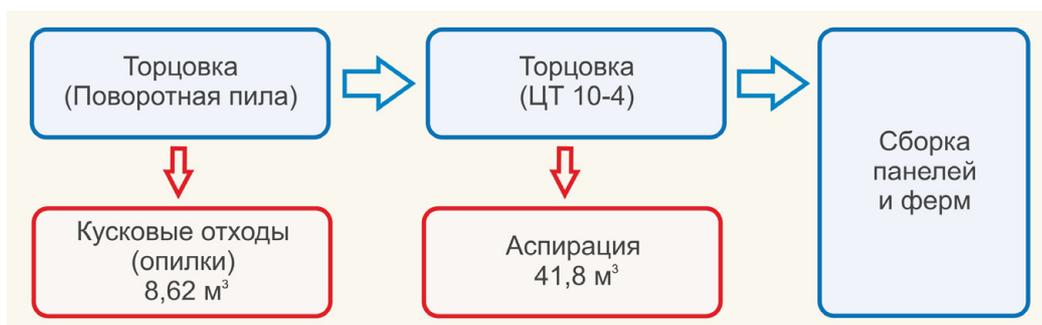


Рис. 13. Объем отходов на участке производства каркасных панелей

На участке МХМ (рис. 14) за год образовалось опилок 414,7 м³, дровяных отходов 294,0 м³, деловых отходов МХМ 450,2 м³.

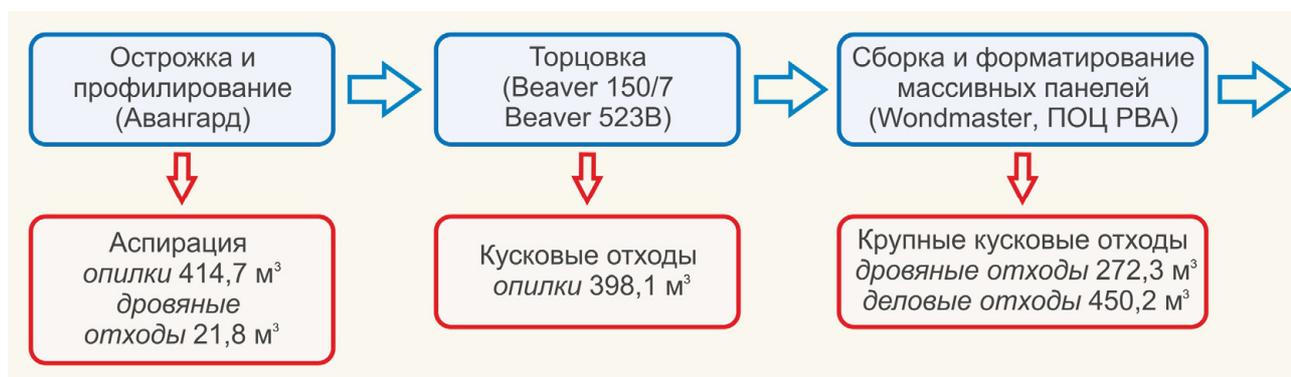


Рис. 14. Объем отходов на участке массивных деревянных панелей (МХМ)

На участке отделочных материалов (рис. 15) за год образовались отходы: опилки — 364,3 м³, отходы ОМ — 2,0 м³, дровяные отходы — 18,5 м³.

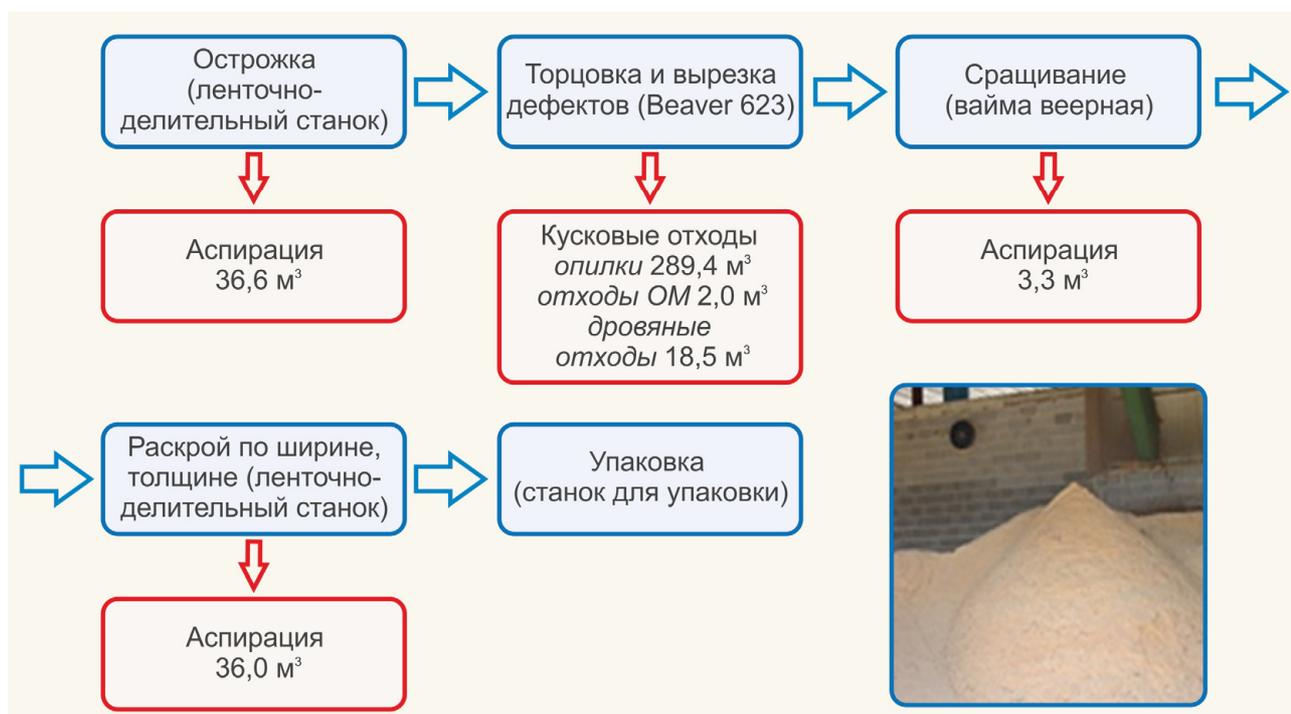


Рис. 15. Объем отходов на участке отделочных материалов (ОМ)

На основании объемов отходов по каждому участку составим баланс материальных потоков в целом по предприятию за год (рис. 16).

За год на предприятии образовалось 3 288,3 м³ отходов. Рассчитаем структуру образовавшихся отходов на предприятии за год, представим ее в табл. 4.

Наибольший удельный вес за год составили отходы на участке производства КДК — 1 661,1 м³ (50,52 %), наименьший удельный вес — на участке производства каркасных панелей — 83,3 м³ (2,53 %).

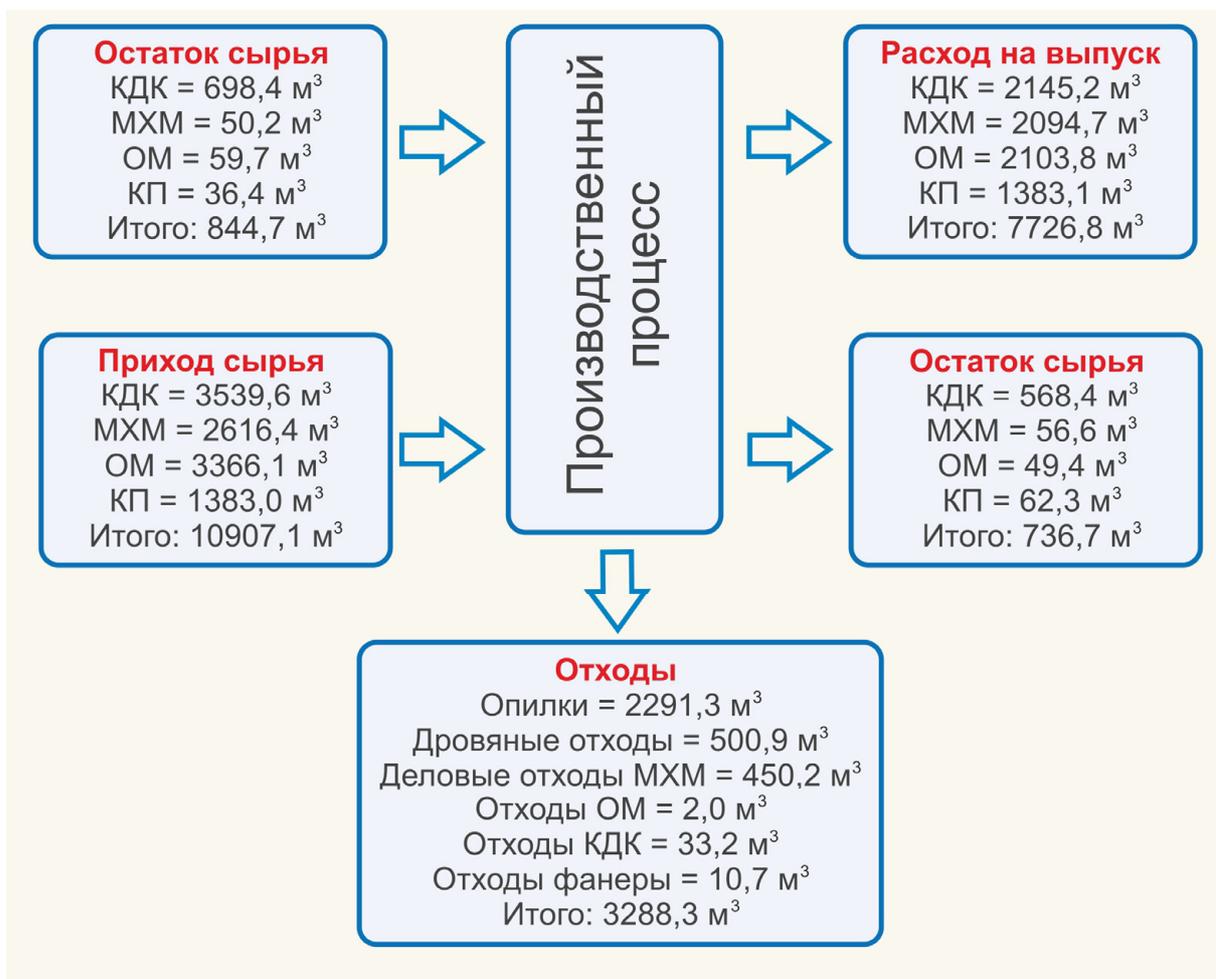


Рис. 16. Материальные потоки за год

Табл. 4. Структура отходов на предприятии за год

Участок производства	Вид отхода	Объем отхода, м ³	Уд. вес, %
КДК	Опилки	1 461,9	44,46
	Дровяные отходы	166,1	5,05
	Отходы КДК	33,2	1,01
Итого КДК:		1 661,2	50,52
МХМ	Опилки	414,7	12,61
	Дровяные отходы	294,0	8,94
	Деловые отходы	450,2	13,69
Итого МХМ:		1 158,9	35,24
ОМ	Опилки	364,3	11,08
	Отходы ОМ	2,0	0,06
	Дровяные отходы	18,5	0,56
Итого ОМ:		384,8	11,70
КП	Опилки	50,4	1,53
	Отходы фанеры	10,7	0,33
	Дровяные отходы	22,3	0,68
Итого КП:		83,4	2,54
Всего отходов:		3 288,3	100,00

Общий объем отходов составил 3 288,3 м³. Это означает, что при объеме выпуска продукции, равном 7 727 м³, отходы составили 42,55 %.

Предлагаемые варианты использования древесных отходов на предприятии:

- 1) сжигание опилок и других кусковых отходов в своей котельной;
- 2) создание производства пеллет или брикетов из опилок;
- 3) создание производства панелей из опилок.

Выбор и обоснование вариантов использования древесных отходов для подобного предприятия представлены в приложении 3.

Контрольные вопросы

1. Как федеральный закон «Об отходах производства и потребления» сегодня трактует термин «обращение с отходами»?
2. Каковы полномочия в области обращения с отходами органов местного самоуправления поселений, муниципальных районов, городских округов?
3. Какие задачи необходимо решить при внедрении методологии чистого производства на территории муниципального образования?
4. Какие существуют критерии оценки обращения с отходами в муниципальном образовании?
5. Какие существуют этапы реализации методологии оценки обращения с отходами в муниципальном образовании?
6. Какие методы можно использовать для оценки обращения с отходами в муниципальном образовании?
7. Какие задачи ставят при оценке обращения с отходами на домостроительном предприятии?
8. Чем отличаются этапы оценки обращения с отходами для предприятия и муниципального района?
9. Какой должен быть ожидаемый результат оценки обращения с отходами на предприятии деревянного домостроения?
10. Какие виды древесных отходов образуются на предприятии деревянного домостроения?
11. Какие варианты использования древесных отходов можно предложить?

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Лесная промышленность как добывающая отрасль занимает важное место в системе отраслей промышленности и представляет собой совокупность предприятий с различным комплексом производств. В ней сочетаются лесозаготовки и лесосплав, производства по первичной переработке древесины и древесных отходов, работы по лесовосстановлению, капитальному ремонту техники и изготовлению несерийного оборудования. В настоящее время существуют лесопромышленные комплексы, которые сочетают лесозаготовки с глубокой переработкой древесного сырья (производства бумаги, картона, фанеры, древесных плит, лесохимические производства и т. д.).

С целью методической и иллюстрационной помощи рассмотрим некоторые технологические процессы предприятия лесопромышленного комплекса, которые помогут осуществить оценку соответствующего производства. На рис. 17 представлена схема предприятия, взятого в качестве наглядного примера.



Рис. 17. Блок-схема предприятия лесопромышленного комплекса

При изучении технологического процесса предприятия с точки зрения чистого производства выявлены следующие экологические проблемы.

Проблема 1: образование значительного количества древесных отходов при обработке древесины — примеры 1, 2 (см. разделы 3.1, 3.2).

Проблема 2: повышенное содержание фенола в промышленных стоках предприятия лесного комплекса — пример 3 (см. раздел 3.3).

Проблема 3: значительный расход воды в технологическом процессе варки смолы при производстве фанеры — пример 4 (см. раздел 3.4).

Дополнительные примеры повышения эффективности работы предприятий с точки зрения чистого производства представлены в приложении 3.

3.1. Анализ экологических проблем лесозаготовительного предприятия (пример 1)

Основными видами деятельности лесозаготовительного предприятия являются:

– лесозаготовительное производство (лесосечные работы, транспорт, нижескладские работы);

– производство пиломатериалов, технологической щепы;

– реализация продукции потребителям.

Нижний склад предназначен для приема, обработки и отгрузки лесоматериалов, заготавливаемых на арендуемых участках лесного фонда.

Технологический процесс нижнего склада

Данный технологический процесс включает:

- основной поток по обработке лесоматериалов;
- цех лесопиления;
- цех технологической щепы.

Структурная схема нижнего склада без указания штабелей запаса представлена на рис. 18.

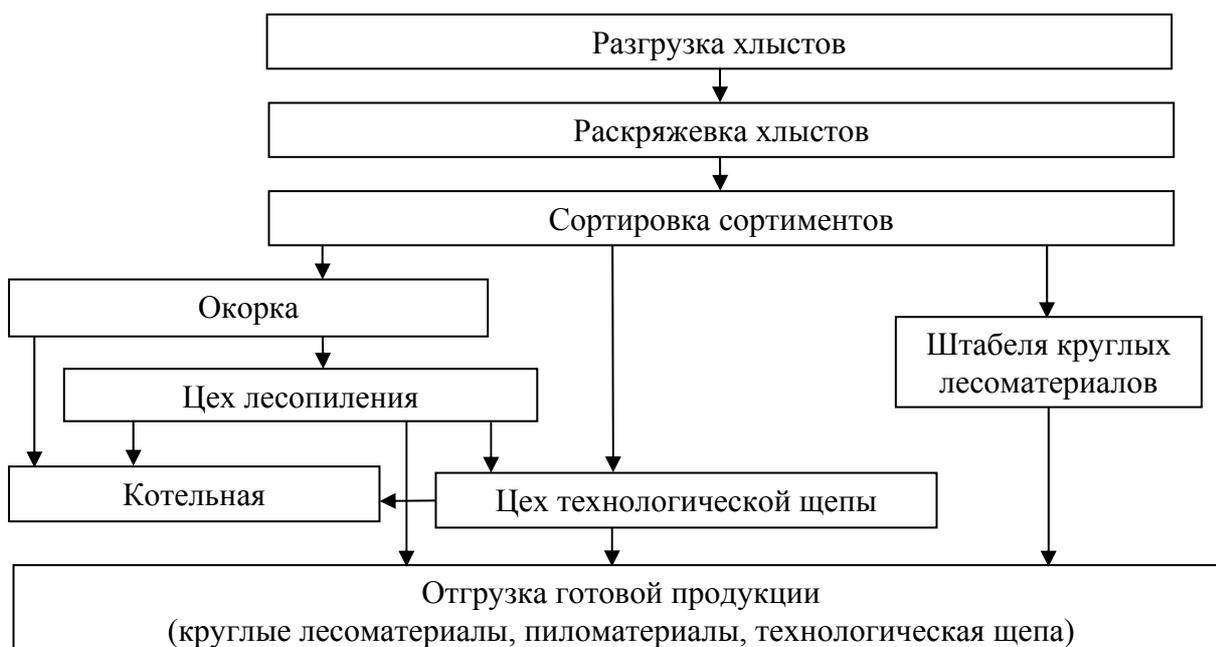


Рис. 18. Структурная схема нижнего склада

Основной поток по обработке лесоматериалов

Древесина на нижний склад поступает в виде хлыстов. Разгрузка лесовозных автопоездов осуществляется разгрузочно-растаскивающим устройством РРУ-10. Раскряжевка хлыстов на сортименты производится установкой ЛО-15С. Сортировка сортиментов происходит на продольном транспортере Б-22У с автоматической сброской. Из карманов-накопителей сортименты укладываются в штабеля запаса консольно-козловым краном ККС-10. Отгрузка готовой продукции осуществляется башенным краном КБ-572.

Для сырьевого планирования необходимо составить материальный баланс цеха лесопиления и материальный баланс цеха технологической щепы.

Цех лесопиления

Цех мощностью 8 тыс. м³ в год предназначен для производства пиломатериалов из крупного пиловочника хвойных пород (рис. 19). Цех работает на базе лесопильных рам в односменном режиме.

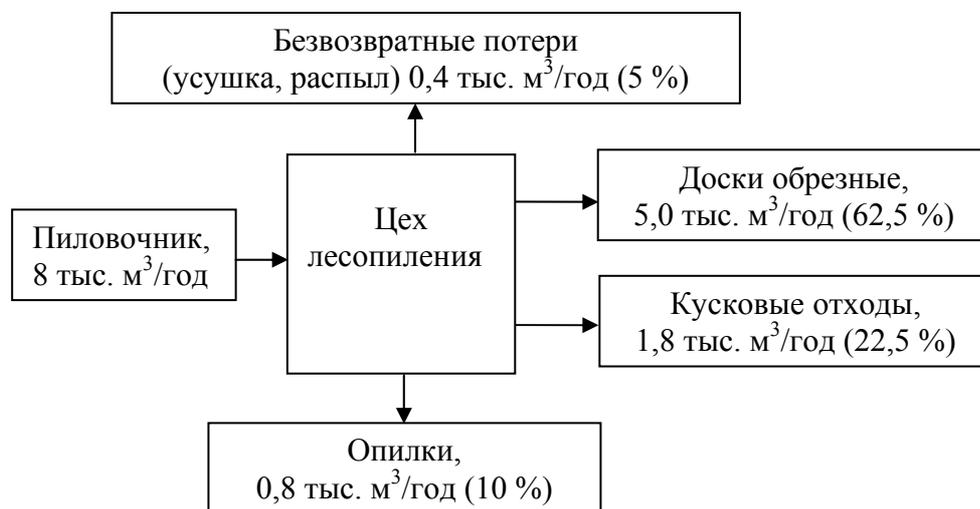


Рис. 19. Материальный баланс цеха лесопиления

В состав цеха входят участки:

- подготовки и подачи сырья в цех;
- распиловки бревен на лесопильных рамах;
- торцовки пиломатериалов на торцовочном станке;
- сортировки пиломатериалов по размерно-качественным признакам с последующей укладкой в транспортные пакеты;
- переработки отходов в технологическую щепу.

Отходы от лесопильных рам, обрезного станка и торцовки по ленточному транспортеру поступают в рубительную машину для производства хвойной технологической щепы с целью использования в целлюлозно-бумажной промышленности. Опилки выносятся из цеха транспортером ТОЦ-16, собираются в бункер и вывозятся скипами для последующей утилизации.

Цех технологической щепы

Цех мощностью 5 тыс. м³ в год (рис. 20) предназначен для производства технологической щепы с переработкой низкокачественной древесины и отходов, образующихся в процессе обработки лесоматериалов. Цех разработан на базе установки УПЩ-6. В состав цеха входят:

- узел подготовки сырья с использованием цепного колуна КЦ-8 для расколки крупномерной древесины;
 - узел производства щепы, включающий рубительную машину МРГ-40, сортировочную установку СЩ-120 и пневмотранспортную установку ПНТУ-2М;
 - открытый склад хранения щепы.
- Погрузка щепы осуществляется скребковыми транспортерами.

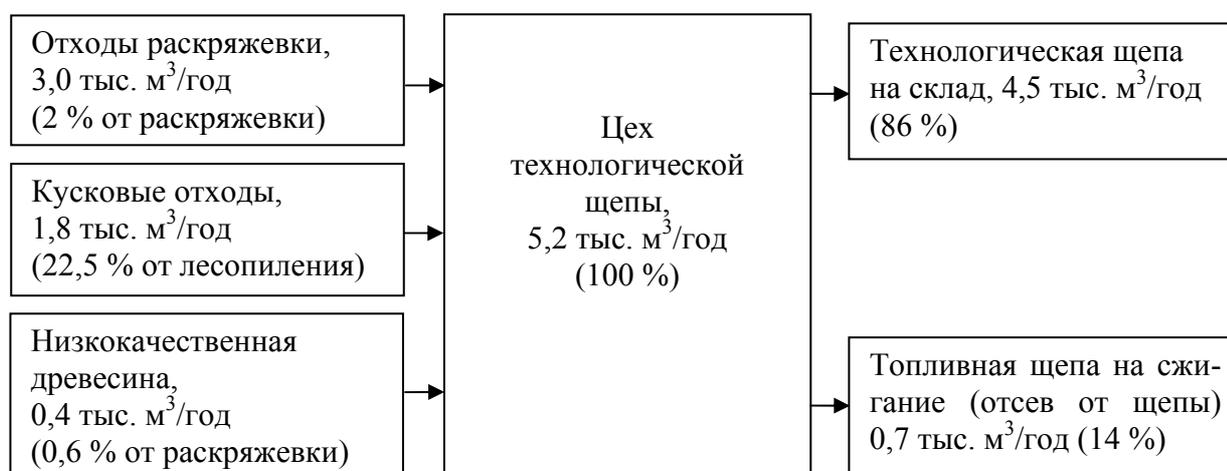


Рис. 20. Материальный баланс цеха технологической щепы

Основные проблемы, выявленные на предприятии

Цех лесозаготовок:

- большой объем древесной зелени из-за нерационального использования биомассы дерева.

Нижний склад (цех лесопиления):

- большое количество кусковых (горбыли, рейки) и сыпучих (опилки) отходов из-за несовершенных схем раскроя пиловочного сырья.

Возможные варианты решения выявленных проблем

Использование древесных отходов можно развивать в нескольких направлениях:

- в лесохимической отрасли промышленности (хвойно-лечебный экстракт, эфирное масло);
- топливной промышленности (брикеты и пеллеты);
- производстве древесноволокнистых и древесностружечных плит;
- производстве строительных материалов с органическими наполнителями из щепы, опилок и стружек (различные утеплители и стеновые блоки);

- производстве зеленых кормов и сельскохозяйственных удобрений (хлорофиллокаротиновая паста, техническая зелень для кормов);
- производстве специального гумуса для парниковых хозяйств и выращивания грибов;
- как удобрение почвы (мульчирование корой).

Как правило, отходы деревообработки не находят должного применения и образуют древесные свалки. Внешний вид деревообрабатывающих предприятий из-за этих свалок далек от эстетичного. Таким образом, решая проблему переработки отходов, можно получить положительный результат не только в виде готовой продукции, но и решить экологические и эстетические проблемы деревоперерабатывающих предприятий.

Перспективное направление утилизации древесных отходов цехов лесопиления и деревопереработки видится в **производстве древесного топлива**. Известно, что древесные отходы неудобны для транспортирования, складирования и хранения. Высокая влажность древесных отходов не позволяет использовать их в качестве топлива без дополнительной подготовки. Поэтому с целью улучшения условий горения, повышения транспортабельности и экономической эффективности древесные отходы целесообразно прессовать.

К преимуществам древесного топлива следует отнести:

- возможность сжигания в печных и котельных установках, работающих на твердом топливе;
- минимальные затраты на складирование и транспортировку;
- высокую теплоту сгорания;
- малое количество оставшейся золы.

Для утилизации отходов переработки древесины предлагается внедрение линии по производству древесного топлива.

Изучение технологического процесса переработки древесины показало, что 24 % поступающей на нижний склад древесины идет в отходы или сжигается в котельной, а не преобразуется в продукцию. Кроме этого, при окорке пиловочного сырья перед цехом лесопиления образуется кора, которая составляет в среднем 9 % от объема перерабатываемой древесины.

Предлагаемые меры:

- дополнительная подсортировка пиловочного сырья по диаметрам перед подачей к лесопильному оборудованию;
- индивидуальный метод раскря пиловочного сырья (индивидуальная схема раскря для каждого диаметра поступающего сырья);
- применение тонких пил;
- установка нового лесопильного оборудования;
- установка технологического оборудования для переработки отходов в древесное топливо (пеллеты или брикеты).

При установке оборудования и внедрении технологической линии по производству топлива из древесных отходов структурная схема нижнего склада без указания штабелей запаса будет иметь вид, представленный на рис. 21.

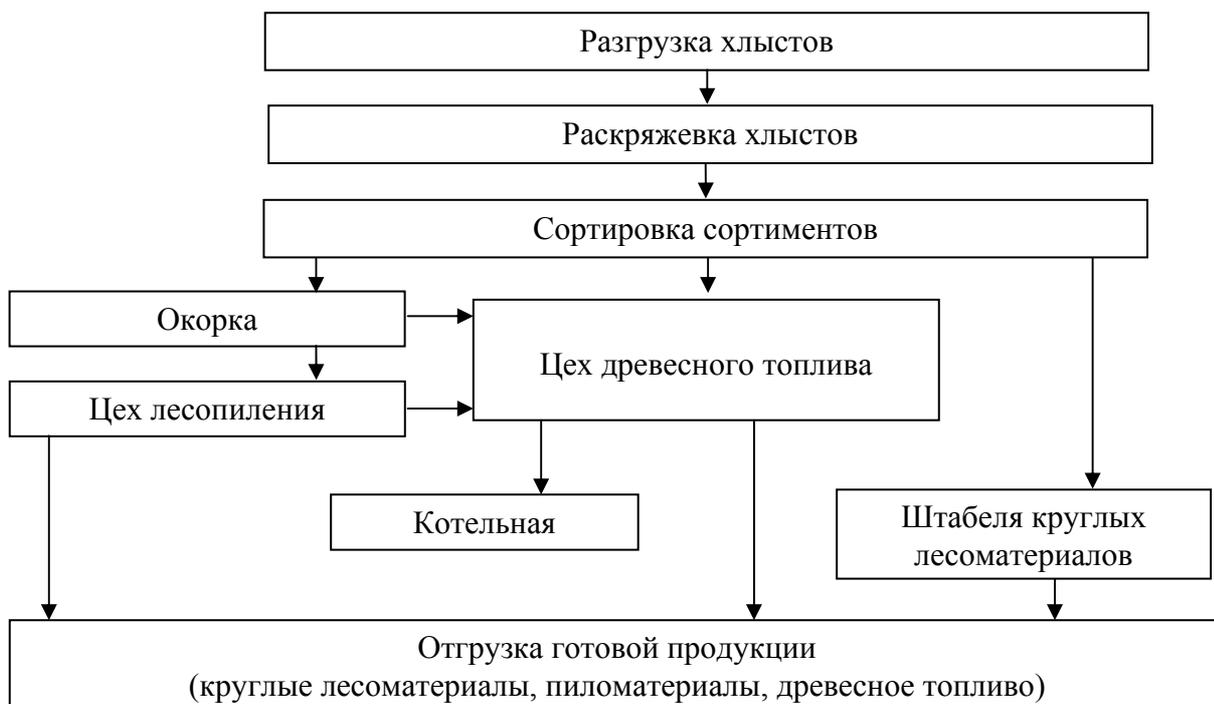


Рис. 21. Структурная схема нижнего склада при переработке отходов на древесное топливо

Для внедрения данного мероприятия необходимо выполнить работы по подбору оборудования и определению показателей экономической эффективности его внедрения.

3.2. Анализ экологических проблем деревоперерабатывающего цеха (пример 2)

Технологический процесс деревоперерабатывающего цеха предусматривает производство пиломатериалов. На рис. 22 представлена структурная схема существующего технологического процесса.

Технологическая линия цеха лесопиления предназначена для производства пиломатериалов из сырья хвойных пород (ели). Для доставки сырья к цеху лесопиления используются два сортиментовоза на базе автомобиля «Урал» с рейсовой нагрузкой 30 м³. Линия работает на базе бревнопильного ленточно-дискового станка «Радуга-2М» в односменном режиме. В состав линии входят:

- участок подготовки и подачи сырья в цех;
- участок распиловки бревен на станке «Радуга-2М»;
- участок торцовки пиломатериалов на станке СТ-1;
- участок сортировки пиломатериалов по размерно-качественным признакам с последующей укладкой в транспортные пакеты;
- циклоны (уловители отходов).

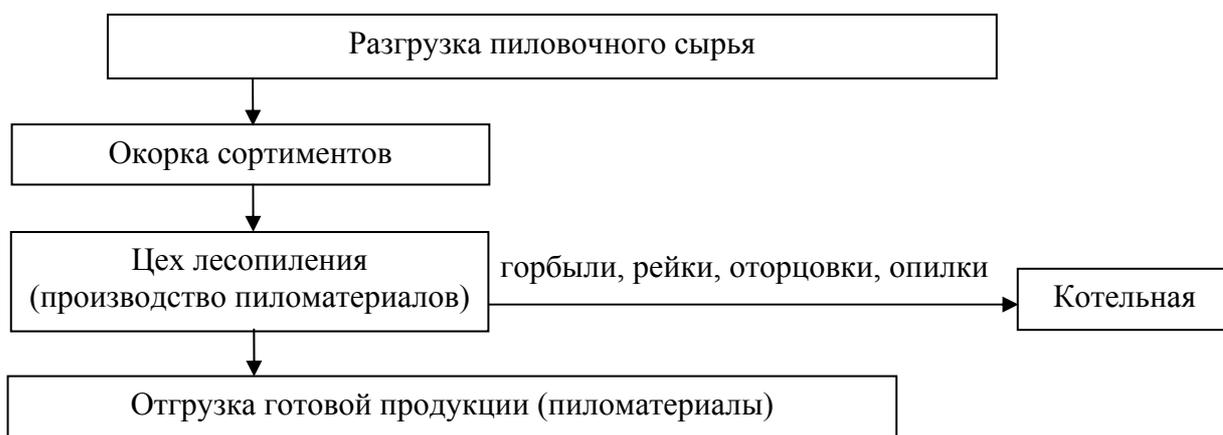


Рис. 22. Структурная схема технологического процесса деревоперерабатывающего цеха

Баланс древесины при переработке пиловочного сырья представлен в табл. 5.

Табл. 5. Баланс древесины при переработке пиловочного сырья

Продукция, отходы, потери	Выход, %
Пиломатериалы	80,0
В т. ч.:	
доски	60,0
кусковые отходы (горбыли, рейки, оторцовки)	20,0
Усушка и распыл	10,0
Опилки	10,0
Всего:	100

Основные параметры технологической линии пиломатериалов:

- стоимость закупаемого сырья, включая доставку, 2 800 руб./м³;
- стоимость машин и лесопильного оборудования 9 млн руб., в т. ч. оборудование 5 млн руб., автомобили 4 млн руб.;
- производительность цеха по сырью 15 м³/смена;
- обслуживающий персонал 8 чел., в т. ч.: начальник цеха 1 чел.; мастер 1 чел.; оператор (станочник) 6 чел.;
- расход электроэнергии на освещение 50 кВт · ч;
- установленная мощность оборудования 150 кВт.

Баланс переработки древесины (табл. 5) показывает, что 30 % закупаемого сырья (кусковые отходы и опилки) сжигается в котельной. Для снижения потерь при переработке древесины и повышения эффективности работы предприятия предлагается внедрить линию по производству погонажных изделий, а образующиеся древесные отходы использовать для производства древесного топлива.

Технологическая линия погонажных изделий предназначена для производства погонажных изделий (плинтусов, галтелей, наличников) и пиломате-

риалов (доски половой, вагонки). Линия работает на базе четырехстороннего станка С-175 в односменном режиме. В состав линии входят:

- сушильная камера;
- станок С-175;
- линия упаковки;
- циклоны;
- фронтально-вилочный погрузчик.

Основные параметры технологической линии погонажа:

- производительность 7,2 м³/смена;
- стоимость оборудования 5 млн руб.;
- обслуживающий персонал в смену 3 чел., в т. ч.: оператор линии 2 чел.; оператор фронтально-вилочного погрузчика 1 чел.;
- максимальная влажность пиломатериалов 10—12 %;
- установленная мощность оборудования 50 кВт;
- расход осветительной электроэнергии 15 кВт · ч.

Технологический процесс деревоперерабатывающего цеха представлен на рис. 23 и включает:

- технологическую линию по производству пиломатериалов;
- технологическую линию по производству погонажных изделий;
- технологическую линию по производству древесного топлива.

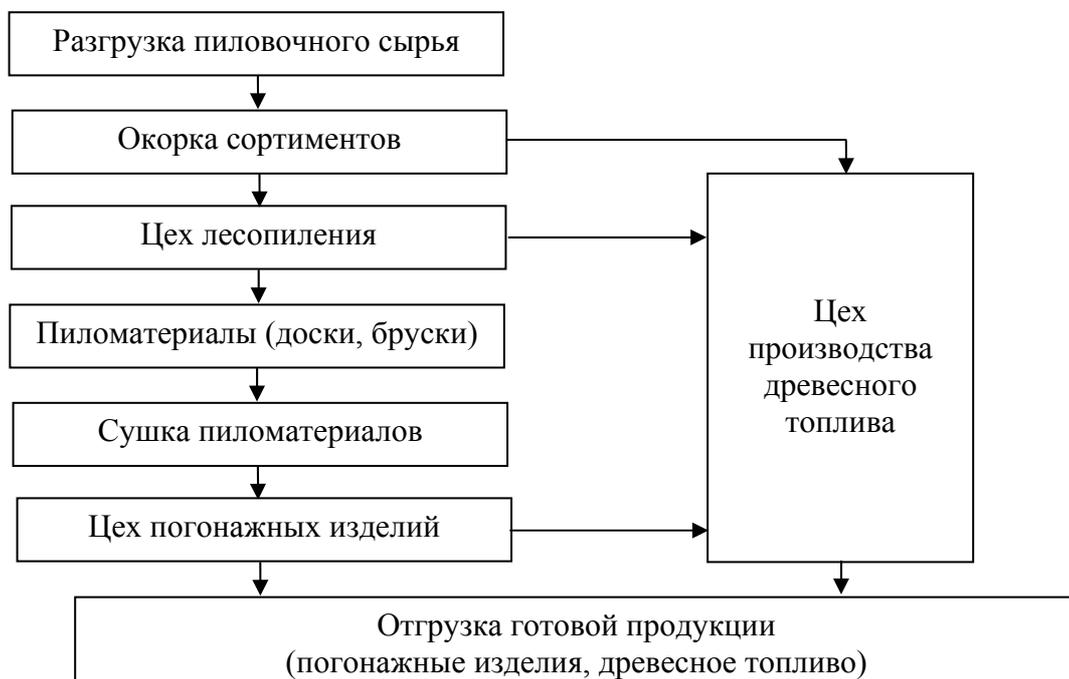
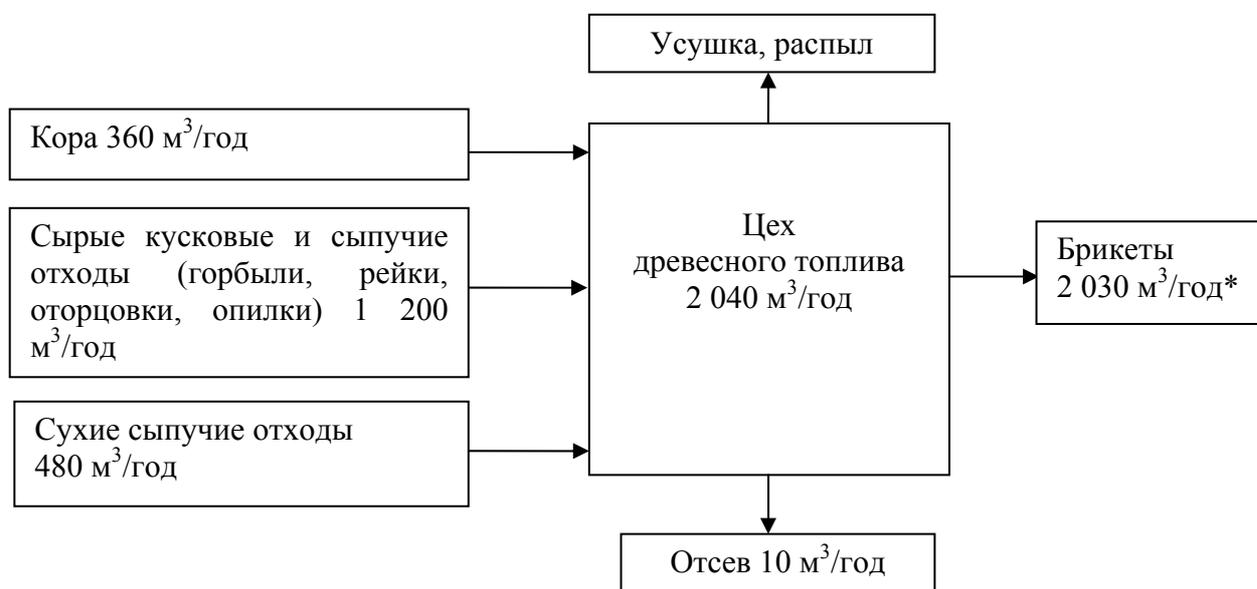


Рис. 23. Структурная схема технологического процесса деревоперерабатывающего цеха

На рисунке приведена структурная схема технологического процесса деревоперерабатывающего цеха без указания штабелей запаса. Анализ производи-

тельности оборудования для переработки древесины показывает, что для загрузки деревообрабатывающего цеха необходимо установить следующий режим работы: линия лесопиления — в одну смену; линия погонажных изделий — в две смены. Материальный баланс цеха древесного топлива при объеме закупки пиловочного сырья 4 тыс. м³/год приведен на рис. 24. Общий объем образующихся отходов на рассматриваемом предприятии составляет 2 040 м³/год.



* Для производства 1 т брикетов требуется 2,5 м³ отходов естественной влажности (сырых), а выход брикетов из сухих отходов, образующихся при переработке древесины после сушильной камеры, составляет 1 : 1, поэтому выход брикетов в цехе древесного топлива составит: $(360 + 1200) : 2,5 + 480 = 1\ 104$ т/год. Примем условно 4 т в виде потерь (отсев), тогда выход брикетов составит $1\ 104 - 4 = 1\ 100$ т/год.

Рис. 24. Материальный баланс цеха древесного топлива при объеме закупки пиловочного сырья 4 тыс. м³/год

Для внедрения данного мероприятия необходимо приобрести соответствующее оборудование для производства погонажных изделий и древесного топлива (брикетов), а также выполнить расчет показателей экономической эффективности.

3.3. Анализ причин попадания фенолов в сточные воды предприятия производства фанеры (пример 3)

При изучении технологического процесса производства фанеры была выявлена проблема повышенного содержания фенола в промышленных стоках предприятия. В результате обследования систем водоснабжения и канализации и анализа технологии использования фенолов в производственном процессе установлено, что основными источниками загрязнения стоков фенолами являются

промышленные стоки химической лаборатории предприятия, осуществляющей качественный анализ используемых в технологическом процессе фенолсодержащих реагентов и готовой продукции. Схема подачи воды и отвода сточной воды в лаборатории фанерного завода представлена на рис. 25.

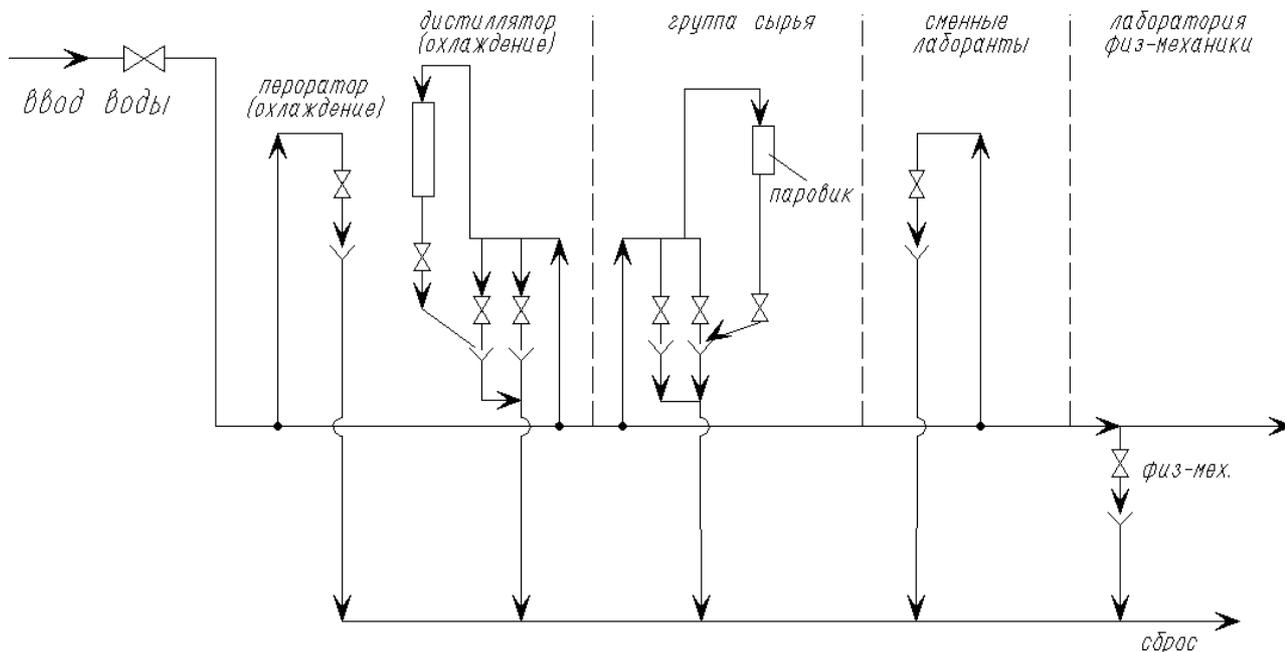


Рис. 25. Схема подачи и сброса воды в лаборатории фанерного завода

Как видно из рисунка, «поставщиками» загрязняющих веществ являются участки:

- группы сырья (анализ химикатов);
- лаборатории физико-механических исследований (водяное охлаждение образцов, приготовленных для физико-механических испытаний).

При обследовании предприятия были проанализированы схема подачи хозяйственно-питьевой воды в лабораторию фанерного завода и наиболее вероятные причины попадания фенола в промышленные стоки. В результате анализа документации установлены объемы сточных вод, загрязненных фенолами (V), и содержание загрязняющих веществ (ЗВ) фенола в них. Более детальной оценке была подвергнута идея использования сточных вод лаборатории на варку фенолформальдегидных смол. Так как качество сточных вод лаборатории удовлетворяет требованиям технологического процесса приготовления реагентов, для предотвращения загрязнения фенолами всего объема стоков предприятия воду, сбрасываемую лабораторией в промышленную канализацию, необходимо вернуть в производство и использовать на варку фенолформальдегидной смолы. Экономия воды составит $87 \text{ м}^3/\text{год}$, реагентов — $95,28 \text{ кг/год}$ (рис. 26).

Также снизятся масса загрязняющих веществ, отводимых на очистку со сточными водами, и, соответственно, затраты на очистку сточных вод. Для вне-

дрения данного предложения необходимо закупить трубопроводы подачи стоков, насос и изготовить емкость. Общая стоимость работ составит 250 тыс. руб. Емкость объемом 1 м³ предлагается смонтировать в помещении лаборатории.

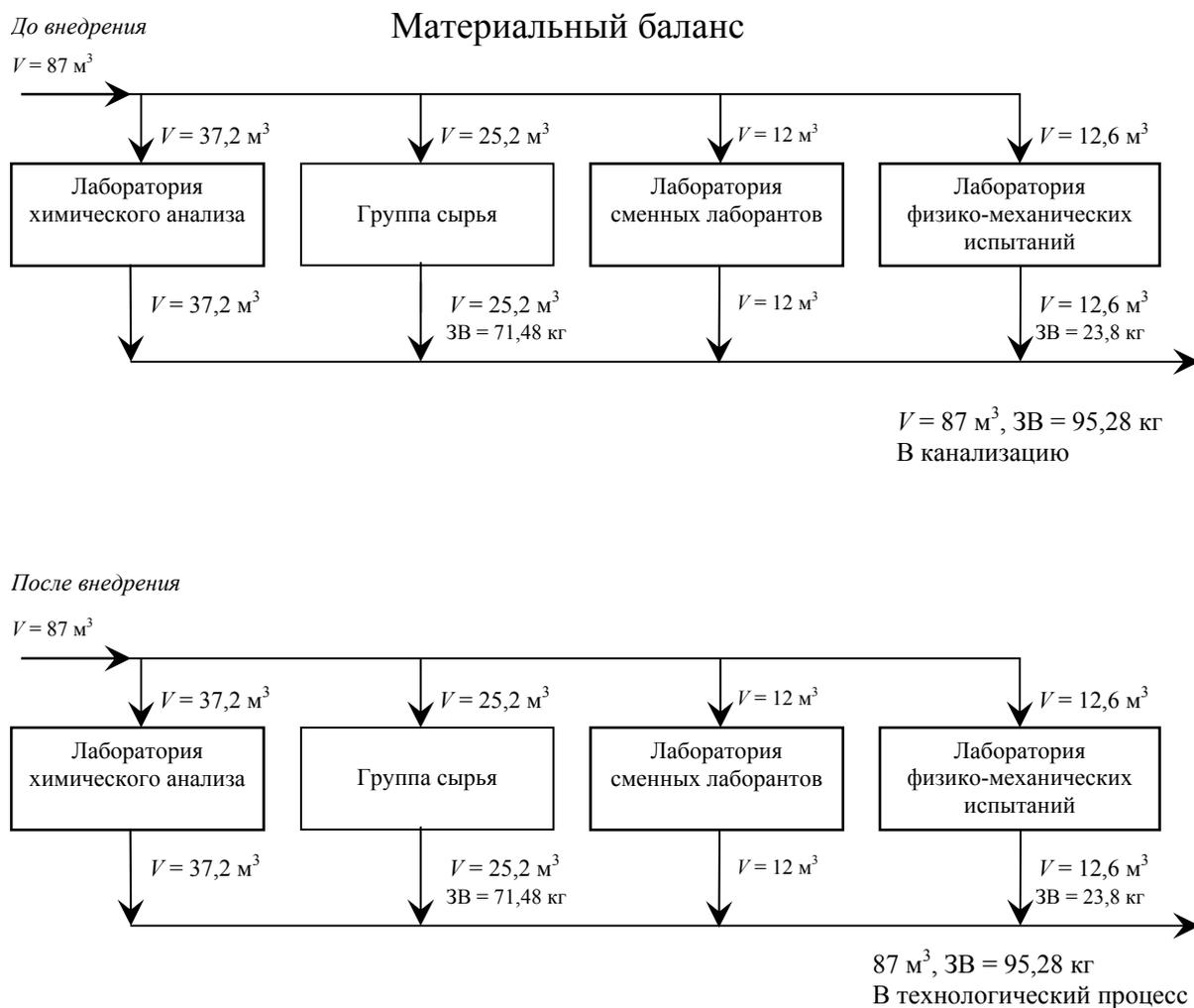


Рис. 26. Материальный баланс водоснабжения и водоотведения до и после внедрения мероприятия

Все стоки, образующиеся в лаборатории, направляются по системе трубопроводов в данную емкость. В ней же устанавливаются датчики нижнего и верхнего уровней. По достижении датчика верхнего уровня стоки из емкости автоматически с помощью насоса подаются в действующий трубопровод подачи фенольных промывных вод, далее в цех по производству фенолформальдегидных смол. Итогом внедрения предложенного мероприятия будут:

- 1) прекращение сброса фенолсодержащих сточных вод;
- 2) экономия реагентов и сокращение средств на закупку реагентов;
- 3) экономия воды.

3.4. Анализ системы замкнутого водооборота в технологическом процессе варки смолы при производстве фанеры (пример 4)

Описание технологического процесса. Технологический процесс варки смолы представлен на рис. 27. Исходное сырье, химикаты поступают в железнодорожных цистернах, насосами выкачиваются в склад химикатов. Из склада химикаты насосами перекачиваются в весовые емкости, взвешиваются. Загрузка химикатов в реактор производится самотеком. Процесс варки смолы периодический. Реакция полимеризации фенола и формалина экзотермическая. Процесс ведется при подаче охлаждающей воды в «рубашку» реактора, за исключением периода разогрева реакционной смеси до температуры кипения. В течение 15—20 мин в «рубашку» подается пар. При разогреве реакционной смеси выше 90 °С в межтрубное пространство теплообменника подается охлаждающая вода. Пары реакционной смеси из реактора поступают в трубное пространство теплообменника. Конденсат реакционных паров возвращается в реактор для сохранения материального баланса реакции. Охлаждающая вода в объеме около 520 000 м³/год (59,4 м³/ч · 24 · 365) после «рубашки» и теплообменника сбрасывается в канализацию.

Проблема — большой расход охлаждающей воды и большой объем сточных вод. В результате обследования систем водоснабжения и водоотведения технологии процесса варки смолы установлено, что качество охлаждающей воды не меняется, вода не смешивается с реагентами, а после использования в закрытой системе охлаждения горячая вода сбрасывается в канализацию. После охлаждения вода может быть использована повторно. Для решения проблемы снижения расхода охлаждающей воды на участке по производству синтетических клеящих смол цеха фанеры и объемов образования сточных вод предлагается создать замкнутую схему водооборота с использованием вентиляторной градирни. Технологическая схема текущей ситуации и схема решения проблемы представлены на рис. 28.

Водный баланс технологического процесса варки смолы представлен на рис. 29.

В результате внедрения рассматриваемого мероприятия снижается объем потребляемой воды, т. е. исходная вода используется только на подпитку системы охлаждения, поэтому сброс сточных вод прекращается.

При выполнении расчетов экономической эффективности необходимо, кроме стоимости приобретаемого оборудования (градирни, насосов и др.), учесть изменение эксплуатационных расходов на обеспечение работы участка, в т. ч. за счет увеличения потребления электроэнергии. Для реализации рассматриваемого варианта по установке градирни для охлаждения оборотной воды потребуются разработка проекта, закупка оборудования градирни, включая насосную группу, строительные-монтажные работы, проведение коммуникаций и пр.

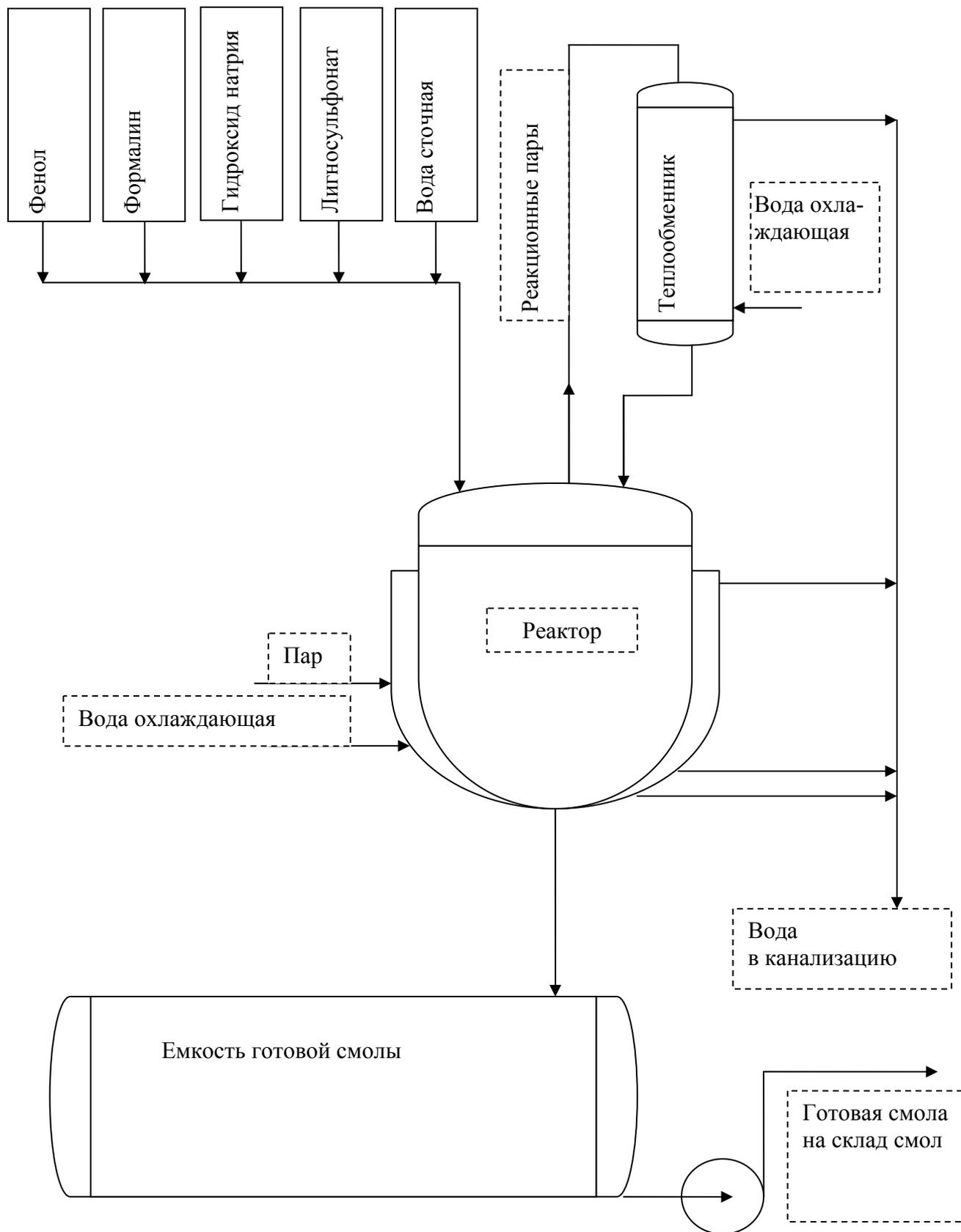


Рис. 27. Технологический процесс варки смолы

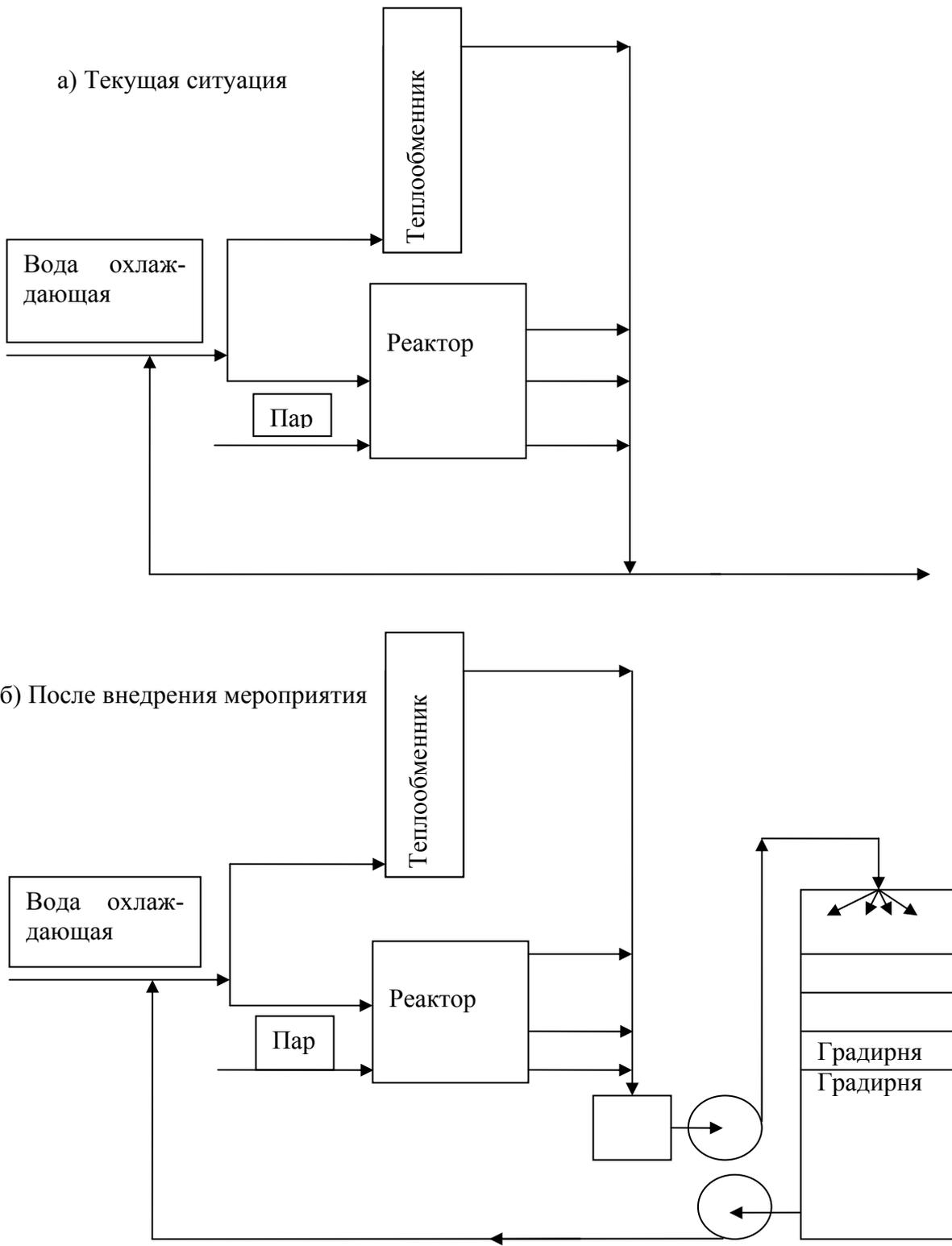


Рис. 28. Технологическая схема текущей ситуации и схема решения проблемы

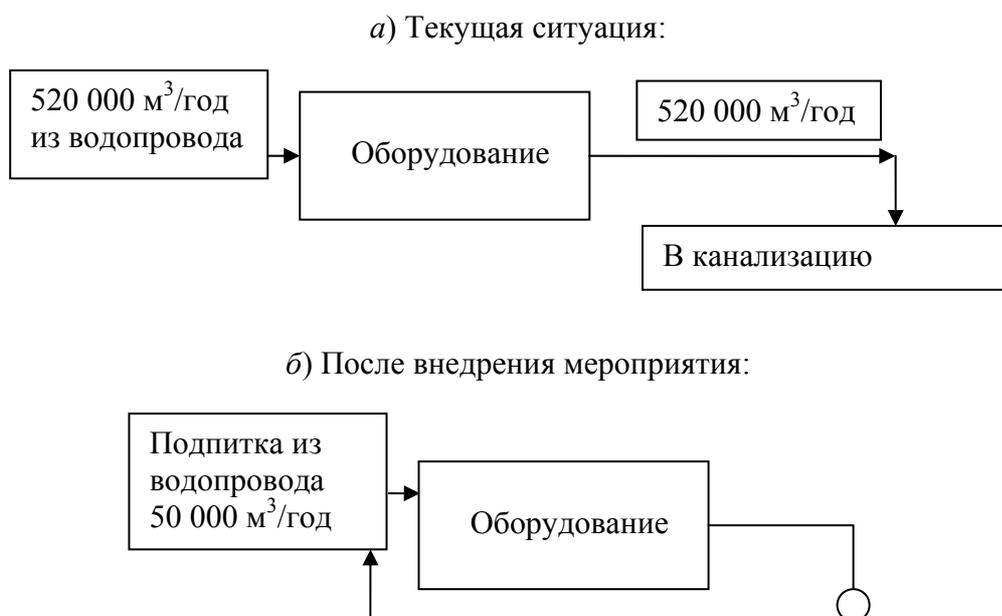


Рис. 29. Водный баланс технологического процесса варки смолы

Контрольные вопросы

1. Назовите элементы блок-схемы предприятия лесопромышленного комплекса с точки зрения методологии чистого производства.
2. Какие проблемы с точки зрения чистого производства можно выявить на предприятии лесопромышленного комплекса?
3. Назовите основные виды деятельности лесозаготовительного предприятия.
4. Какие варианты решения экологических проблем лесозаготовительного предприятия можно предложить?
5. Что показывает структурная схема нижнего склада?
6. Перечислите технологические операции, необходимые для производства круглых лесоматериалов
7. Перечислите технологические операции, необходимые для производства пиломатериалов.
8. Как выглядит материальный баланс цеха лесопиления?
9. Назовите оборудование для производства пиломатериалов.
10. Перечислите технологические операции, необходимые для производства погонажных изделий.
11. Перечислите технологические операции, необходимые для производства древесного топлива.
12. Каковы причины попадания фенолов в сточные воды?
13. Какие мероприятия можно предложить для решения проблемы с фенолом?
14. Какие экологические проблемы можно выявить на предприятии лесного комплекса?

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА (ОЦЕНКИ) СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ

4.1. Нормативные требования оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии

Цель оценки состояния атмосферного воздуха — выявление взаимосвязи между качеством атмосферного воздуха, технологией, оборудованием и состоянием системы очистки.

Задачи оценки:

- 1) позиционирование месторасположения предприятия;
- 2) анализ и характеристика технологии, оборудования;
- 3) оценка газоочистного оборудования;
- 4) анализ экологических проблем и выявление их причин;
- 5) разработка мероприятий по решению экологических проблем.

Оценка качества атмосферного воздуха учитывает следующие критерии (рис. 30).



Рис. 30. Критерии оценки качества атмосферного воздуха

Соответствие деятельности предприятия действующим нормативам является основанием законности деятельности предприятия [16; 21].

Качественный состав выбросов учитывает все компоненты в составе выбросов, их степень воздействия на окружающую среду и человека.

Параметры выбросов представляют параметры (температуру, давление, влажность и т. д.), которые влияют на эффективность очистки.

Характер распространения позволяет учесть направление и величину санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия.

Материальный баланс учитывает объемы затраченного сырья и образующихся выбросов.

Технологическая схема процесса позволяет выявить источники образования выбросов.

Состояние технологического оборудования позволяет установить характеристики узлов и агрегатов, влияющих на качество и количество образующихся выбросов.

Состояние газоочистного оборудования позволяет установить параметры оборудования, влияющего на качество и количество выбросов до и после очистки.

Мероприятия по снижению выбросов позволяют учесть эффективность проводимых предприятием мероприятий.

На основании анализа технологической схемы и материального баланса составляют:

- 1) перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, в порядке убывания массы выброса в условных тоннах в год;
- 2) перечень основных источников выбросов загрязняющих веществ и их характеристику;
- 3) перечень и основные характеристики систем очистки отходящих газов.

Методы оценки:

- 1) инструментальные;
- 2) расчетные.

Определение качественного и количественного состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, осуществляется прямыми инструментальными замерами в соответствии с действующими стандартами и методиками при максимальной загрузке оборудования.

Инструментальные замеры должны осуществляться лабораторией предприятия либо аккредитованной лабораторией по договору. В настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие разграничение предприятий и источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по применению инструментальных и расчетных методов. Инструментальные методы являются преобладающими при инвентаризации и контроле выбросов загрязняющих веществ, которые в совокупности формируют повышенное загрязнение атмосферного воздуха в жилой зоне (более 0,5 ПДК).

Расчетные методы применяются в основном для определения характеристик неорганизованных выбросов, а также при определении выбросов загрязняющих веществ организованными источниками, формирующими приземные концентрации в атмосферном воздухе жилых зон менее 0,5 ПДК и в первую очередь от типичных для многих предприятий производств: сварочных и окрасочных работ,

механической обработки материалов, нанесения металлопокрытий гальваническим способом, котельных и других топливосжигающих устройства малой производительности, транспортных средств и инфраструктуры транспортных объектов. Расчетные методы используются для любых типов организованных источников выбросов загрязняющих веществ, которые в жилой зоне не формируют приземных концентраций более 0,1 ПДК и за пределами промплощадки более ПДК. В случае их отсутствия используются инструментальные методы.

Документы для оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии

В общем виде на предприятии может быть выделена учредительная и правоустанавливающая, обосновывающая, разрешительная, организационно-распорядительная, плановая, договорная и отчетная документация (рис. 31).

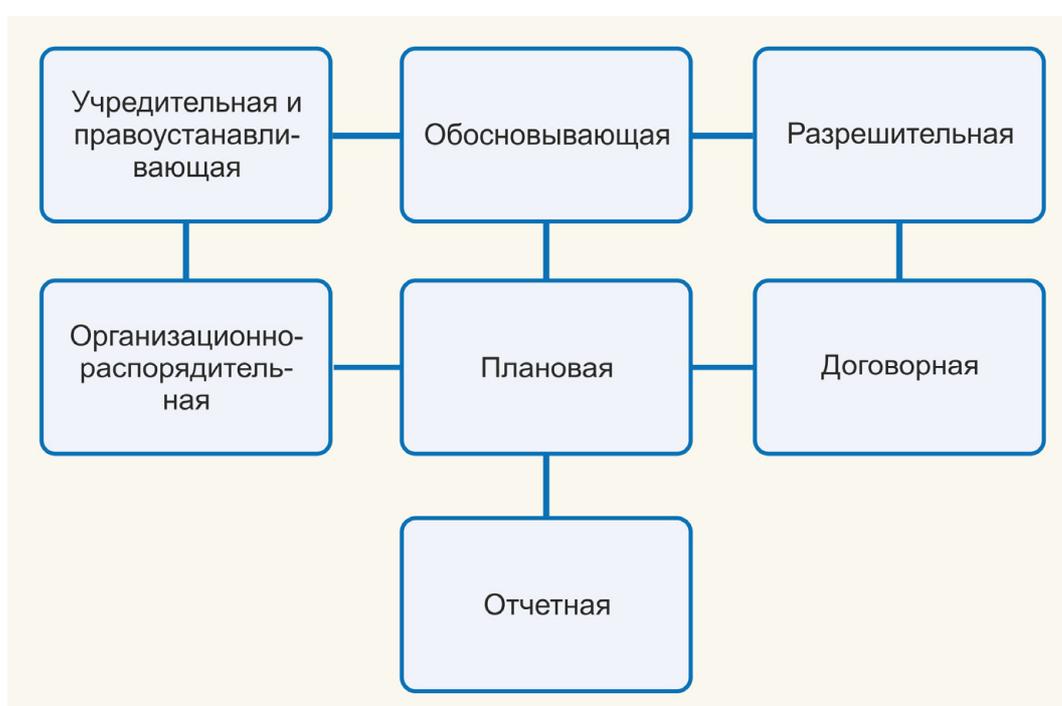


Рис. 31. Перечень документации для оценки состояния атмосферного воздуха

В состав *учредительной и правоустанавливающей документации* входят свидетельство о государственной регистрации, свидетельство о постановке на учет в налоговом органе, устав юридического лица и т. д.

Обосновывающая документация включает материалы инвентаризации, нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, материалы оценки воздействия на окружающую среду объектов капитального строительства и другую аналогичную документацию.

Разрешительная документация в области охраны окружающей среды и экологической безопасности оформляется в соответствии с действующими нормативными правовыми актами и включает разрешения на выбросы загряз-

няющих веществ в атмосферный воздух, сертификаты соответствия на топливо, сырье, оборудование и т. п. или другие аналогичные документы.

Организационно-распорядительная документация оформляется для установления ответственности, прав и обязанностей, принятия и реализации мероприятий, изменений во внутренней нормативной документации должностными лицами в пределах их компетенции и может включать приказы, распоряжения, служебные записки и т. п.

Плановая документация оформляется в форме отдельных документов, определяющих, как правило, содержание программ производственного экологического контроля, планов по охране окружающей среды, планов уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и т. д.

Договорная документация содержит технические задания на выполнение работ, акты выполненных работ, договоры на проведения лабораторных исследований в области охраны атмосферного воздуха и т. п.

Отчетная документация включает различные отчетные данные, в т. ч.: результаты производственного контроля; сведения государственного статистического наблюдения предприятия по форме 2-ТП (воздух), расчеты размера платы за негативное воздействие на окружающую среду и т. д.

Состав документации определяется в зависимости от характера и условий воздействия субъекта хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду исходя из прямых указаний в законах и подзаконных нормативных правовых актах на обязательность определенных документов, а также исходя из необходимости документального подтверждения выполнения субъекта хозяйственной и иной деятельности установленных требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при осуществлении деятельности, способной оказывать негативное воздействие на атмосферный воздух.

Субъекты хозяйственной и иной деятельности могут разрабатывать и использовать (наряду с обязательной документацией) дополнительные документы (например, специальные инструкции, положения, стандарты организации, правила, методики и т. п.).

Инвентаризация выбросов

Инвентаризация выбросов представляет собой систематизацию сведений о распределении источников по территории, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [21]. Основной целью инвентаризации выбросов загрязняющих веществ является получение исходных данных:

- для оценки степени влияния выбросов загрязняющих веществ предприятия на окружающую среду (атмосферный воздух);
- установления предельно допустимых норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферу как в целом по предприятию, так и по отдельным источникам загрязнения атмосферы;
- организации контроля соблюдения установленных норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- оценки состояния пылегазоочистного оборудования предприятия;
- оценки экологических характеристик используемых на предприятии технологий;
- оценки эффективности использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов на предприятии;
- планирования воздухоохраных работ на предприятии.

В соответствии со статьей 30 федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [16] юридические лица, имеющие стационарные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, обязаны проводить инвентаризацию источников выбросов. Проведение инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу является первым этапом работ по нормированию выбросов. Работа по проведению инвентаризации источников выбросов проводится предприятием самостоятельно либо с привлечением специализированных сторонних организаций.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представляет собой систематизацию следующих сведений:

- о наличии источников выделения и источников выбросов;
- распределении источников выбросов загрязняющих веществ по территории;
- качественной и количественной характеристике выбросов;
- параметрах выбросов газовой смеси из источников выбросов (аэродинамические характеристики);
- параметрах источников выбросов (диаметре устья, высоте);
- об оснащении источников выбросов газоочистными установками.

Инвентаризация проводится один раз в 5 лет.

На базе результатов инвентаризации выбросов разрабатываются нормативы ПДВ, которые оформляются в виде проекта (проект нормативов ПДВ). Нормативы ПДВ устанавливаются сроком на 5 лет при условии, что на предприятии не происходит существенных изменений производственного (технологического) процесса, появления или ликвидации источников выброса вредных веществ в атмосферный воздух, применения новых технологий, нового сырья или вида топлива и т. д.

4.2. Методология оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии

Для внедрения чистого производства на предприятии необходимо провести оценку состояния атмосферного воздуха.

Цель оценки: анализ состояния атмосферного воздуха на предприятии.

Задачи оценки:

- 1) проанализировать источники выбросов загрязняющих веществ на предприятии;

- 2) выявить и проанализировать объемы и виды загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе предприятия;
- 3) проанализировать документацию по качеству атмосферного воздуха на предприятии;
- 4) проанализировать установки для улавливания загрязняющих веществ;
- 5) обозначить экологические проблемы при анализе состояния атмосферного воздуха на предприятии;
- 6) генерировать и оценить идеи чистого производства на уровне предприятия;
- 7) предложить стратегию управления состоянием атмосферного воздуха на предприятии;
- 8) разработать и реализовать бизнес-планы по внедрению чистого производства при работе предприятия.

Критерии оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии приведены на рис. 32.



Рис. 32. Критерии оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии

Методы оценки:

- 1) инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ на предприятии;
- 2) экологический аудит состояния атмосферного воздуха на предприятии;
- 3) методы количественного анализа.

Этапы реализации методологии оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии и разработки бизнес-планов создания чистого производства показаны на рис. 33.

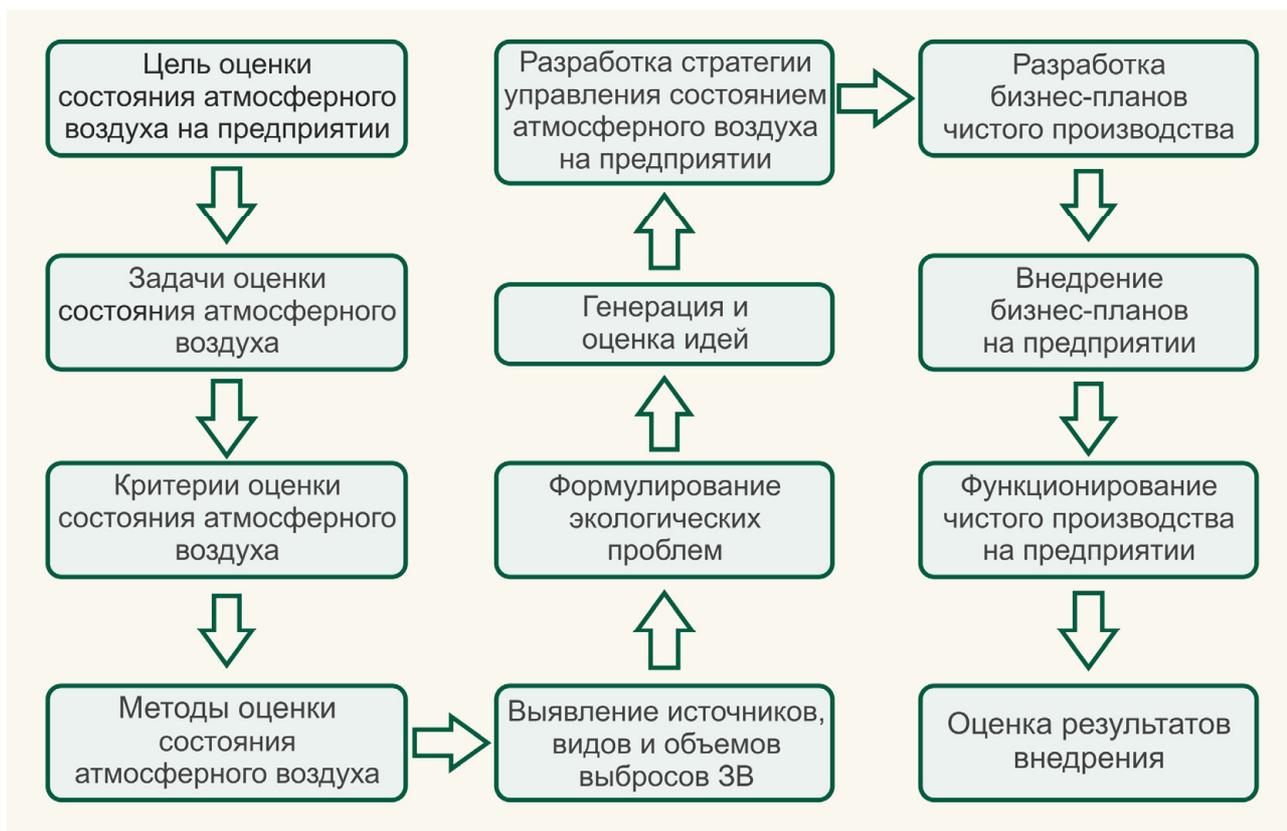


Рис. 33. Этапы реализации методологии оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии и разработки бизнес-планов создания чистого производства

Ожидаемый результат оценки: выявление причин загрязнения атмосферного воздуха на предприятии и разработка стратегии управления состоянием атмосферного воздуха.

Контрольные вопросы

1. Назовите критерии оценки качества атмосферного воздуха.
2. Назовите основные методы оценки качества атмосферного воздуха.
3. На основании каких документов проводится оценка состояния атмосферного воздуха?
4. Для каких целей применяется инвентаризация выбросов?
5. С какой периодичностью проводится инвентаризация выбросов?
6. Приведите нормативную базу инвентаризации.
7. Кем разрабатываются нормативы ПДВ?
8. На какой срок устанавливаются нормативы ПДВ?
9. Что является критерием оценки состояния атмосферного воздуха на предприятии?
10. Какие этапы реализации методологии оценки состояния атмосферного воздуха существуют?

ГЛАВА 5. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА. БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ

5.1. Понятие проекта. Управление проектами. Классификация проектов

До недавнего времени в нашей стране и за рубежом под проектом понимался комплект чертежей, в которых отражались объемно-планировочные, конструктивные, организационные, технологические и другие решения в разных областях промышленности и производства. Известны названия: технический проект; рабочий проект; проект организации строительства (ПОС); проект производства работ (ППР) и некоторые другие. Разберемся, что такое проект в современном понимании, используя термины, принятые в российской и зарубежной литературе, в привязке к проектам «Чистое производство».

Под проектом понимается временное усилие (действие), предпринятое для создания уникального продукта или услуги [11]. Проект — это целенаправленное, заранее проработанное и запланированное создание или модернизация физических объектов, технологических процессов, технической и организационной документации для них, материальных, финансовых, трудовых и иных ресурсов, а также управленческих решений и мероприятий по их выполнению (И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге) [Там же]. Как видно из представленных определений, под проектом понимается некоторое действие (мероприятие), в то же самое время проект является и продуктом, который можно купить или продать. В этих подходах отражается дуалистическая природа понятия «проект», которую необходимо принимать во внимание при изучении данной дисциплины. Проанализировав основные составляющие проектов, можно сформулировать наиболее всеобъемлющее определение проекта.

Проект — это *идея и действия* по ее реализации с целью создания продукта, услуги или другого полезного результата, ограниченные во времени и финансах.

Реализация проекта — это комплекс мер, дел и действий, направленных на достижение целей проекта.

Результат — это созданный продукт (услуга), соответствующий требованиям, указанным в проекте.

Управление проектом — это *управление процессом его реализации, комплексом мер, дел и действий, направленное на достижение целей проекта*. В этом коротком определении присутствуют элементы науки и искусства, творческая деятельность руководства и исполнителей.

Проекты могут различаться по сфере предложения, предметной области, масштабам, длительности, составу участников, степени сложности, влиянию результатов и другим характеристикам.

Для удобства анализа и синтеза проектов, а также системы управления проектами их можно классифицировать по различным критериям.

1. Класс проектов характеризует их по составу и структуре. Выделяют *монопроекты, мультипроекты* и *мегапроекты*.

2. Тип проектов зависит от сфер деятельности, в которых они осуществляются. Различают *технические, организационные, экономические, социальные* и *смешанные* проекты.

3. Вид проектов определяется характером предметной области. Существуют *инвестиционно-строительные, инновационные, научно-исследовательские* и *учебно-образовательные проекты*.

4. Масштаб проектов характеризует их по размерам, количеству участников и степени влияния на окружающий мир. Проекты делят на *мелкие, средние, крупные* и *очень крупные*.

5. Длительность проектов характеризует продолжительность их осуществления. По этому признаку проекты подразделяются на *краткосрочные, среднесрочные* и *долгосрочные*.

6. По степени сложности выделяют *простые, сложные* и *очень сложные* проекты. Современные проекты почти всегда имеют смешанный характер.

Принято выделять социальный и культурологический, а также технический и технологический **аспекты управления проектами**.

Группа взаимосвязанных проектов и различных мероприятий, объединенных общей целью и условиями выполнения, называется **программой**. Программа может быть представлена как совокупность проектов, объединенных общей целью, выделенными ресурсами, временем выполнения, технологией, организацией и др. Выполнение отдельного проекта в составе программы может не давать ощутимого результата, в то время как осуществление всей программы обеспечивает максимальную эффективность. Программы могут носить макроэкономический характер и затрагивать интересы значительной части населения. По содержанию они могут быть *экономическими, социальными, организационными, техническими* и *смешанными*.

В рамках программ рассматриваются мега- и мультипроекты.

Мегапроекты — это *целевые* программы, содержащие множество взаимосвязанных проектов, объединенных общей целью, выделенными ресурсами и временем на их выполнение.

Мультипроекты — это комплексные программы или проекты, осуществляемые в рамках *крупных предприятий*. Они связаны с определением концепций и направлений стратегического развития компаний и превращением их в прибыльные, конкурентоспособные предприятия.

5.2. Цели и стратегия проекта «Чистое производство». Структура проекта

Этапом зарождения проекта является возникновение идеи (замысла) о возможности что-то сделать и получить какой-либо результат. В процессе проработки идея принимает конкретные очертания в виде *целей* проекта.

Постановка целей — необходимое условие успешной реализации проектов, позволяет сконцентрировать усилия на одном или нескольких конкретных направлениях. В проекте «Чистое производство» цели могут представлять собой:

- энерго- и ресурсосбережение;
- снижение отходов и загрязнений;
- экономию производственных расходов;
- экономию расходов на конечные технологии.

Цели проекта — это желаемый результат деятельности, достигаемый при реализации проекта в заданных условиях.

Каждый проект включает как минимум одну цель, однако чаще таких целей несколько. Цели разных участников проекта могут различаться.

Ниже приведены примеры определения целей.

1. Целлюлозно-бумажная промышленность:

- снизить расход воды на всем предприятии на 10 %;
- снизить степень загрязнения сточных вод до показателей, установленных нормативными документами.

2. Деревообрабатывающая промышленность — обработка поверхностей:

- экономия воды на 15 %;
- снижение расхода химикатов на 7 %;
- снижение брака на 20 %.

Достижение целей проекта характеризуется получением целевых показателей:

- качества (например, снижение брака);
- времени;
- экономии.

Совокупность целей обычно подчинена определенной иерархии приоритетов: 1-й уровень — генеральная цель проекта (миссия); 2-й — необходимые цели проекта; 3-й — желаемые цели проекта.

Генеральная цель проекта, или *миссия*, — это основная, наиболее общая причина его реализации с точки зрения будущего использования результатов проекта. Успешное достижение генеральной цели определяет успех реализации проекта. Разработка генеральной цели может осуществляться различными способами. Часто используется метод мозгового штурма: приглашаются представители поставщиков, подрядчиков, консалтинговых компаний и в процессе совместной работы формируется единое рабочее направление.

Необходимые цели проекта представляют собой промежуточные цели различных этапов управления проектами. В отдельных случаях они могут изменяться и дополняться в процессе реализации проекта.

Желаемые цели проекта — это цели, которые не обязательны для успешной его реализации, однако некоторые участники проекта хотят и могут их достичь при определенных условиях.

При определении цели проекта нельзя ограничиться заданием абстрактно желаемого результата, необходимо найти ответы на следующие вопросы:

- как в точности должен выглядеть этот результат (качественные и количественные характеристики результата проекта);
- какие условия должны учитываться при реализации проекта.

Определение цели проекта — важный этап в разработке его концепции. После определения цели приступают к поиску и оценке альтернативных способов ее достижения. Для каждого проекта может быть построено множество взаимосвязанных целей, которые должны быть четко определены и иметь ясный смысл. Результаты, получаемые при достижении цели, должны быть измеримы, а заданные ограничения и требования — выполнимы. При управлении проектами область допустимых решений обычно ограничивается *временем, бюджетом, ресурсами* и требуемым *качеством* получаемых результатов. Все цели проекта можно разделить на *явные* (указанные в официальных документах) и *неявные* (конфиденциальные или даже неформальные, которые нигде не записываются, но которым следуют в процессе управления проектом). В ходе реализации проекта под влиянием изменений в его окружении или в зависимости от получаемых промежуточных результатов цели проекта могут изменяться. Поэтому целеполагание нужно рассматривать как непрерывный процесс, в котором анализируются сложившаяся ситуация, тенденции и при необходимости осуществляется корректировка.

Следующей важной составляющей управления проектами является **стратегия проекта**, в которой определяются процессы, действия и результаты достижения целей и миссии проекта. Стратегия проекта должна вырабатываться на самой первой стадии его осуществления, быть комплексной и охватывать все основные аспекты его реализации. По мере разработки проекта стратегия должна обновляться и пересматриваться. Процесс создания стратегии проекта состоит из следующих этапов.

1. Анализ ситуации (завершенных проектов-аналогов, а также факторов внешней и внутренней среды).

2. Оценка альтернатив и окончательный выбор стратегии. Соответствие стратегии проекта целям долгосрочного развития предприятия; согласование целей и возможностей участников проекта; учет интересов заинтересованных сторон, которые не принимают непосредственного участия в проекте, но на которые проект может оказывать прямое воздействие.

3. Реализация и контроль стратегии проекта. Исполнение стратегии всеми участниками проекта, а также ее корректировка в зависимости от изменившихся условий и целей хозяйствования.

Часто требуется специальный механизм координации исполнения проекта, для чего в организационной структуре предприятия формируют координирующий орган.

Понимание проекта как структурированного информационного объекта, подчиняющегося логическим суждениям и формальным правилам, является основой профессиональных методов управления проектом.

5.3. Фазы и жизненный цикл проекта

Каждый проект, программа или отдельный товар имеют определенные фазы (стадии) развития, известные как фазы жизненного цикла, или жизненный цикл. Четкое понимание этих фаз позволяет управляющим и руководителям более эффективно управлять ресурсами для достижения целей и задач проекта.

Жизненный цикл проекта — это промежуток времени между моментом появления проекта и моментом его завершения. Любой проект в своем развитии проходит этот промежуток времени. Что принимать за момент появления (начало) проекта и момент его завершения (окончание), зависит от участников проекта.

Началом проекта можно считать:

- момент рождения идеи;
- дату начала выполнения работ проекта;
- начало его финансирования.

Окончанием проекта можно считать:

- его ввод в эксплуатацию;
- достижение поставленных целей или результата;
- момент окончания срока окупаемости всех затрат;
- прекращение финансирования;
- расформирование команды и перевод ее на другую работу;
- ликвидацию проекта.

Обычно моменты начала работ над проектом и его ликвидации оформляют официальными документами.

В последние годы наметилось определенное согласие по поводу **фаз жизненного цикла продукта**. Они включают научные исследования и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), введение на рынок, рост, зрелость, старение и ликвидацию. Что касается жизненного цикла проекта, то здесь наблюдается большое разнообразие в определении фаз не только для различных отраслей народного хозяйства, но даже среди предприятий одной отрасли. На наш взгляд, обобщающей характеристикой проектов является *интенсивность инвестиций*. Этот критерий можно положить в основу наиболее общего определения понятия жизненного цикла проекта.

Рассмотрим следующие фазы проекта: начальную, основную, завершающую и фазу выполнения гарантийных обязательств. По окончании любой фазы проекта осуществляют качественную проверку основных целей и степени выполнения проекта, чтобы определить, может ли данный проект перейти в следующую фазу, и исправить допущенные ошибки с наименьшими затратами.

Начальная фаза. На этом этапе выполняются разработка концепции проекта (включая предварительное обследование и определение проекта), сравнительная оценка альтернатив, утверждение концепции. Фаза характеризуется относительно небольшой интенсивностью инвестиций. Если речь идет о проекте, основанном на конкурсных торгах, на этой фазе принимают решение о подаче заявки на торги. В случае положительного решения выполняют подготовку документации и необходимые технико-экономические расчеты для участия в торгах (определяют продолжительность проекта, затраты, строят график производства работ и др.).

Основная фаза. Отличительной особенностью этой фазы является максимальный объем инвестиций, благодаря которому выполняется наибольший объем работ по реализации проекта.

Завершающая фаза. На этой фазе достигаются конечные цели проекта и подводятся итоги.

Фаза гарантийных обязательств. На этой фазе осуществляется эксплуатация результатов проекта. Во время гарантийного периода выявленные недостатки и поломки исправляются за счет предприятия, которое несет ответственность за соответствующие работы.

Очевидно, что каждый проект можно разделить на множество фаз с различными видами работ в зависимости от специфики проекта. Затраты проекта находятся в прямой зависимости от его масштабов.

Для больших проектов необходимо привлечение работников на постоянной основе, тогда как для относительно небольших проектов с тем же жизненным циклом могут требоваться работники только на неполный рабочий день. Следовательно, один человек может быть ответственным за множество проектов, которые находятся на разных фазах жизненного цикла. Руководство предприятия несет ответственность за периодическую экспертизу наиболее важных этапов проекта, которая должна происходить как минимум в конце каждой фазы жизненного цикла или после ответственных технологических этапов реализации проекта.

Окончание каждой предыдущей и начало новой фазы характеризуются решением о возможности осуществления такого фазового перехода. Решение принимается на основе оценки достигнутых результатов, динамики выполнения плана и других показателей. Также происходит корректировка времени реализации проекта. Подобные моменты анализа называют *точками отсчета*.

5.4. Команда проекта

Команда проекта — это группа специалистов, работающих над реализацией проекта, представляющих интересы различных участников проекта и подчиняющихся управляющему проектом. В зависимости от специфики проектов (типа, масштаба, сложности, длительности) и степени участия в нем различных

заинтересованных лиц (распределения зон ответственности и функций, а также персональных целей участников), состав и порядок формирования команд проектов могут значительно различаться. Необходимость привлечения для работы в команде различных специалистов определяется следующим:

- проекты являются сложными системами, их реализация связана со сферами деятельности, которые невозможно охватить одному человеку;
- при работе в команде достигается эффект синергизма;
- успех инновационных проектов связан с творческой атмосферой, создаваемой работой в команде;
- взаимодействие и совместная работа повышают коммуникативные способности сотрудников и снижают вероятность возникновения противоречий.

Организация работы в команде — очень сложная задача, так как все люди по-разному работают, имеют разные уровни образования, мышления и по-разному вырабатывают решения. Поэтому важным условием эффективной работы группы является правильный подбор людей в команду. При подборе членов команды необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- профессионализм (опыт, квалификация);
- способность работать совместно с другими людьми (личные качества, отзывы коллег по работе);
- дополнительные требования, накладываемые спецификой проекта.

Основным критерием эффективности работы команды является успешное достижение результатов проекта. На каком же этапе достигается наивысшая работоспособность? Рассмотрим одну из самых распространенных моделей развития команды проекта.

1. *Формирование.* Первое знакомство участников команды друг с другом и с проектом. Налаживание профессиональных и межличностных коммуникаций. Переход на следующую стадию происходит, когда отдельные сотрудники начинают ощущать себя неотъемлемой частью команды.

2. *Адаптация.* На этом этапе происходит притирка сотрудников друг к другу, к управляющему и команде в целом. Вначале велика вероятность возникновения конфликтов, противоречий и, как следствие, снижения производительности команды. Однако после согласования всех целей, задач и ответственности отдельных сотрудников и всей команды осуществляется переход на следующую стадию.

3. *Нормализация.* На этом этапе возникают тесные профессиональные и межличностные связи между участниками команды, формируется общая система ценностей. Возникает привязанность к команде, желание отстаивать ее интересы и добиться целей проекта.

4. *Работа.* На этом этапе идет продуктивная работа по достижению целей проекта.

5. *Завершение.* После окончания основной части работы подводят итоги и сворачивают проект. Затем в зависимости от успешности работы проектной группы, а также специфики проекта команде может быть поручен новый про-

ект. Если же проект носил разовый характер, то команду расформируют, а ее членов направляют для участия в других проектах.

Понимание процесса развития команды проекта помогает членам группы быстрее найти общий язык и включиться в работу. Особая роль здесь принадлежит *управляющему проектом*, который должен обеспечить скорейшее достижение командой проекта стадии эффективной работы.

Успешному развитию команды помогают:

- 1) наличие сотрудников с необходимыми знаниями и опытом;
- 2) ограничение количества членов в команде (если необходимое количество членов команды более 10, целесообразно разбить команду на несколько групп, делегировав каждой из них полномочия и функциональные обязанности);
- 3) желание и возможность членов команды работать над проектом от начала до конца (участие только в одном проекте для сотрудников, занятых на постоянной основе, и наличие достаточного времени для работы сотрудников, принятых в команду на неполный рабочий день);
- 4) соответствие корпоративной культуре и высокая мотивация сотрудников на получение результата;
- 5) наличие возможностей для беспрепятственного общения членов команды проекта.

Состав команды проекта может меняться. В обобщенном варианте команда проекта состоит из трех групп во главе с управляющим: основного состава команды проекта, вспомогательного состава и консультантов.

Управление небольшими проектами происходит по упрощенной схеме: управляющий может формировать команду из нескольких человек и осуществлять руководство от начала до конца, не разбивая команду на группы. В отдельных случаях возможно привлечение в команду сторонних специалистов для выполнения специальных работ по временному договору.

В простых проектах управляющий может не формировать команду управления, а решать все вопросы по реализации проекта самостоятельно по договору с заказчиком или инвестором. Когда сложность и масштаб проекта требуют вовлечения в управление нескольких команд, общий результат проекта достигается реализацией локальных целей и задач каждой команды.

Каждый в команде выполняет свои функции и работает ради достижения целей проекта. Вне зависимости от размера команды всегда должен быть управляющий проектом, который несет полную ответственность за результаты работы. Управляющий проектом генподрядчика отвечает за весь проект, а управляющие проектами в подразделениях отвечают за выполнение работы командой в рамках своих подразделений.

На этапе инициации происходит выбор способа проектирования и реализации проекта, а также *команды специалистов*, которые будут управлять проектом от начала до конца. Необходимо также определить степень взаимодействия со всеми участниками проекта: каким образом будут подбираться поставщики материалов, какие работы целесообразно передать субподрядным фирмам, а какие выполнить собственными силами и др.

Если по каким-то критериям проект оценен отрицательно, его реализация прекращается. Однако если проект важен для предприятия, существует вероятность сделать его эффективным или добиться целей с помощью альтернативного проекта. Для поиска решения данной проблемы формируется группа из лиц, заинтересованных в реализации проекта. Происходит постановка проблемы, выполняется анализ ключевых факторов и др. В теории управления проектами используются специальные методы, позволяющие выявить направления решения проблемы и разработать рекомендации для подготовки к повторной инициации проекта.

Выделим основные методы генерации решений проблемы, широко применяемые в управлении проектами.

– **Метод мозгового штурма.** Вначале члены группы предлагают как можно больше вариантов решения проблемы, которые не критикуются. Формируется список вариантов, которые анализируются, структурируются и дорабатываются.

– **Метод номинальной группы.** Руководитель группы вначале ограничивает межличностные коммуникации участников группы, чтобы они сформулировали собственные варианты решения проблемы. Затем эти варианты представляются на рассмотрение группы, ранжируются и за основу берется лучший из них, который дорабатывается с учетом замечаний группы.

– **Метод Дельфи.** Этот метод отличается от предыдущего тем, что группа не собирается вместе. Варианты решения проблемы описываются на бумаге и пересылаются руководителю. Он их анализирует, выбирает лучшие варианты, которые по почте пересылаются участникам группы для индивидуального анализа. Это повторяется до тех пор, пока не будет сформировано наилучшее решение или сделан вывод о принципиальной невозможности реализации проекта.

На процесс выбора альтернатив влияют социальные факторы, которые определяются как личными целями человека, так и интересами всего коллектива предприятия.

5.5. Разработка и планирование проекта

Разработка и планирование являются одними из наиболее важных процессов в управлении проектами.

В процессе *разработки проекта* предприятие выполняет расчет его эффективности, технико-экономическое обоснование (ТЭО) предполагаемых инвестиций, составляет бизнес-план проекта, определяет очередность выполнения технологических процессов. Разработка проекта с учетом принятых уровней детализации производится по следующим разделам: экологическому, технологическому, производственному и экономическому.

В *экологическом разделе проекта* рассматривается влияние выполняемых работ и результатов проекта на окружающую среду и экологическую безопасность. Соответствие проекта экологическим требованиям определяется путем

оценки воздействия на окружающую среду. Контроль над соблюдением экологических требований при реализации проекта осуществляется с помощью государственной и общественной экологической экспертизы.

Экологически чистое производство предполагает следование следующим принципам.

1. Профилактический принцип. Данный принцип предполагает: дешевле и эффективнее, т. е. разумнее и выгоднее предотвратить нанесение ущерба окружающей среде, чем пытаться воздействовать на данный процесс или устранить последствия от ущерба. Профилактический принцип предполагает исследование полного жизненного цикла товара — от добычи материалов и сырья до конечной утилизации продукта, что позволит разрабатывать более чистые продукты и технологии. Экологическая эффективность достигается путем обеспечения конкурентоспособных по цене товаров и обслуживания, которые удовлетворяют человеческие нужды и повышают качество жизни. Это обеспечивается за счет прогрессивного сокращения экологических последствий и использования ресурсов в течение полного цикла товара.

2. Демократический принцип. Экологически чистое производство охватывает все, на что влияет промышленная деятельность, в т. ч. рабочих, потребителей и общество. Доступ к информации и участие в принятии решений, помноженные на энергию и грамотность специалистов и работников, помогут гарантировать демократическое управление. Чистое производство может быть реализовано только с участием рабочих и потребителей на протяжении всего жизненного цикла товара. Промышленная экология — концепция, предполагающая то, что отходы одной компании могут стать полезным сырьем для другой. Эта идея включает приемы экологической эффективности путем оптимизации потребления энергии и материалов.

3. Принцип системности. Общество должно использовать системный подход к потреблению природных ресурсов. Данный принцип предполагает разумный выбор материалов для создания продукта, проектирование продукта как долговечного и имеющего возможность повторного использования, снижение расхода энергии, воды и сырья, применение безопасных и нетоксичных методов производства и, наконец, сохранение качества товара и уровня жизни потребителя. Примером следования принципу системности может служить Уильям Макдоноуг, архитектор и дизайнер, придумавший ткань для мебели, которую после ее использования можно компостировать, и она разлагается без образования токсичных побочных продуктов.

Технологический раздел проекта включает описание требований к очередности выполнения технологических процессов, технологии выполнения работ, наличию, покупке или аренде необходимого оборудования, возможности поставки сырья и материалов, наличию рабочих и обслуживающего персонала или возможности их найма на рынке труда, номенклатуре продукции, погодным условиям выполнения работ и др.

В *производственном разделе проекта* описывается система производственных процессов, предлагаемых при реализации проекта, и требования к предприятиям (производственные мощности оборудования, качество сырья и материалов), квалификации рабочих и обслуживающего персонала и другим факторам для обеспечения надлежащего выполнения производственной части работ проекта.

В *экономическом разделе проекта* обосновывается экономическая эффективность его реализации. Дается технико-экономическое обоснование проекта и осуществляется бизнес-планирование (подробный расчет экономической эффективности инвестиций, анализ возможностей финансирования проекта на протяжении всего времени его реализации и другие способы оценки коммерческой привлекательности проекта для настоящих и потенциальных участников).

При необходимости проект может иметь множество других разделов. Это зависит от его специфики и класса. Главное — наличие необходимой информации для реализации проекта.

Планирование в управлении проектами можно охарактеризовать как определение вида и объема действий в условиях прогнозируемого окружения в течение определенного промежутка времени. Одной из основных целей планирования является установление всех возможных работ по проекту, чтобы его участники могли легко определить, что именно они должны делать, в каком объеме и когда. Планирование в управлении проектами позволяет уменьшить или даже устранить неопределенность в отношении объема работ, необходимых ресурсов и сроков реализации проекта; повысить эффективность операций и согласованность действий участников проектов и исполнителей. И, наконец, планирование является основой для осуществления контроля над ходом реализации проекта.

5.6. Методология создания проектов бизнес-планов

Назначение бизнес-плана

По своей сущности бизнес-план представляет собой программу предпринимательской деятельности. Он описывает предприятие (настоящее или будущее); планируемую продукцию или услуги (особенно важно преимущество по сравнению с конкурентами); рынок, на который эта продукция (услуга) нацелена; ресурсы и квалификацию персонала; финансовые потребности и планируемые финансовые результаты [22]. По своей форме это официальный документ, который является одним из основных инструментов по привлечению внешней финансовой поддержки. Этот документ предоставляет владельцу финансовых ресурсов информацию для соответствующих переговоров и демонстрирует основательность предпринимательского начинания. Информация в бизнес-плане должна быть объективной, опираться на обоснованные данные и не противоречащие им разумные предположения. Все числовые данные и ключевые предположения должны сопровождаться ссылками на источники информации с указанием даты, по состоя-

нию на которую приведена информация. Изложение информации в бизнес-плане должно быть понятным, логичным и структурированным.

Не менее важен бизнес-план для внутреннего использования. Разрабатывая бизнес-план для реализации бизнес-идеи, разработчик продумывает свою рыночную стратегию, соизмеряет свои замыслы с реальностью и различными ресурсными ограничениями. Это позволит при реализации замысла избежать таких фундаментальных ошибок, как нехватка капитала для основания и функционирования предприятия и отрицательный баланс движения денежных средств. Хорошо проработанный бизнес-план является инструментом контроля и управления предприятием, поскольку служит основой для сопоставления намеченных результатов с фактическими достижениями. Бизнес-планы разрабатываются также для финансового оздоровления предприятий. Основная цель такого плана — вывести предприятие из кризиса. Практикуется обычно для средних и крупных предприятий.

В бизнесе не существует магической формулы успеха, но есть проверенное очень многими правило, которое гласит: «Предприниматель, который неудачно планирует, планирует неудачу». Для разработки бизнес-плана, способного принести успех, необходимо затратить достаточно много времени. Требуется собрать и проанализировать разнообразную информацию, иногда повторно изучить (перепроверить) собранные сведения или выполнить дополнительные исследования. Требуется время и для хорошего оформления самого бизнес-плана.

Общие рекомендации по разработке бизнес-плана

Бизнес-план должен содержать [22]:

- название инвестиционного проекта, его суть и целесообразность реализации;
- обоснование значимости проекта;
- обоснование положительного эффекта для общества и экономики;
- обоснование соответствия проекта экологическому законодательству;
- информацию о предполагаемых конкурсных процедурах для отбора ключевых поставщиков и подрядчиков по проекту;
- обоснование финансовых прогнозов, анализ рынка продукции;
- обоснование реализуемости проекта;
- анализ возможных рисков, связанных с реализацией проекта, и способов их минимизации.

Рекомендуемая структура бизнес-плана

Рекомендуется включает следующие разделы:

- резюме проекта;
- описание проекта;
- информация об основных участниках проекта;
- описание продукта;

- анализ рынка;
- организационный план;
- анализ ресурсов;
- технологическая схема производства;
- план производства (эксплуатации);
- воздействие проекта на окружающую среду;
- финансовый план;
- план финансирования;
- анализ проектных рисков;
- приложения.

Формат и структура бизнес-плана могут варьироваться в зависимости от характера проекта, но перечисленные выше разделы должны быть включены в бизнес-план в обязательном порядке.

Рекомендуется включить в бизнес-план справочный материал, в т. ч.:

- информацию о составителях бизнес-плана;
- содержание с указанием страниц;
- словарь ключевых технических и иных узкоспециализированных терминов, используемых в бизнес-плане;
- список определений и расчетных формул для финансовых показателей, которые упоминаются в бизнес-плане и рассчитываются в финансовой модели;
- информацию о нормативно-методической базе, использованной при составлении бизнес-плана и проведения анализа;
- краткую информацию о технико-экономических, маркетинговых и иных исследованиях, использованных при составлении бизнес-плана.

Содержание основных разделов бизнес-плана

Резюме проекта

В данном разделе рекомендуется раскрыть в сжатой форме:

- суть проекта и целесообразность его реализации;
- ключевую информацию об основных участниках проекта;
- результаты анализа потенциала рынка;
- стратегию реализации проекта (общий график реализации);
- ключевые прогнозные финансовые показатели;
- общую стоимость проекта, общую потребность в финансировании и предполагаемые источники финансирования;
- ключевые факторы успеха и основные риски проекта, достоинства и недостатки проекта или предлагаемой продукции;
- иную ключевую информацию по проекту.

Описание проекта

В данном разделе необходимо:

- изложить суть проекта, в т. ч. указать тип инвестиционного проекта (создание нового производства/объекта с «нуля»; реконструкция действующего про-

изводства/объекта; модернизация действующего производства/объекта; выпуск новой продукции на действующем производстве; расширение действующего производства; иное изменение с целью ведения коммерческой деятельности);

- указать стадию реализации проекта и фазу (конкретный этап внутри стадии), на которой находится проект в настоящее время;

- указать регион (населенный пункт) и отрасль, в которых будет реализован (реализуется) проект;

- отметить, если проект будет реализован (реализуется) на принципах государственно-частного партнерства;

- обосновать целесообразность реализации проекта для получателя средств (например, возможность увеличить объем продаж и долю на рынке; снизить затраты; занять свободную нишу на рынке или создать новый рынок; учесть экологические требования и т. п.);

- обосновать целесообразность участия финансовых структур в реализации проекта.

Информация об основных участниках проекта

В разделе должны быть указаны:

- разработчики проекта;
- получатели средств;
- иные участники проекта;
- роли и порядок их взаимодействия в ходе реализации проекта;
- причины заинтересованности в проекте;
- наличие опыта работы в отрасли;
- иная существенная информация об основных участниках проекта.

Описание продукта

В этот раздел следует включить описание предполагаемого продукта производства (продуктовой линейки), который планируется к выпуску в соответствии с проектом, и анализ их конкурентных преимуществ и недостатков. В разделе рекомендуется привести основные качественные характеристики продукта (продуктовой линейки), провести анализ полезности для потребителей (в т. ч. указать целевую аудиторию), указать возможные продукты-заменители и сопутствующие товары и услуги.

Анализ рынка

В данном разделе необходимо дать описание рынка сбыта, для которого предназначена продукция и/или услуги, предусмотренные проектом, и прогнозы развития рынка на ближайшую перспективу. В разделе должен быть представлен анализ текущего состояния рынка, включая:

- текущий и потенциальный (прогнозный) объем рынка;
- степень насыщенности;
- динамику развития (в т. ч., появление новых игроков, динамику объема продаж, ключевые изменения и тенденции, текущую стадию жизненного цикла рынка);

- описание структуры (основных сегментов) рынка;
- показатели рыночной концентрации;
- основных прямых конкурентов и конкурентов, производящих продукты-заменители;
- данные о сезонности спроса или предложения;
- основные каналы продаж и методы стимулирования сбыта (реклама, мерчендайзинг и т. д.).

Организационный план

В данном разделе необходимо дать описание общей стратегии реализации проекта, привести временной график реализации проекта с указанием предполагаемого начала реализации проекта и продолжительности основных стадий (предынвестиционная/инвестиционная стадия ввода мощностей, операционная, ликвидационная), а также промежуточных этапов (фаз).

План продаж и стратегия маркетинга

В данном разделе должны быть отражены целевая динамика объема продаж (целевой интенсивности эксплуатации) и прогнозной доли рынка, а также стратегия по их достижению, в т. ч. стратегия конкурентной борьбы.

План производства (эксплуатации)

Необходимо привести:

- план объема выпуска продукции или план эксплуатации объектов;
- краткое описание производственного процесса (схемы производственных потоков) или бизнес-модели (описание основных бизнес-процессов) на операционной (эксплуатационной) стадии реализации проекта;
- краткое описание технологии производства (строительства) и оборудования, которое будет использоваться для производства готовой продукции (строительства объектов), а также факторы, определившие их выбор. При этом следует осветить вопросы новизны и конкурентоспособности технологии (оборудования) с точки зрения российских и международных стандартов;
- удельные затраты сырья и материалов, энергии, времени работы оборудования и персонала для осуществления ключевых бизнес-процессов или выпуска единицы продукта.

Анализ ресурсов

В данном разделе необходимо провести анализ материальных, организационных, человеческих и иных ресурсов, которые требуются для реализации проекта. Необходимо отметить, какие ресурсы уже имеются у основных участников проекта и какие ресурсы необходимо привлечь дополнительно при реализации проекта: машины и оборудование; сырье, материалы, энергия, комплектующие; услуги и работы подрядчиков; трудовые ресурсы/персонал.

Воздействие проекта на окружающую среду

В этом разделе должна содержаться следующая информация:

- данные о воздействии проекта на окружающую среду и соответствии проекта экологическому законодательству РФ;

- перечень стандартов и нормативных документов в области охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- показатели эффективности использования природных ресурсов (экологической эффективности), методика их расчета;
- описание планируемых мероприятий по охране окружающей среды, повышению эффективности использования природных ресурсов, улучшению экологической обстановки (с указанием стоимости мероприятий и плана-графика их реализации).

Финансовый план

В разделе должна быть представлена следующая информация:

- основные исходные данные, использованные для построения финансовых прогнозов;
- ключевые финансовые показатели по годам реализации проекта.

План финансирования

В разделе должна заключаться следующая информация:

- общая потребность в финансировании (в разбивке по основным категориям инвестиционных затрат);
- предполагаемая структура источников финансирования;
- размер собственных средств (которые будут вложены в проект получателем средств и его акционерами/участниками);
- возможность внесения дополнительного (резервного) финансирования получателем средств или иными участниками проекта.

Анализ проектных рисков

Раздел должен содержать типы и описание основных рисков по проекту, их оценку (качественную оценку величины риска и/или количественную оценку вероятности реализации риска и степени потенциального ущерба), способы управления рисками (их снижения, распределения между участниками) и предлагаемые гарантии инвесторам.

Приложения

В бизнес-план рекомендуется включать приложения, иллюстрирующие, детализирующие или подтверждающие информацию, изложенную в основной части бизнес-плана.

5.7. Процессы и функции управления проектами

Процессы управления проектами реализуются на протяжении их жизненного цикла посредством прямых и обратных связей между субъектами и объектами управления с помощью функций управления [11]. Приведенная классификация — это *основа* управления проектами. Представим некоторые основные процессы управления проектами.

1. Инициация — начало проекта и его продвижение в дальнейшем, а также работа по его подготовке для последующего планирования и проектирования.

2. Проектирование и планирование — разработка вектора и объема действий для успешной реализации проекта. Определение главных событий и учет возможных внутренних и внешних сил, влияющих на проект. Для наиболее эффективной реализации проекта необходимо вовлечение всех сторон, которые заинтересованы в данном проекте, также на данном этапе разрабатываются планы по его реализации.

3. Выполнение работ проекта — с учетом разработанного плана по реализации проекта все работы по проекту разделяются между группами исполнителей или исполнителями проекта. На данном этапе может быть определена многоуровневая структура выполнения работ, состоящая из определенных заданий или комплекса работ.

4. Контроль — разработка системы контроля по учету, измерению, прогнозированию отклонений в рамках реализации конкретного проекта. Система контроля разрабатывается для принятия корректирующих действий в случае отклонения, например, от принятой ранее сметы расходов или графика производства работ. Данная функция — одна из самых сложных в управлении проектами.

5. Завершение проекта — на данном этапе после согласования с органами государственного надзора и другими заинтересованными сторонами необходимо подготовить документацию по проекту в целях успешной его передачи потребителю или заказчику. При завершении проекта должны быть устранены недостатки и выполнены необходимые усовершенствования проекта.

6. Гарантия выполнения обязательств — необходимое создание условий для выполнения гарантийных обязательств по проекту предприятиями-подрядчиками на качество выполненных работ, возникающих в процессе эксплуатации результатов проекта (изделия, продукта и т. п.).

Функции управления проектами оказывают на них как прямое, так и косвенное влияние, через набор данных функций процессы управления проектами влияют на достижение конкретного результата. Общие функции менеджмента, такие, как планирование, организация, регулирование, реализация, контроль и мотивация, связаны с функциями управления проектами. Следует отметить, что общие функции управления в классическом виде не учитывают особенности управления проектами. Приведем характеристики основных функций управления проектами.

1. Управление идеей проекта. Проект должен быть управляем, так как простое возникновение идеи проекта не является условием для его реализации. Данная функция является основой процесса зарождения проекта. Должны быть разработаны и оценены альтернативные варианты, его технологическая и экономическая привлекательность.

2. Управление предметной областью. Необходимо учитывать специфику реализации результата проекта исходя из принадлежности проекта к определенной отрасли, особенности рынка и потребительские предложения.

3. Управление проектом по временным параметрам. Заранее должны планироваться сроки реализации отдельных этапов проекта и проекта в целом,

так как время — ключевой фактор для успешной реализации проекта. Учитываются и возможные ограничения сроков реализации проекта, например, качество выполненных работ, технологические и технические требования по проекту.

4. Финансирование и управление стоимостью проекта. Особенности проектов определяют специфику их финансирования и с данной функцией связано обеспечение оптимальной стоимости проекта, при которой достигаются его рентабельность и стабильное финансирование на разных этапах жизненного цикла.

5. Менеджмент качества. Конкурентоспособность и качество являются неотъемлемыми показателями работы всего предприятия. Осуществление функции должно обеспечивать соответствие качества управления и реализации проекта в заданных границах.

6. Управление рисками. Под влиянием внешнего окружения проекта на разных этапах жизненного цикла риски проекта могут меняться, поэтому эффективное управление рисками является необходимым условием успешного достижения поставленных целей по проекту. При этом менеджменту организации необходимо определить максимально допустимый уровень риска реализации проектов.

7. Управление персоналом. От успешной работы команды проекта зависит максимальная эффективность реализации проекта. А целенаправленная работа исполнителей проекта обеспечивается правильно подобранным персоналом, мотивацией и стимулированием, созданием комфортных условий труда и т. д.

8. Управление материальными ресурсами. Это важнейшее условие бесперебойного и комплексного обеспечения ресурсами для успешной реализации проекта. Управление материальными ресурсами заключается и в координации действий подразделений, отвечающих за данное направление.

9. Управление контрактами. Предприятие осуществляет свою деятельность с учетом внешней среды, в которую входит контактная аудитория проекта (участники проекта, сотрудники, потребители, заказчики, финансовые учреждения и другие заинтересованные лица). Здесь важны подготовленные процедуры выбора партнеров и особенности контрактных отношений.

10. Управление изменениями. Специфика управления проектами связана с постоянным необходимым реагированием на внутренние и внешние факторы, влияющие на выполнение проекта. Необходим комплексный подход к управлению изменениями на предприятии.

11. Безопасность в управлении проектами. При выполнении проекта должны быть обеспечены процессы, связанные с решением вопросов технологической и информационной безопасности, обеспечения личной безопасности сотрудников, сохранения окружающей среды, а также соблюдения требований по другим сферам безопасности.

12. Правовое обеспечение. Реализация проекта должна проходить только при условии его соответствия государственному законодательству. Одно из таких условий — обязательное выполнение экологических требований и требований безопасности (например, при разработке продукта).

13. Управление конфликтами. В любой организации могут возникнуть конфликты, оказывающие как положительное, так и отрицательное влияние на выполнение проекта. Управляющий командой проекта должен своевременно принимать меры по выявлению возможных конфликтных ситуаций и их ликвидации.

14. Системный подход. Проект в качестве объекта управления должен рассматриваться как система или часть системы предприятия, который связан общими целями, процессами и процедурами. Благодаря функциям управления системы менеджмента качества, маркетинга, управления персоналом и другие приобретают определенную направленность на достижение целей проекта.

15. Управление коммуникациями. Управление коммуникациями связано с необходимостью проведения постоянной оперативной работы по проекту и заключается в подготовке и проведения различного рода совещаний, презентаций. Таким образом всем заинтересованным сторонам разъясняются особенности реализуемого проекта, обсуждаются его преимущества и недостатки.

16. Управленческий и бухгалтерский учет. Финансовое положение предприятия зависит и от правильного ведения бухгалтерского учета, необходим постоянный анализ финансово-хозяйственной деятельности, взаимоотношений с кредитными организациями, государственными учреждениями и т. д.

17. Управление гарантийными обязательствами. Управление гарантийными обязательствами заключается в ответственности организации за представленные результаты своего труда. Приобретение конкурентных преимуществ, хорошей деловой репутации, благоприятного образа компании на рынке в условиях жесткой конкуренции может быть обеспечено за счет выполнения своих обязательств по проекту.

Контрольные вопросы

1. Как можно расшифровать термин «проект»?
2. По каким критериям классифицируют проекты?
3. Какие бывают проекты по предметной области?
4. Что понимают под программой?
5. Какие бывают программы?
6. Какие моменты свидетельствуют о начале и окончании проекта?
7. Какие существуют фазы проекта?
8. С какой целью необходимо работать в команде при создании проекта?
9. Какие модели развития команды известны?
10. Какие методы генерации решений проблемы существуют?
11. Каким принципам необходимо следовать при создании экологически чистого производства?
12. Для каких целей создают бизнес-планы?
13. Какова рекомендуемая структура бизнес-плана?
14. Какие стадии должны быть в разделе «Описание проекта»?
15. Какие существуют процессы управления проектами?

ГЛАВА 6. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

6.1. Виды эффективности инвестиционных проектов и Оценка их финансовой состоятельности

От эффективности или неэффективности инвестиционных проектов (ИП) зависит соответственно прирост или снижение поступающего в распоряжение общества внутреннего валового продукта (ВВП), который распределяется между участвующими в проекте субъектами (фирмами, акционерами, работниками, банками, бюджетами разных уровней и пр.). Различные виды эффективности ИП определяются поступлениями и затратами этих субъектов. Эффективность ИП может быть определена двумя способами: эффективность проекта в целом; эффективность участия в проекте.

Эффективность проекта в целом оценивается с целью определения потенциальной привлекательности проекта для возможных участников и поисков источников финансирования [8; 24]. Она включает в себя *общественную* (социально-эколого-экономическую) эффективность проекта и *коммерческую* эффективность проекта. *Общественная эффективность* характеризует социально-экономические последствия осуществления ИП проекта для общества в целом, охватывая как непосредственные результаты и затраты проекта, так и косвенные (в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты). Показатели *коммерческой эффективности проекта* отражают финансовые последствия его осуществления для единственного участника, реализующего ИП, с условием, что он производит все необходимые для реализации проекта затраты и пользуется всеми его результатами.

Эффективность участия в проекте определяется с целью проверки реализуемости инвестиционного проекта и заинтересованности в нем всех его участников. Она может определять эффективность ИП для предприятий-участников, эффективность инвестирования в акции предприятия (эффективность для акционеров), эффективность участия в проекте структур более высокого уровня по отношению к предприятиям-участникам инвестиционного проекта, в т. ч. региональную и народнохозяйственную эффективность (для отдельных регионов и народного хозяйства РФ), отраслевую эффективность (для отдельных отраслей народного хозяйства, финансово-промышленных групп, объединений предприятий и холдинговых структур), бюджетную эффективность инвестиционного проекта (эффективность участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней).

Оценка эффективности инвестиционных проектов включает два основных аспекта: финансовый и экономический, дополняющих друг друга [24]. При оценке финансовой эффективности анализируется ликвидность проекта в ходе его реализации, при этом определяется достаточность финансовых ресурсов

конкретного предприятия для реализации проекта в установленный срок и выполнения всех финансовых обязательств. При оценке экономической эффективности определяется потенциальная способность ИП сохранить покупательную ценность вложенных средств и обеспечить их прирост. Для этого определяются различные показатели эффективности инвестиционных проектов, которые являются интегральными.

В процессе оценки финансовой состоятельности ИП сопоставляют оттоки (ожидаемые затраты) и притоки (возможные выгоды), которые характеризуют потоки денежных средств (*cash flow*).

В ожидаемые затраты включают издержки, связанные с инвестированием (денежные средства, направляемые на получение права собственности, а также другие расходы при их дальнейшем использовании, например, на капитальный ремонт), расходы на приобретение оборудования и материалов и эксплуатационные расходы (периодические ежегодные издержки использования фондов, являющиеся обычными повторяющимися расходами, связанными с текущим содержанием).

Приток от ИП можно рассматривать в качестве источника денежных средств. Он формируется за счет снижения издержек производства, дополнительных доходов, денежных средств от продажи активов, предполагаемую ликвидационную остаточную стоимость новых активов в конце срока их службы.

Возможные оттоки и притоки денежных средств представлены в табл. 6.

Табл. 6. Ожидаемые притоки и оттоки денежных средств

Приток	Отток
Средства от продажи устаревших фондов	Расходы на приобретение оборудования
Экономия издержек благодаря замене устаревших фондов	Ежегодные издержки производства и текущие эксплуатационные расходы
Новые амортизационные отчисления	Убытки от потери амортизационных отчислений при продаже списанных фондов
Льготы по налогообложению	Налоги на доходы от продажи устаревших фондов, рост налогов вследствие роста прибыльности
Дополнительный доход, полученный благодаря инвестированию	Потеря дохода от проданных устаревших фондов
Ликвидационная стоимость новых фондов	Капитальный ремонт

Финансовая состоятельность ИП оценивается на основе отчета о движении денежных средств, который отражает состояние средств на предприятии и позволяет определить, достаточно ли их для конкретного инвестиционного проекта. Денежный поток состоит из потоков от отдельных видов деятельности:

- 1) от производственной или операционной деятельности;
- 2) инвестиционной деятельности;
- 3) финансовой деятельности.

С каждым видом деятельности связаны свои денежные потоки. Этот термин в общем случае охватывает три элемента:

- приток реальных денег (денежные поступления);
- отток реальных денег (расходы);
- сальдо реальных денег (активный баланс, эффект) — разность между притоком и оттоком реальных денег.

При оценке проекта особо учитываются три вида деятельности: инвестиционная, операционная и финансовая. К *инвестиционной деятельности* относится процесс создания основных средств, сюда включаются капитальное строительство, а также создание или наращивание оборотного капитала. *Финансовая деятельность* — это операции привлечения и возврата заемных средств. *Операционная деятельность* — это основная деятельность предприятия. Термин «операционная» используется потому, что основной деятельностью предприятия может быть не только промышленная (производство какой-либо промышленной продукции), но и строительная, транспортная, торговая, а также оказание каких-либо услуг (табл. 7).

Табл. 7. Характеристика денежных потоков

Вид деятельности	Приток	Отток
Инвестиционная	– продажа активов; – поступления за счет уменьшения оборотного капитала; – доходы от инвестиций в ценные бумаги	– капитальные вложения; – затраты на пусконаладочные работы; – ликвидационные затраты в конце проекта; – затраты на увеличение оборотного капитала; – средства, вложенные в дополнительные фонды; – ликвидационные затраты
Операционная	– выручка от реализации; – прочие внереализационные доходы, в т. ч. поступления от средств, вложенных в дополнительные фонды	– производственные издержки; – внереализационные расходы; – <i>выплата процентов по кредитам</i> *; – налоги
Финансовая	– вложение собственного (акционерного) капитала; – привлечение средств: субсидий, дотаций, заемных средств; – поступления платежей по предоставленным займам и ссудам; – продажа ценных бумаг	– дивиденды по акциям; – налоги на доходы от предоставленных займов; – <i>выплата процентов по кредитам</i> *
* Выплата процентов по кредитам включается либо в финансовую, либо в операционную деятельность в зависимости от учетной политики предприятия.		

Источниками информации для расчета потоков реальных денежных средств служат следующие данные.

1. Сведения об инвестиционных издержках, в т. ч. капитальные вложения в период строительства и производства.

2. Программа производства и реализации по видам продукции, включающая объем производства в натуральном и стоимостном выражении, объем реализации в натуральном и стоимостном выражении, цену реализации единицы продукции и выручку от реализации.

3. Среднесписочная численность работающих по основным категориям работников.

4. Текущие издержки на весь объем выпуска продукции (работ, услуг), включающие материальные затраты, расходы на оплату труда и отчисления на социальные нужды, обслуживание и ремонт технологического оборудования и транспортных средств, административные накладные расходы, заводские накладные расходы, а также издержки по сбыту продукции.

5. Структура текущих издержек по видам продукции.

6. Потребность в оборотном капитале.

7. Источники финансирования (акционерный капитал, кредиты и пр.).

Вся указанная информация помещается в таблицу, которая отражает поток наличности (реальных денежных средств) при осуществлении инвестиционного проекта. В динамике отчет о движении денежных средств представляет собой фактическое состояние счета компании, реализующей проект, и показывает сальдо на начало и конец расчетного периода. Условием успеха ИП служит положительное значение общего сальдо денежного потока во всех периодах.

Необходимым критерием принятия решения о внедрении ИП является положительное сальдо накопленных реальных денег в любом временном интервале, где данный участник осуществляет затраты или получает доходы. В случае получения отрицательной величины сальдо накопленных денег необходимо привлечение дополнительных собственных или заемных средств с учетом в проекте не только их поступления, но и возврата с уплачиваемой суммой процентов. В зависимости от условий и целей проекта оценка финансовой состоятельности может дополняться выбором варианта из нескольких возможных. При этом расчет потоков реальных денег осуществляется в несколько этапов. Величина и время привлечения заемных средств определяются размерами и периодами появления дефицита денег с учетом вариантов выбранных на ранних этапах. Порядок и сроки привлечения средств и их возврата влияют на общий объем инвестиций и величину издержек (проценты по займам включаются в финансовые издержки).

6.2. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов и их ранжирование

Методы оценки эффективности ИП делятся на две группы в зависимости от того, учитывается или нет временной параметр. Если не учитываются вся продолжительность срока жизни проекта и неравнозначность денежных пото-

ков, возникающих в различные моменты времени, то используются простые (статические) методы. К простым методам оценки относятся те, которые оперируют отдельными, точечными значениями исходных данных, но при этом они достаточно иллюстративны, вследствие чего довольно часто используются для быстрой оценки проектов на предварительных стадиях их анализа.

Учитывать изменение параметров в течение времени позволяют сложные (динамические) методы, основанные на дисконтированных оценках. Сложные методы применяются для более глубокого анализа инвестиционных проектов: они используют понятия временных рядов, требуют применения специального математического аппарата и более тщательной подготовки исходной информации.

Простые методы экономической оценки проектов

На практике для определения экономической эффективности инвестиций простым методом чаще всего используются показатели простой нормы прибыли и периода окупаемости.

Простая норма прибыли (ROI, Return on Investments) рассчитывается как отношение годовой чистой прибыли (Pr) к общему объему инвестиционных затрат (I). Величина инвестиций находится как среднее между учетной стоимостью активов на начало и конец реализации проекта.

$$ROI = \frac{Pr}{I}.$$

Этот показатель отражает, какая часть инвестиционных затрат возмещается (возвращается) в виде прибыли в течение одного интервала планирования. При сравнении расчетной величины нормы прибыли с минимальным или средним уровнем доходности инвестор может сделать предварительные выводы о целесообразности данных инвестиций, а также о том, следует ли продолжать оценку экономической эффективности ИП. Кроме того, на этом этапе возможна и примерная оценка срока окупаемости данного проекта.

Инвестиционный проект на основе простой нормы прибыли оценивается как приемлемый, если его расчетный уровень превышает величину рентабельности, принятую инвестором за базовую (или стандартную) величину. Общая оценка метода представлена в табл. 8.

Период окупаемости — период, в течение которого весь объем генерируемых денежных средств (включая суммы чистой прибыли и амортизации), направляется на возврат первоначально инвестированного капитала.

Период окупаемости определяется по формуле:

$$PP = \frac{I_0}{P}.$$

где PP (*Payback Period*) — период окупаемости инвестиций; I_0 — первоначальные инвестиции; P — чистый денежный поток.

Табл. 8. Достоинства и недостатки применения *ROI*

Достоинства	Недостатки
1. Простота понимания. 2. Несложные вычисления (расчеты). 3. Расчет по данным бухгалтерской отчетности. 4. Возможность быстрой оценки прибыльности проекта.	1. Не учитывает возможность реинвестирования получаемых доходов. 2. Не учитывает различия в сроках реализации инвестиционных проектов. 3. Сложность определения периода реализации проекта. 4. Учет чистой прибыли, а не денежного потока. 5. Не может быть применим для выбора лучшего проекта при одинаковых <i>ROI</i> , но различных инвестициях.

Период окупаемости можно определить также путем постепенного вычитания суммы амортизационных отчислений и чистой прибыли за очередной интервал планирования (например, год) из общего объема капитальных затрат. Интервал, за который остаток становится отрицательным, и является тем самым периодом окупаемости. Если такой результат не достигнут, следовательно, срок окупаемости превышает установленный срок жизни проекта. Общая оценка метода приведена в табл. 9.

Табл. 9. Достоинства и недостатки применения показателя периода окупаемости

Достоинства	Недостатки
1. Простота использования и расчетов. 2. Отражает ликвидность проекта. 3. Характеризует рискованность проекта (длительный срок окупаемости проекта означает повышенные риски).	1. Не учитывает денежные поступления после истечения срока окупаемости. 2. Не учитывает возможность реинвестирования доходов. 3. Проекты с одинаковым сроком окупаемости, но с различной временной структурой доходов признаются равноценными. 4. Значение срока окупаемости ничего не говорит об эффективности проекта.

Статические методы в целом характеризуются рядом недостатков:

– не учитывают то, что получение доходов и производство расходов (инвестиций) происходят в разные моменты времени, т. е. не учитывают временную стоимость денег (фактор времени), в результате чего *в процессе расчета сопоставляются заведомо несопоставимые величины;*

– показателем возврата инвестированного капитала чаще всего принимается только прибыль. Однако денежный приток включает еще и амортизационные отчисления, поэтому оценка эффективности инвестиций существенно искажает результаты расчетов: завышает срок окупаемости и занижает коэффициент эффективности;

– не принимается во внимание возможность реинвестирования доходов — достигнутый *ранее* избыток доходов над расходами может быть помещен под проценты и, таким образом, оказывается выгоднее, чем достигаемый *позднее* избыток.

Однако статические методы достаточно просты для расчета, понимания и получения исходной информации и могут быть использованы для быстрой первоначальной оценки проектов и для их ранжирования.

Сложные (динамические) методы

При оценке инвестиционной привлекательности проекта, связанного с долгосрочным вложением денежных средств, основной задачей является определение того, насколько будущие притоки оправдывают сегодняшние затраты. Для этого все величины, имеющие отношение к финансовой стороне проекта, приводятся к уровню цен периода начала реализации проекта, этот процесс носит название *дисконтирования*.

Динамические методы применяются для дисконтирования:

1) технико-экономических показателей предприятия, так как они зависят от объемов и структуры продукции, норм, расхода сырья, материалов, численности персонала, длительности производственного цикла. Данные изменения особенно сильно проявляются в период освоения мощностей или технических перевооружений. Учет данных изменений производится путем формирования денежных потоков с учетом особенностей процесса производства на каждом шаге расчетного периода;

2) стоимости основных фондов, так как их эксплуатация приводит к физическому износу и одновременному снижению их производительности и увеличению затрат на их содержание, эксплуатацию и ремонт;

3) цен на производимую продукцию и потребляемые ресурсы;

4) объемов выполняемых строительно-монтажных работ и размеров оплаты этих работ;

5) затрат, результатов и эффектов, происходящих в различные моменты времени.

На практике используются различные модификации динамических методов, при этом рассчитываются показатели чистой текущей стоимости проекта (*NPV*) и внутренней нормы прибыли (*IRR*). Таким методом, т. е. с учетом дисконтирования, может быть рассчитан и показатель дисконтированного срока окупаемости проекта.

Чистая текущая стоимость проекта (*Net Present Value, NPV*) — чистый поток денежных средств за весь период жизни проекта с учетом фактора времени. Определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+d)^t} - I_0,$$

где P_t — объем генерируемых проектом денежных средств в период t ; d — норма дисконта; n — продолжительность периода действия проекта, лет; I_0 — первоначальные инвестиционные затраты.

В случае если инвестиционные расходы осуществляются в течение ряда лет, NPV определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+d)^t},$$

где I_t — инвестиционные затраты в период t .

При прогнозировании доходов необходимо учитывать все виды поступлений, которые связаны с данным проектом (например, поступление средств от ликвидации устаревшего оборудования, высвобождение части оборотных средств, в результате экономии сырья и материалов и пр.), при этом они должны быть учтены как доходы периодов, в которых они образуются.

Метод чистой текущей стоимости строится на двух принципах: коммерческое предприятие стремится к максимизации своей рыночной стоимости и разновременные затраты имеют неодинаковую ценность (стоимость).

Чистая текущая стоимость инвестиционного проекта — это *максимальная сумма*, которую может заплатить предприятие за возможность инвестировать капитал *без ухудшения своего финансового положения*. Она отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала предприятия в случае реализации рассматриваемого инвестиционного проекта.

По значению чистой текущей стоимости можно судить об эффективности проекта:

– если $NPV > 0$ — инвестиционный проект считается эффективным *при данной норме дисконта*, т. е. «ценность фирмы» возрастает (капитал инвестора увеличивается);

– если $NPV < 0$ — инвестиционный проект неэффективен, инвестор понесет убытки;

– если $NPV = 0$ — в случае принятия проекта благосостояние инвестора не изменится, но в то же время объемы производства возрастут, т. е. масштабы предприятия увеличатся.

Абсолютная величина NPV зависит от двух видов параметров:

а) объективные — определяются *производственным процессом* (объемом производства, выручкой от реализации, затратами, прибылью и т. п.);

б) субъективные — носят субъективный характер. Например, ставка дисконта — величина условная, поэтому при анализе инвестиционного проекта рекомендуют использовать некоторый диапазон ставок, и величина NPV будет снижаться, при прочих равных условиях, при увеличении нормы дисконта. В силу этого инвестиции, различающиеся по продолжительности периодов отдачи, могут оказаться практически равноценными по конечному экономическому эффекту.

Общая оценка метода приведена в табл. 10.

Показатель NPV наиболее часто применяется в зарубежной практике для оценки эффективности инвестиций, несмотря на имеющиеся недостатки.

Табл. 10. Достоинства и недостатки метода чистой текущей стоимости

Достоинства	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Отражает доходы от инвестиций (превышение притока денежных средств над начальными затратами). 2. Учитывает срок жизни инвестиционного проекта и отражает денежные потоки в течение всего срока. 3. Выражается в стоимостных единицах с учетом дисконтирования, учитывая фактор времени. 4. Показатель аддитивен во временном аспекте, т. е. можно суммировать <i>NPV</i> различных проектов. 5. Отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала предприятия в случае принятия инвестиционного проекта, т. е. изменение «ценности фирмы». 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>NPV</i> — показатель абсолютный (эффект), т. е. он не показывает прибыльность (эффективность) и не может использоваться для сравнения нескольких вариантов ИП. 2. Значение <i>NPV</i> зависит от величины нормы дисконта. 3. Используется неизменная ставка дисконта, хотя сама по себе она является величиной динамической, т. е. может меняться со временем в связи с изменением экономических условий. 4. Требуется детальных долгосрочных прогнозов.

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (*PI*, *Profitability Index*)

Величина чистой текущей стоимости проекта зависит от масштаба деятельности, т. е. от величины инвестиций, объема производства и продаж, поэтому большее значение *NPV* не всегда отражает более эффективное использование инвестиций. В такой ситуации целесообразно рассчитывать индексы доходности. Индекс доходности можно сравнить с показателем «простой нормы прибыли», но по экономическому содержанию это совершенно иной показатель, так как в качестве дохода от инвестиций выступает не чистая прибыль, а денежный поток. Индекс рентабельности является относительным показателем, характеризующим доход с единицы затрат, т. е. эффективность вложений: чем больше значение этого показателя, тем выше отдача каждого рубля, инвестированного в данный проект. Именно этот критерий используется при сравнении независимых проектов в случае ограниченного общего объема инвестиций. Индексы доходности могут рассчитываться как для дисконтированных, так и для недисконтированных денежных потоков.

Виды индексов доходности

Индекс доходности затрат — отношение суммы денежных притоков (накопленных поступлений) к сумме денежных оттоков (накопленным платежам):

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{\Pi_t}{(1+d)^t} : \sum_{t=1}^n \frac{O_t}{(1+d)^t},$$

где Π_t — денежные притоки на каждом шаге расчетного периода; O_t — денежные оттоки на каждом шаге расчетного периода.

Индекс доходности инвестиций — отношение суммы элементов денежного потока от операционной деятельности к абсолютной величине суммы элементов денежного потока от инвестиционной деятельности:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+d)^t} \cdot \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+d)^t}.$$

По индексу доходности определяется эффективность ИП:

- если $PI > 1$ — инвестиционный проект эффективен;
- если $PI < 1$ — инвестиционный проект неэффективен;
- если $PI = 1$ — аналогично NPV .

Общая оценка метода приведена в табл. 11.

Табл. 11. Достоинства и недостатки метода индекса рентабельности

Достоинства	Недостатки
1. Индекс рентабельности является относительным, отражает эффективность единицы инвестиций. 2. В условиях ограниченности инвестиционных ресурсов позволяет выбрать наиболее эффективные ИП. 3. Характеризует резерв безопасности проекта.	1. Неаддитивен — нельзя определить обобщающую оценку по нескольким проектам, реализуемым одновременно. 2. Зависит от нормы дисконта.

Сравнивая показатели PI и NPV , следует обратить внимание на то, что они находятся в прямой зависимости: с ростом абсолютного значения NPV возрастает и значение PI , и наоборот. Более того, при $NPV = 1$ $PI = 1$. Это означает, что любой из них может быть использован как критерий целесообразности реализации инвестиционного проекта. При *сравнительной оценке* следует рассматривать оба показателя, так как они позволяют инвестору с разных сторон оценить эффективность инвестиций.

Внутренняя норма прибыли (доходности) (IRR , *Internal Rate of Return*)

Внутренняя норма прибыли инвестиций — это такое значение коэффициента дисконтирования, при котором чистая текущая стоимость проекта равна нулю, т. е. приведенная стоимость будущих денежных потоков равна приведенным капитальным затратам. В общем виде, когда инвестиции и отдача от них задаются в виде потока платежей, IRR определяется как решение следующего уравнения:

$$\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+d)^t} - I_0 = 0.$$

Если инвестиционные расходы осуществляются в течение ряда лет, то формула примет следующий вид:

$$\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+d)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+d)^t}.$$

Показатель IRR определяет максимальную ставку платы за привлеченные источники финансирования, при которой проект остается безубыточным. Это

максимальный процент за кредит, который может быть выплачен вместе с процентами за срок жизни проекта, при условии, что весь проект осуществляется только за счет этого кредита (без собственных средств). Также этот показатель рассматривают как минимальный гарантированный уровень прибыльности инвестиционных затрат. Если IRR выше средней стоимости капитала в данной отрасли с учетом инвестиционного риска конкретного проекта, то этот проект может быть рекомендован к реализации.

Внутренняя норма доходности обычно находится методом поэтапного подбора значений ставки дисконта при вычислении показателя чистой текущей стоимости проекта. Однако этот процесс является трудоемким и сопряжен с ошибками. Поэтому для расчетов внутренней нормы прибыли используют специальные финансовые калькуляторы и пакет прикладных программ MS Excel.

Алгоритм определения IRR методом подбора можно представить в следующем виде.

1. Выбираются два значения нормы дисконта и рассчитываются NPV . При одном значении нормы дисконта NPV должно быть ниже нуля, при другом — выше нуля.

2. Значения норм дисконта и самих NPV подставляются в следующую формулу (известную еще как интерполяция):

$$IRR = d_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \cdot (d_2 - d_1),$$

где d_1 — норма дисконта, при которой показатель NPV положителен; d_2 — норма дисконта, при которой показатель NPV отрицательный; NPV_1 — величина положительного NPV ; NPV_2 — величина отрицательного NPV .

IRR используется для оценки альтернативных проектов (чем выше IRR , тем больше эффективность инвестиций) либо для одного инвестиционного проекта, когда возможны следующие варианты:

а) собственные инвестиции: IRR больше ставки дисконта инвестиционного проекта;

б) заемные инвестиции: IRR больше ставки (i) за привлеченные источники финансирования;

в) $IRR = i$ — доходы только окупят инвестиции;

г) $IRR < i$ — инвестиции убыточны.

3. Производится ранжирование инвестиционных проектов при условии их сопоставимости. Проекты с максимальной величиной IRR более привлекательны, так как потенциально способны выдерживать большие нагрузки на инвестированный капитал, связанные с возможным повышением его стоимости.

4. Индикатор степени риска (оценка устойчивости проекта): чем больше величина IRR , тем более привлекателен ИП, т. е. потенциально способен выдерживать большие нагрузки на инвестированный капитал, связанные с возможным повышением его стоимости.

Общая оценка метода представлена в табл. 12.

Табл. 12. Достоинства и недостатки метода внутренней нормы прибыли

Достоинства	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Показатель относительный, позволяет сравнивать различные по масштабу проекты. 2. Не зависит от нормы дисконта d. 3. Отражает возможности увеличения доходов инвесторов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Показывает лишь максимальный уровень затрат, который может быть ассоциирован с оцениваемым инвестиционным проектом. 2. Характеризует только конкретный проект, не используется для оценки инвестиционного портфеля. 3. Для нетрадиционных денежных потоков может иметь несколько значений. 4. Не позволяет определить «вклад» проекта в изменение капитала предприятия. 5. Расчет IRR на основании предположения, что свободные денежные потоки реинвестируются по ставке, равной IRR (практически такого быть не может). 6. Сложность расчетов.

Показатель IRR наиболее приемлем для сравнительной оценки, которая может осуществляться не только в рамках рассматриваемых проектов, но и в более широком диапазоне для сравнения доходов по инвестиционному проекту с уровнем прибыльности используемых активов в процессе текущей хозяйственной деятельности предприятия, со средней нормой прибыльности инвестиций, с нормой прибыльности по альтернативному инвестированию (деpositные вклады, государственные облигации и т. п.). Кроме того, каждое предприятие может устанавливать для себя критерий IRR с учетом уровня своих инвестиционных рисков и использовать его для оценки инвестиционных проектов. Проекты с более низкой IRR будут автоматически отклоняться как несоответствующие требованиям эффективности реальных инвестиций.

Дисконтированный срок окупаемости инвестиций

Дисконтированный срок окупаемости, DPP — это продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов, дисконтированных на момент завершения инвестиций, равна сумме вложенных инвестиций. Дисконтированный срок окупаемости называют «точкой безубыточности инвестиционного проекта». Дисконтированный период окупаемости можно использовать для принятия или отклонения решений по реализации ИП, так как любой инвестиционный проект с жизненным циклом **не меньше** дисконтированного периода окупаемости обеспечивает окупаемость инвестиций.

Дисконтированный период окупаемости является дополнительным показателем к тем, которые были рассмотрены выше. По этому показателю инвестор видит, за какой срок он может получить назад капитал, включая проценты. В случае дисконтирования срок окупаемости увеличивается, т. е. всегда дискон-

тированный срок окупаемости превышает простой срок окупаемости. Иными словами, проект, приемлемый по критерию PP , может оказаться неприемлемым по критерию DPP .

В оценке инвестиционных проектов критерии PP и DPP могут использоваться по-разному: в одних случаях проект принимается, если окупаемость имеет место, в других проект принимается, если срок окупаемости не превышает установленного в компании некоторого лимита (например, срока использования основного оборудования). Дисконтированный срок окупаемости рассчитывается по формуле

$$DPP = t + \frac{НС}{ДДП},$$

где t — год, предшествующий году окупаемости; $НС$ — невозмещенная стоимость на начало года окупаемости; $ДДП$ — дисконтированный денежный поток года окупаемости.

Общая оценка метода представлена в табл. 13.

Табл. 13. Достоинства и недостатки дисконтированного срока окупаемости

Достоинства	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Не зависит от величины горизонта расчета. 2. Позволяет давать приблизительные оценки ликвидности и рискованности инвестиционного проекта. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не учитывает весь период жизни проекта, следовательно, на него не влияет отдача, лежащая за пределами периода окупаемости. 2. Нет возможности просуммировать результат по ряду смежных проектов. 3. Не оценивает прибыльность инвестиций.

Дисконтированный период окупаемости применяется, когда инвестору важнее ликвидность, а не прибыльность проекта (главное, чтобы инвестиции окупились, и как можно скорее), а также, когда инвестиции сопряжены с высокой степенью рискованности — чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект (например, в производствах с быстрыми технологическими изменениями). Срок окупаемости отражает скорее ликвидность, чем возрастание «ценности фирмы». Использование этого показателя обеспечивает отбор менее рискованных проектов, но не отражает всех видов рисков.

Все рассмотренные выше показатели оценки эффективности инвестиционных проектов находятся в тесной взаимосвязи и позволяют оценить их эффективность с различных сторон. Поэтому при оценке инвестиционных проектов их следует рассматривать в комплексе. Но если простые методы абсолютно независимы друг от друга, поскольку инвесторы могут устанавливаться различные пороговые значения для показателей простой нормы прибыли (эффективности капитальных вложений) и срока окупаемости, то взаимосвязи между критериями, основанными на дисконтированных оценках, более сложные. Су-

ществленную роль играет обстоятельство, идет ли речь о единичном проекте или инвестиционном портфеле, в котором могут быть как независимые, так и взаимоисключающие проекты.

Единичный проект является частным случаем независимых проектов. В этом случае критерии NPV , PI и IRR дают одинаковые рекомендации по поводу принятия или игнорирования проекта (проект, приемлемый по одному из этих критериев, будет приемлем по другим). Это объясняется тем, что между данными показателями имеются очевидные взаимосвязи:

– если $NPV > 0$, то одновременно $IRR > HR$ и $PI > 1$;

– если $NPV < 0$, то одновременно $IRR < HR$ и $PI < 1$;

– если $NPV = 0$, то одновременно $IRR = HR$ и $PI = 1$,

где HR (*hurdle rate*) — барьерный коэффициент, выбранный фирмой как уровень желательной рентабельности инвестиций (цена капитала).

Весьма обыденной является ситуация, когда инвестору необходимо сделать выбор из нескольких возможных для реализации инвестиционных проектов. Причины могут быть разными (например, ограниченность финансовых ресурсов либо ситуация, когда их величина или доступность заранее не определены). В этом случае требуется, по крайней мере, ранжировать проекты по степени приоритетности независимо от того, являются они независимыми или взаимоисключающими.

Наиболее приемлемыми для принятия решений инвестиционного характера являются критерии NPV , PI и IRR . Несмотря на отмеченную взаимосвязь между этими показателями, при оценке альтернативных инвестиционных проектов проблема выбора критерия все же остается. Основная причина этого в том, что NPV — абсолютный показатель, а PI и IRR — относительные. При наличии нескольких взаимоисключающих (альтернативных) инвестиционных проектов оценки эффективности проектов на основе методов IRR и NPV могут не совпадать. Часто использование методов IRR и NPV для сравнения проектов, у которых даже первоначальные инвестиции одинаковы, но разные графики поступления средств, приводит к противоположным результатам.

Среди недостатков, присущих IRR , можно выделить следующие:

– не учитываются масштабы сравниваемых инвестиционных проектов, так как внутренний уровень доходности является относительным показателем;

– не принимается во внимание график денежных потоков (их распределение во времени);

– доходность проекта оценивается вне зависимости от стоимости капитала, что приводит к некорректности, а иногда и невозможности применения метода.

Достоинства метода чистой текущей стоимости:

– максимизация прибыльности вложения средств инвестора путем оценки инвестиционного проекта с точки зрения его преимуществ по сравнению с альтернативным использованием ресурсов;

– отражение масштабов инвестиционных проектов (NPV представляет собой абсолютную величину);

– реинвестирование промежуточных денежных поступлений по уместной, обоснованной ставке доходности.

Все преимущества *NPV* теоретически обосновывают предпочтительность использования метода чистой текущей стоимости при сравнении взаимоисключающих (альтернативных) инвестиционных проектов.

Контрольные вопросы

1. Какие виды эффективности рассматриваются при оценке инвестиционных проектов?
2. Что включается в состав расходов и дохода бюджета?
3. Каковы основные виды социальных результатов проекта?
4. Что относится к ожидаемым выгодам и затратам в процессе финансовой состоятельности инвестиционных проектов?
5. Что является информационным обеспечением для расчета потоков реальных денежных средств?
6. Какие показатели используются при применении простых (статических) методов оценки экономической эффективности инвестиционных проектов?
7. На чем основаны динамические методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов?
8. Какие показатели используются при применении динамических методов оценки экономической эффективности инвестиционных проектов?
9. Каковы достоинства и недостатки показателей экономической эффективности инвестиционных проектов?

ГЛАВА 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ СОЗДАНИЯ БИЗНЕС-ПЛАНОВ ПО ЧИСТОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

7.1. Бизнес-план предприятия по производству брикетов из древесных отходов

Резюме проекта

Предлагается проект бизнес-плана предприятия по производству брикетов из древесных отходов (опилок) мощностью 500 кг/ч. Ежегодные объемы образования древесных отходов на предприятиях, занимающихся лесопилением, только одного из муниципальных районов Республики Коми находятся в пределах 85—90 тыс. м³, в т. ч. на долю опилок приходится 22—25 тыс. м³. Есть значительные запасы неиспользуемого сырья, которое можно утилизировать, создав муниципальное предприятие по производству топливных брикетов.

Топливные брикеты иначе называются евродровами, такое название они получили за распространенность в Европе, где использование экологичного и возобновляемого вида топлива ставится в приоритет. В России энергетическая проблема еще не стоит так остро, но популярность биотоплива растет с каждым годом и спрос на него уже немалый. Бизнесмены, производящие топливные брикеты, находят потребителей среди владельцев частных домов, участков и заводов как за границей, так и у нас в стране. Сегодня в России производится 200—300 тыс. т брикетов в год. Потребителями продукции до недавних пор являлись Дания, Германия, Финляндия, Польша, Ирландия, Великобритания, Норвегия, Швеция, Эстония, Литва, Чехия. Внутреннее потребление брикетов растет в среднем на 2—4 % в год и составляет не более 10—15 %. Региональные рынки городов с численностью населения в 1 млн человек потребляют примерно 150 т брикетов в месяц. Древесные брикеты являются достойной альтернативой традиционным видам топлива, таким, как солярка, уголь и дрова. Единственным конкурентом может являться природный газ, который в 3—4 раза дешевле, чем древесные брикеты.

Древесные брикеты представляют собой цилиндрической формы прессованные отходы древесного производства. Загрузка котлов евродровами осуществляется в 3—4 раза реже, чем обычными дровами. Брикеты занимают в 6—8 раз меньше места, чем дрова. Они горят бездымно, отверстие внутри них способствует реактивному горению, что ликвидирует выделения летучих веществ и распространение неприятного запаха, а зола от сжигания обладает свойствами эффективного калийного удобрения.

При реализации проекта необходимо учесть, что рынок брикетов обладает ярко выраженной сезонностью: потребление растет в зимние и осенние месяцы, а летом и весной резко падает.

Описание проекта

Суть проекта состоит в создании предприятия по производству древесных брикетов мощностью 500 кг/ч. Сырьем для данного производства будут древесные отходы (опилки) предприятий, занимающихся лесопилением в одном из муниципальных районов Республики Коми, в объеме 22—25 тыс. м³. Расход сырья составляет около 4 м³ на 1 м³ готового продукта.

Основными стадиями получения древесных брикетов являются: измельчение, сушка и доизмельчение, прессование, упаковка. Для выбора способа производства древесных брикетов предлагается эти способы проанализировать.

Топливные брикеты делят на три типа исходя из использования разных опилок и разных способов производства.

Первый способ (**RUF**) появился в самом начале развития отрасли. Производство брикетов ведется на гидравлических прессах сверхвысокого давления. После обработки исходный материал превращается в своеобразный топливный кирпичик (рис. 34). Такие топливные брикеты не устойчивы к влаге, для них нужна очень плотная и качественная упаковка. Но для этого способа предлагается самое дешевое оборудование.



Рис. 34. Древесные брикеты RUF и PINI & KAY

Второй способ (**NESTRO**) мало чем отличается от первого, разве что топливные брикеты изготавливаются с помощью гидравлических или кривошатунных прессов. Основным связующим воздействием является действие высокого давления. После производственной обработки топливный брикет приобретает форму цилиндра (рис. 35). Такие брикеты боятся влаги. Кроме того, топливные брикеты, изготовленные по второму способу, не выдерживают даже самые слабые силовые нагрузки, что негативно сказывается на возможности перевозки продукции в другие районы.

Топливные брикеты **PINI & KAY** (третий способ) (рис. 34) получают механическими прессами, а именно шнековыми, к тому же в этом процессе сочетаются два фактора — очень высокое давление и термическая обработка. Благодаря этому лигнин, содержащийся в древесных опилках, становится своеобразным клеем, который формирует топливный брикет в плотное изделие. Обычная форма при таком способе — четырех-, шести- или восьмигранник с отверстием по-

середине. Такая технология более современна, при этом получается практически идеальный продукт: он необычайно стоек к механическим воздействиям, что позволяет его перевозить на большие расстояния и, соответственно, продавать в других странах, не обращая внимания на влажность, хорошо хранится.



Рис. 35. Брикеты NESTRO, или топливные шайбы

Количество заводов, выпускающих топливные брикеты, стабильно увеличивается на 30 единиц в год. В основном заводы комплектуются дешевым оборудованием с объемом производительности до 500 кг/ч. Среди компаний, присутствующих на российском рынке брикетизирующего оборудования, лидируют Co. Mafer (21 %) и RUF (9 %).

В связи с вышесказанным предлагается выбрать технологию и оборудование для способа PINI & KAY с получением круглых брикетов с отверстием посередине. Это позволит продавать брикеты не только на российском рынке, но и за рубежом.

Информация об основных участниках проекта

Основными участниками проекта являются:

- разработчики проекта — студенты экологи, экономисты и др., заинтересованные в разработке проекта;
- представители промышленных предприятий, заинтересованных в утилизации имеющихся древесных отходов;
- Министерство развития промышленности, транспорта и связи Республики Коми (финансирование проекта по республиканской программе);
- банк (кредитование проекта).

Описание продукта

Древесные топливные брикеты — спрессованные изделия цилиндрической, прямоугольной или любой другой формы. Их длина обычно 100—300 мм и не должна превышать в пять раз их диаметр, который больше 25 мм, обычно 60—75 мм (рис. 35).

Древесные топливные брикеты имеют широкое применение и могут использоваться для всех видов топок, котлов центрального отопления, отлично горят в каминах, печах, грилях и пр. Также могут использоваться в промышленном отоплении, на железнодорожном транспорте и т. д. Брикеты долго горят: на открытом воздухе — до 2 часов; в каминах — от 40 минут до 1 часа 20 минут; в печах с регулируемой подачей воздуха — до 4 часов. Очень выгодно постоянство температуры при их сгорании. Брикеты могут использоваться везде, где требуются высокая температура, устойчивое, бездымное пламя, долгое горение и длительный жар. Они широко распространены в Европе и применяются во всех видах топок, котлах центрального отопления, котлах, работающих на древесном топливе.

Эффективность и удобство применения брикетов оказали существенное влияние на выбор ОАО «Российские железные дороги» в пользу данного современного древесного топлива с целью сокращения использования угля для отопления вагонов в поездах дальнего следования.

По энергетической эффективности брикеты практически соответствуют черному топочному углю. По остальным потребительским свойствам они существенно его превосходят. Соответственно, цена брикета никак не может быть ниже цены угля.

Преимущества топливных древесных брикетов по сравнению с дровами

1. Теплотворная способность брикетов $\sim 5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}$, в то время как дров $\sim 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}$, т. е. 1 кг брикетов отдает тепла в 3—3,5 раза больше, чем 1 кг дров.

2. Плотность брикетов $1\,200 \text{ кг/м}^3$, насыпная плотность $1\,000 \text{ кг/м}^3$, в то время как насыпная плотность дров около 300 кг/м^3 . Таким образом, один большегрузный самосвал, вмещающий 15 м^3 топлива, привезет потребителю либо 4 500 кг дров, либо 15 000 кг брикетов.

3. Влажность дров от 40 до 55 %. Содержание влаги в брикетах не более 8—12 %. Это говорит о том, что, покупая тот же самосвал дров, потребитель реально вместо топлива приобретает половину воды — около 2 250 кг! Таким образом, реального топлива остается 2 250 кг, и еще часть (около 25 %) уйдет на выпаривание этой воды, а не на отдачу тепла.

Машина брикетов $15\,000 \text{ кг} \cdot 5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг} = 75\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

Машина дров $4\,500 \text{ кг} \cdot 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг} = 6\,750 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

Анализ рынка топливных брикетов

Потребность в топливных брикетах из древесины постоянно растет в основном благодаря их экономному расходованию и удобству перевозки и хранения. В Европе данный вид топлива пользуется спросом уже на протяжении довольно длительного времени, потребление его постоянно растет: по данным аналитиков, ежегодно в странах Евросоюза потребление брикетов увеличивается на 15 %. В России указанный материал появился относительно недавно (началом формирования рынка топливных брикетов в нашей стране можно считать

2003 год), производство брикетов в основном рассчитано на экспорт. Однако рынок уже начал активно формироваться, а топливный бизнес в этой сфере стал набирать обороты, поэтому есть возможность занять в этом деле свое место. Кроме того, источники сырья для изготовления данной продукции можно найти в избытке практически в любой области нашей страны, так же, как и потребителей (дачи, загородные дома, базы отдыха — потребители топливных брикетов — отапливаются котлами или каминами; в основном к данным объектам не подводятся отопительные коммуникации). Сегодня даже в супермаркетах можно купить топливные гранулы (евродрова). Потребителями указанной продукции вполне могут стать разнообразные организации: сельхозкомбинаты, птицефабрики и др. Почти каждое предприятие, которое имеет котельные, работает на твердом топливе. Не составит труда заинтересовать закупкой данного материала указанные организации, всего лишь необходимо подсчитать выгоду от сделки. Сюда входит и улучшение экологической обстановки в районе месторасположения предприятия, и уменьшение затрат на транспортировку и хранение. В основном все нынешние котельные, работающие на твердом топливе, могут работать на указанном материале.

Организационный план

Для реализации проекта потребуется следующее:

- поиски источников первоначального капитала, кредит или средства лесозаготовительных предприятий, которые являются коллективным источником образования древесных отходов на территории муниципалитета любого уровня;
- закупка оборудования и аренда производственных помещений;
- работы по монтажу;
- оформление необходимых документов на данный вид деятельности;
- запуск производства.

Потребность в работниках для будущего предприятия определяется исходя из объемов производства, режима работы оборудования, количества оборудования, а также режима работы самого предприятия. Планируется, что предприятие по производству топливных брикетов будет работать 360 дней в году, в трехсменном режиме, по 8 часов смена. Руководить предприятием будет генеральный директор (он же начальник производства). Также на предприятии будет главный бухгалтер, три начальника смены, три оператора производства, девять основных рабочих, два человека вспомогательного персонала и три водителя. Итого — 22 чел.

Анализ ресурсов для производства брикетов

Наиболее применяемым сырьем для производства брикетов и гранул по-прежнему остаются древесные отходы. По мере расширения деревообрабатывающего производства неизбежно будут возрастать объемы древесных отходов, эффективная утилизация которых становится все более актуальной также в свете сохранения окружающей среды. В то же время любое предприятие заинтере-

совано в том, чтобы утилизация древесных отходов из статьи затрат перешла в статью доходов. Отходы на этапе заготовки леса (пни, сучья, хвоя и т. д.) могут достигать нескольких десятков процентов.

При лесопилении на небольших предприятиях в среднем около 60 % древесины перерабатывают в доски, при этом 12 % уходит в опил, 6 % — в концевые обрезки и 22 % — в горбыль и обрезки кромок. Объем опилок и стружки на этапе деревообработки достигает 12 % от исходного сырья. Стоимость древесных опилок зависит от региона и составляет от 1 до 15 руб. за м³. Сейчас в Интернете можно найти массу объявлений о бесплатных древесных отходах, которые нужно просто забрать.

Анализ рынка оборудования для производства брикетов

Развитие рынка древесных брикетов невозможно без становления рынка оборудования для их производства. Российский рынок оборудования для производства древесных топливных брикетов ввиду новизны отрасли развит слабо. Комплексным производителем брикетирующих линий в России является ОАО «Жуковский завод технологического оборудования» (Брянская обл.). Брикетирующие прессы выпускают ЗАО «Жаско» (Волгоградская обл.), ООО «Биомаг Экотехнология» (г. Петрозаводск) и ООО «ПиниБрикет» (г. Санкт-Петербург) и др.

Порода древесины для брикетирования, в отличие от производства гранул, не имеет значения. В то же время для лучшей настройки процесса желательно одновременно прессовать опилки одной породы древесины. Наивысшая производительность достигается при прессовании опилок из твердых пород. Оптимальная фракция опилок 1—3 мм. Нежелательно при прессовании смешивать опилки и стружку. Кора, присутствующая в опилках в объеме до 5 % (таково ее содержание в опилках после распиловки круглого товарного леса), на качество брикета практически не влияет. Наличие в опилках (стружке) остатков клея и лаков приводит к некачественному результату.

Как формующее оборудование для производства брикетов применяются гидравлические и шнековые прессы. На гидравлических прессах получают брикеты наиболее высокой плотности (1 100—1 400 кг/м³), которые могут храниться без упаковки сколь угодно долго при любой атмосферной влажности. Высокая плотность брикетов делает их компактными (становится возможным хранение на ограниченной площади). Кроме того, для хранения высокоплотных брикетов не требуется много места: чтобы разместить 4 т топлива, достаточно одного европоддона (1 200 × 800 мм).

Производство древесных брикетов — типичный проект для малого и среднего бизнеса. Он проще производства древесных гранул и требует меньшего объема инвестиций. Такое производство может быть интересно и как дополнительная технология для углубленной переработки отходов лесопильных и столярных производств на месте их размещения.

В зависимости от параметров сырья возможно формирование трех основных типов комплектации брикетирующих линий:

- маломощные (от 30 кг/ч) — утилизаторы опилок. Решают проблему утилизации ограниченных объемов отходов, как правило, собственного производства. Серьезный объем товарной продукции произвести не могут;
- линии с прессами средней мощности до 250—300 кг/ч. Могут использоваться в товарном производстве. Брикеты невысокой плотности, плохо хранятся при транспортировании и пользуются небольшим спросом;
- линии с мощными прессами — 500 кг/ч и выше. Обеспечивают товарное производство. Могут производить высококачественные брикеты.

Технология производства

Первым этапом является подготовка сырья. К сырью предъявляются следующие требования: фракционный размер не более 3 мм и влажность от 9 до 13 %. Для получения требуемой фракции древесные отходы подаются в рубительную машину типа МР-5-Р, где они измельчаются и проходят через сита, после этой процедуры выходит фракция 5—30 мм. В аэродинамической сушилке-измельчителе типа АС-3-1000 материал проходит окончательное измельчение и сушку. На выходе можно отрегулировать размер до 1 мм, но не более 3 мм.

Брикеты из опилок производятся на шнековом прессе RUF-500 (рис. 36), который формирует их под большим давлением. Связующего вещества здесь не требуется, так как дерево содержит особое вещество, лигнин, которое является естественным клеем. На выходе получают брикеты плотностью 1,1—1,2 т/м³, цилиндрической или прямоугольной формы, длиной 10—30 см, диаметром 60—75 см.

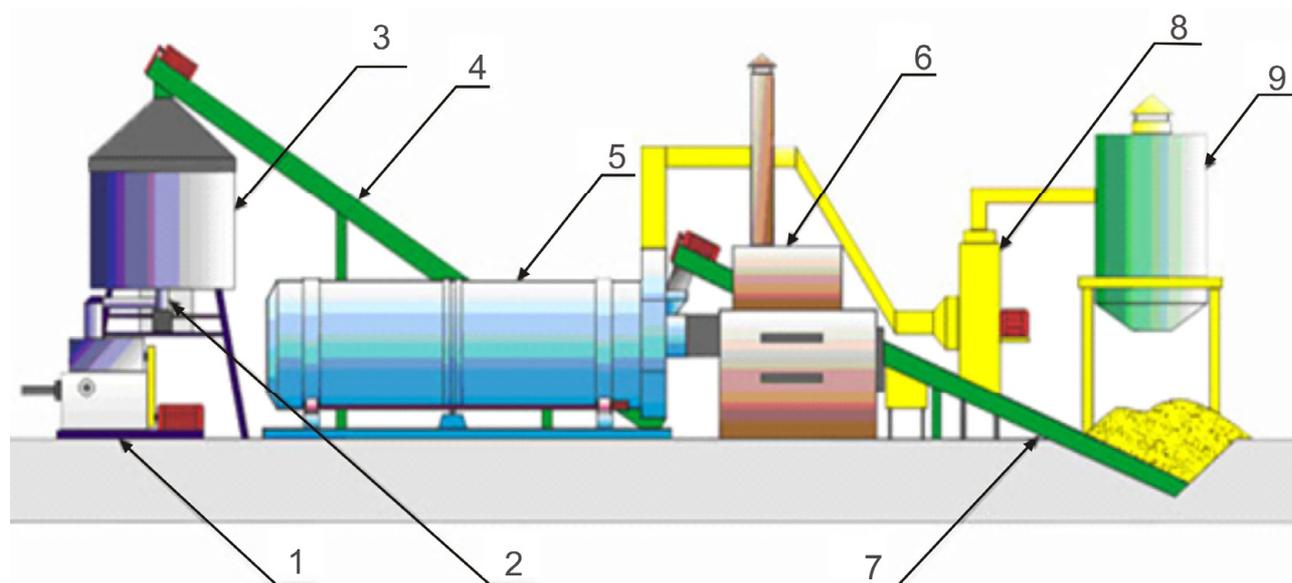


Рис. 36. Технологическая схема производства древесных брикетов:

- 1 — пресс шнековый; 2 — шнек подачи; 3 — бункер-накопитель;
- 4 — транспортер винтовой; 5 — сушильный барабан;
- 6 — теплогенератор; 7 — транспортер винтовой; 8 — вентилятор; 9 — циклон

Подача сырья обеспечивается ленточным транспортером. Следует знать, что шнеки на прессе постепенно изнашиваются и требуют замены, которая, впрочем, не требует много времени и затрат.

Воздействие производства брикетов на окружающую среду и их использование

Древесные брикеты являются частью природного круговорота диоксида углерода (CO₂) в окружающей среде. Брикеты — экологически чистое топливо, так как при их сгорании выделяется ровно столько CO₂, сколько было впитано деревом при его росте (закрытый углеродный обмен), в отличие от угля. При сжигании брикетов количество выделяемого углекислого газа в атмосферу не превышает объем выбросов, который образовался бы путем естественного разложения древесины. При использовании древесных брикетов сберегаются от рубки живой лес и от загрязнения отходами деревообрабатывающего производства окружающая среда. Кроме того, древесина относится к возобновляемым источникам топлива, в отличие от угля, нефти и газа. Известно, что от котельной, работающей на дизельном топливе или на угле, зачастую исходит неприятный запах, а брикеты при горении не выделяют запах и, как правило, за счет высокого КПД котельного оборудования дым от брикетов практически бесцветен. За счет низкого содержания серы в брикетах уменьшаются выбросы в атмосферу диоксида серы, а это, в свою очередь, ведет к уменьшению количества кислотных дождей. Древесные брикеты также выигрывают по всем позициям у каменного угля и жидкого топлива в области выброса других вредных веществ. Котельная, работающая на древесных брикетах, выглядит более привлекательно с экологической точки зрения, чем работающая на угле или дизельном топливе.

Финансовый план

Комплектация производственной линии производства топливных брикетов показана в табл. 14.

Табл. 14. Комплектация производственной линии

№ п/п	Наименование, позиция	Мощность, кВт	Ед. изм.	Кол-во	Страна-производитель	Ориентировочная цена, руб. (2014 г.)
1	2	3	4	5	6	7
1. Оборудование участка измельчения крупных отходов						
1.1.	Ленточный транспортер для подачи отходов различной длины к РМ-5	1,5	шт.	1	Россия	910 000
1.2.	Рубительная машина МР-5-Р (до 10 м ³ /ч, тонкомер до 150 мм)	31,5	шт.	1	Россия	

1	2	3	4	5	6	7
1.3.	Ленточный транспортер для отвода щепы от РМ-5 на регулируемую высоту от 2,0 до 3,0 м	3	шт.	1	Россия	
	Итого по участку измельчения:	36				
2. Оборудование склада влажного сырья						
2.1.	Оборудование склада сыпучего сырья «Живое дно», 2 т/ч	5	шт.	1	Россия	1 170 000
2.2.	Транспортер цепной с изломом, 1...5 т/ч	3	шт.	1	Россия	
2.3.	Металлоконструкции, лестницы и площадки обслуживания	0	т	1	Россия	
	Итого по складу влажного сырья:	8				
3. Очистка сырья						
3.1.	Сепаратор дисковый (для отсева крупной фракции), 5 т/ч	3	шт.	1	Россия	350 000
	Итого по участку очистки сырья:	3				
4. Участок сушки и измельчения						
4.1.	Теплогенератор подготовки теплоносителя для сушильного агрегата, 1 МВт, с топливным складом — твердотопливный	6,42	шт.	1	Россия	4 650 000
4.2.	Установка сушки-измельчения	105,5	шт.	1	Россия	
	Итого по участку сушки и измельчения:	111,92				
5. Участок брикетирования						
5.1.	Пресс RUF-500	52,5	шт.	2	Германия	7 882 560
	Итого по участку брикетирования:	52,5				
6. Монтажные и проектные работы						
6.1.	Технологический проект	0	шт.	1	Россия	389 400
6.2.	Шефмонтаж + пусконаладка + обучение	0	шт.	1	Россия	910 600
6.3.	Доставка оборудования	0	шт.	1	Россия	370 000
	Итого по монтажным и проектным работам:	0				1 670 000
	ИТОГО:	211				16 632 560

Срок поставки комплекта оборудования, кроме прессов, 2—3 месяца с момента предоплаты за оборудование.

Поставка прессов 15 недель.

Срок запуска линии 3—4 месяца с момента предоплаты за оборудование.

Условия оплаты: 60 % предоплата + 40 % перед поставкой.

Планируемая выручка в месяц

На проектируемом оборудовании в час можно производить 0,5 т брикетов. Работа будет выполняться 24 часа в сутки, в три смены, итого — 12 т продукции в сутки. Стоимость 1 т брикетов — 5 000 руб. Выручка составит $12 \cdot 5\,000 \cdot 360 = 21\,600$ тыс. руб.

Расчет себестоимости продукции

Определение потребности в сырье. Для производства 1 т брикетов необходимо 4,343 т сырья (опилок) по цене 104 руб. за тонну. В случае переработки собственного сырья расходы на сырье будут равны нулю.

$$12 \text{ т} \cdot 360 \text{ дней} \cdot 4,343 \text{ т сырья} \cdot 104 \text{ руб.} = 1\,951,2 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на электроэнергию, Э, определяются по формуле

$$\mathcal{E} = N \cdot T \cdot K_{\text{см}} \cdot D \cdot K_{\text{загр}} \cdot Ц,$$

где N — присоединенная мощность оборудования, кВт; T — продолжительность смены, ч; $K_{\text{см}}$ — количество смен; D — количество рабочих дней в году; $K_{\text{загр}}$ — коэффициент загрузки оборудования (в среднем 0,5—0,7); $Ц$ — стоимость 1 кВт · ч, руб.

$$\mathcal{E} = 211 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 360 \cdot 0,5 \cdot 3,8/1\,000 = 3\,367,56 \text{ тыс. руб.}$$

Заработная плата производственных рабочих, $ЗП_{\text{раб}}$, определяется по формуле

$$ЗП_{\text{раб}} = Ч_{\text{раб}} \cdot ЗП_{\text{мес}} \cdot M \cdot (1 + K_{\text{св}}/100),$$

где $Ч_{\text{раб}}$ — численность производственных рабочих; $ЗП_{\text{мес}}$ — ежемесячная заработная плата одного рабочего с учетом северного и районного коэффициентов; M — число месяцев; $K_{\text{св}}$ — коэффициент страховых взносов, %.

$$ЗП_{\text{раб}} = 18 \cdot 20\,000 \cdot 12 \cdot (1 + 30/100) = 5\,616 \text{ тыс. руб.}$$

Аналогично рассчитывается заработная плата руководителей и специалистов, $ЗП_{\text{рук}}$:

$$ЗП_{\text{рук}} = 4 \cdot 24\,000 \cdot 12 \cdot (1 + 30/100) = 1\,497,60 \text{ тыс. руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений, C_a :

$$C_a = \sum B_{\text{ст}}^i \cdot \frac{1}{n_{\text{п.и}}^i} \cdot N,$$

где $B_{\text{ст}}^i$ — балансовая стоимость i -го объекта основных фондов, руб.; $n_{\text{п.и}}^i$ — установленный срок полезного использования i -го объекта основных фондов,

1	2	3	4	5	6	7
– проценты по кредиту	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Налог на прибыль	0,00	1 351,06	1 357,71	1 364,36	1 371,01	1 377,67
Операционная деятельность	0,00	7 067,48	7 094,09	7 120,70	7 147,32	7 173,93
Затраты на капитальные вложения	16 632,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Поступления от ликвидации основных средств	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Инвестиционная деятельность	16 632,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Эффект	-16 632,56	7 067,48	7 094,09	7 120,70	7 147,32	7 173,93
Собственный капитал	0,00	7 067,48	7 094,09	7 120,70	7 147,32	7 173,93
Кредиты	16 632,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Погашение долгов	0,00	30 000,00	-13 367,44	0,00	0,00	0,00
Итого финансовая деятельность	16 632,56	-22 932,52	20 461,53	7 120,70	7 147,32	7 173,93
Излишек средств	0,00	-15 865,04	27 555,62	14 241,41	14 294,63	14 347,85
Сальдо на конец периода	0,00	-15 865,04	11 690,58	25 931,99	40 226,62	54 574,47
Коэффициент приведения, ед.	1,000	0,905	0,819	0,741	0,671	0,607
Приведенный результат операционной деятельности	0,00	6 395,91	5 809,95	5 277,59	4 793,95	4 354,57
Приведенный результат инвестиционной деятельности	16 632,56	0	0	0	0	0
Чистый дисконтированный доход	-16 632,56	6 395,91	5 809,95	5 277,59	4 793,95	4 354,57
Окупившиеся инвестиции	-16 632,56	-10 236,65	-4 426,70	850,89	5 644,84	9 999,42

Чистая текущая стоимость проекта:

$$NPV = 9\,999,42 \text{ тыс. руб. (коммерческий эффект за 5 лет).}$$

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций:

$$PI = 26\,631,98/16\,632,56 = 1,60.$$

Дисконтированный период окупаемости:

$$DPP = 2 + 4\,426,71/5\,277,6 = 2,84, \text{ или 2 года 10 месяцев.}$$

Анализ проектных рисков

При производстве брикетов необходимо учесть следующие риски:

- *коммерческие* (отсутствие клиентов и спроса, что приведет к понижению прибыли);
- *производственные* (бракованная продукция);
- *имущественные* (поломка оборудования, транспорта и затраты денег на замену);
- *природно-естественные* (землетрясение, наводнение и другие природные катаклизмы).

Для того чтобы эти риски не принесли убыток предприятию (если возникнут коммерческие проблемы, будет закуплено некачественное сырье или возникнут природные катастрофы и катаклизмы), необходимо принять следующие меры:

- застраховать все имущество;
- заключить несколько договоров с разными компаниями;
- для привлечения клиентов увеличить затраты на рекламу, сделать скидку на покупку продукции;
- уменьшить закупку сырья и стараться приобретать сырье на тех предприятиях, где его отдают бесплатно.

7.2. Бизнес-план создания предприятия по переработке автомобильных покрышек

Резюме проекта

Предлагается проект бизнес-плана предприятия по переработке отработанных автомобильных покрышек с получением резинового порошка с размерами частиц от 0,03 до 6,0 мм, предназначенного для получения экологически чистых материалов — гидроизоляционных покрытий, резинового шифера, рулонного кровельного материала и других.

Предприятие предусматривается расположить на территории одного из муниципальных районов Республики Коми.

Проблема переработки отработанных автопокрышек сегодня остро стоит в любом населенном пункте России. Каждый год миллионы тонн автопокрышек попадают на свалки и полигоны ТБО, а также встречаются в не предназначенных для их хранения и утилизации местах. Ежегодно количество автомобилей возрастает приблизительно на 10 %. Общий объем отслуживших шин сегодня достигает 1 млн т. В стране существует необходимость создания предприятий по переработке автомобильных покрышек (рис. 37).

В настоящее время отсутствует централизованная система сбора и переработки отработанных автошин практически во всех регионах. Это сводится к тому, что в каждом регионе ежегодно накапливается более 15 000 т автомобильных шин. Шины сделаны из огнеопасного материала, и если произойдет их возгорание, погасить его будет достаточно трудно, кроме того, во время горе-

ния воздух загрязняют продукты сгорания и канцерогены. Материал автошин практически не подвержен биологическому разложению.



Рис. 37. Предприятие по утилизации автомобильных покрышек

Исходя из вышесказанного, переработка отработанных автопокрышек с предварительной разработкой бизнес-плана является единственным и наилучшим решением проблемы на сегодняшний день, приоритетным методом утилизации шин. Законодательством предусмотрена система контроля сдачи автомобильных покрышек, которые находятся на балансе предприятий. Предприятия обязаны сдавать шины на переработку специальным лицензированным заводам, которые, в свою очередь, взамен должны представлять документы о приеме шин. При правильной переработке изношенные автошины сохраняют химические свойства материала и могут стать отличным сырьем для вторичной продукции: металла, текстильного корда и резиновой крошки. Актуальность создания перерабатывающего предприятия складывается из двух составляющих:

- решения экологической проблемы: переработка опасных отходов, сохранение природных ресурсов;
- производства продукта, пригодного для дальнейшего или повторного использования в производстве.

Описание проекта

Суть проекта состоит в создании предприятия по переработке отработанных автомобильных покрышек с получением резиновой крошки мощностью 350 кг/ч. Сырьем для данного производства будут отработанные автопокрышки предприятий, образующиеся в одном из муниципальных районов Республики Коми, в объеме 150—200 т.

Продуктом переработки покрышек является резиновый порошок с размером частиц от 0,03 до 6,0 мм, предназначенный для получения экологически чистых материалов — гидроизоляционных покрытий, резинового шифера, рулонного кровельного материала и других. Кроме резиновой крошки, будет получен металлический корд и текстиль. Основные технологические операции — дробление, измельчение, магнитная сепарация.

Предприятие предусматривается расположить на территории одного из муниципальных районов Республики Коми.

Обращение с автомобильными покрышками при создании планируемого предприятия показано на рис. 38.



Рис. 38. Обращение с автомобильными покрышками при создании планируемого предприятия

Информация об основных участниках проекта

Основными участниками проекта являются:

- разработчики проекта — студенты экологи, экономисты и др., заинтересованные в разработке проекта;
- представители промышленных предприятий, заинтересованных в утилизации имеющихся отработанных покрышек;
- Министерство развития промышленности и транспорта Республики Коми (финансирование проекта по республиканской программе);
- банк (кредитование проекта).

Описание продукта

На предприятии по переработке изношенных автошин предусматривается выпуск следующей продукции:

- текстиля;
- металлического корда в виде металлолома;
- резинового порошка, резиновой крошки.

Конечно, основным продуктом является резиновая крошка с размером частиц от 0,03 до 6,0 мм (рис. 39). На ее основе могут создаваться различные материалы. Например, крошку до 0,6 мм можно вводить в резиновые смеси. Это позволит получать новые резины с высоким качеством, не отличающимся от свойств обычной резины, которую изготавливают из свежих каучуков, при этом себестоимость продукции значительно снижается.



Рис. 39. Резиновая крошка из отработанных автомобильных покрышек

Резиновая крошка может применяться в строительстве при изготовлении гидроизоляционных покрытий, резинового шифера, рулонного кровельного материала, может добавляться в дорожное полотно (асфальтовую смесь), что позволит улучшить прочностные характеристики асфальта.

Технологии по переработке отработанных автомобильных покрышек (шин)

Основными технологиями переработки автомобильных покрышек в настоящее время являются:

- механическое измельчение с использованием каскада дробилок (или помольных валцов);
- криогенное измельчение с использованием жидкого азота;
- технология непрерывного сдвига и сжатия в замкнутом объеме в червячно-кулачковых машинах.

Каждая из перечисленных технологий требует специального оборудования (рис. 40), это:

- дробилка грубого дробления;
- дробилка 2-й стадии измельчения с целью отделения текстиля и металлокорда;
- магнитные сепараторы;
- сито для фракционирования резинового порошка;
- бункеры-накопители;
- пневмотранспортные системы;
- рукавные фильтры-пылесборники;
- вентиляционные системы;
- транспортеры.

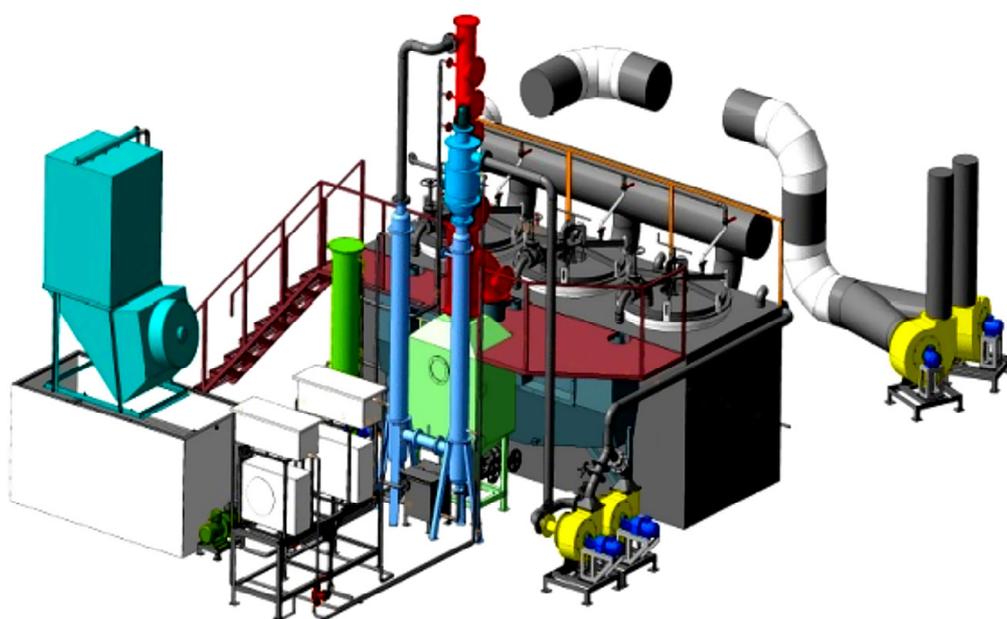


Рис. 40. Технологическая схема с предполагаемым оборудованием для производства резиновой крошки из отработанных автомобильных покрышек

При производстве порошка, по которому составляется бизнес-план, сырьем для переработки служат отработанные автопокрышки. Поставки данного сырья будут обеспечиваться договорами с ремонтными, транспортными, обслуживающими организациями, а также с предприятиями, которые эксплуатируют автотранспорт.

Воздействие производства по утилизации автопокрышек с получением резиновой крошки на окружающую среду

Автомобильные покрышки являются токсичными, так как в процессе разложения под воздействием влаги и тепла автомобильная резина начинает выделять в окружающую среду токсичные органические соединения: дифениламин, дибутилфталат, фенантрен. В почве отработанная покрышка разлагается на

протяжении 150 лет. При сжигании 1 т изношенных автопокрышек в атмосферу выделяется 270 и 450 кг сажи и токсичных газов соответственно. В связи с этим необходимо соблюдать меры безопасности при работе с отработанными автопокрышками.

План производства

Предприятие планирует использовать следующий цикл производства: приобретение у населения, предприятий г. Сыктывкара, а в дальнейшем и Республики Коми отработанных покрышек; складирование и сортировка полученных покрышек на производственных площадях; оборудование для производства резиновой крошки (оборудование для переработки шин) — завод по переработке шин «EcoStep 500». Продукция EcoStep может быть изготовлена:

- различной плотности (мягкие или плотные) в зависимости функциональной задачи. Так, травмобезопасные покрытия для детских площадок предполагают плотность 780—850 кг/м³, покрытия для спортивных залов, конюшен, аттракционов — 950—1 100 кг/м³;

- различной толщины в зависимости от имеющегося основания, на которое будет уложено покрытие. Оборудование позволяет изготавливать плитку в трех вариантах по толщине: 15, 30, 40 мм;

- в широкой цветовой гамме, с вкраплениями цветной крошки (мраморный эффект);

- с рисунком или без него;

- с гладкой или шероховатой поверхностью.

Технические характеристики линии для переработки отработанных шин показаны в табл. 17.

Табл. 17. Технические характеристики линии для переработки шин (производства резиновой крошки) «EcoStep 500»

Наименование	Значение
Установочная (общая) электрическая мощность	170 кВт
Производительность линии на входе	500 кг сырья/ч
Производительность линии на выходе (средняя, зависит от состава сырья)	275 кг крошки/ч, фракции до 3 мм
Годовая мощность переработки шин при загрузке 300 дней в году по 16 часов в сутки	2 400 т
Требования к помещению:	
занимаемая площадь (без учета складских площадей)	300 м ²
высота	4 м
ширина	10 м
длина	30 м

Отработанные автошины и изделия из резины складываются на специальной площадке возле производственного здания. Затем автопогрузчики доставляют автопокрышки и резину в производственно-бытовое здание, в котором

уже установлена линия станков и оборудования по переработке отработанных шин и ОРИ (отработанных резиновых изделий). После завершения технологического процесса готовая продукция (резиновая крошка различной фракции), складированная в мешки, автопогрузчиками через вторые ворота доставляется на склад готовой продукции.

Последовательная схема технологии производства резиновой плитки:

- 1) открытая площадка складирования отработанных шин и ОРИ;
- 2) производственный цех по переработке шин;
- 3) склад готовой продукции.

Оборудование предполагаемого производства представлено в табл. 18.

Табл. 18. Спецификация оборудования предполагаемого производства

Наименование оборудования	Кол-во
Станок для удаления (вытягивания) толстой бортовой проволоки из посадочных колец грузовых и легковых автошин	1
Гидравлические ножницы для резки на части цельных шин до 2 000 мм в диаметре	1
Станок для разделки шин	1
Транспортер для подачи сырья (частей шин) в дробилку	1
Дробилка двухуровневая	1
Циклон сборник	4
Магнитный сепаратор	2
Бункер для металла	2
Вибростол	2
Транспортный вентилятор	1
Пневмотрасса	1
Дефибратор металлокорда	1
Пылевой циклон	1
Вентилятор высокого давления	1
Вибросито 3-уровневое	1
Контрольная панель	1
Металлоконструкции	1
Электрооборудование	1
Дробилка роторная	2

В соответствии с техническими характеристиками оборудования и при двухсменном режиме работы по 8 часов в смену, 300 дней в году, годовая производительность мини-завода составит:

- потребность в сырье — 2 400 т;
- объем производства резиновой крошки — 1 320 т;
- объем производства резиновой плитки 4, 3 и 1,5 см — 2 500 м².

Цены и затраты на единицу продукции представлены в табл. 19.

Освоение производственной мощности начинается с 3-го месяца. Полностью производственные мощности будут использоваться с 7-го месяца после запуска оборудования.

Табл. 19. Цены и затраты
на производство единицы продукции, руб.

Вид продукции	Ед. изм.	Затраты	Цена
Резиновая крошка	кг	24,39	30
Резиновая плитка 4 см	м ²	805,41	1 000
Резиновая плитка 3 см	м ²	591,63	850
Резиновая плитка 1,5 см	м ²	370,15	500

Финансовый план проекта

Финансовый план составлен на перспективу в 5 лет исходя из срока погашения кредита. Информация для расчета подготовлена в первый год по месяцам, далее по годам. Все показатели рассчитаны с использованием дисконтирования. Ставка дисконтирования выбрана в размере 17 % (14 % — ставка рефинансирования ЦБ, 3 % — процент рисков).

Расчеты выполнены в российских рублях, в текущих ценах. Выбор рубля в качестве валюты расчетов обусловлен тем, что стоимостные показатели проекта (стоимость услуг и значительной части текущих затрат, инвестиционные затраты) устанавливаются в рублевом эквиваленте.

Инвестиционные затраты на создание линии по переработке шин представлены в табл. 20.

Поток денежных средств за 5 лет показан в табл. 21.

Табл. 20. Инвестиционные затраты

Наименование затрат	Сумма
Линия по переработке шин «EcoStep 500», тыс. руб.	7 950
Мини-завод «EcoStep» (резиновая плитка и брусчатка), тыс. руб.	2 310
Получение лицензии на переработку горючих материалов 4-го класса опасности, руб.	6 000

Табл. 21. Поток денежных средств за 5 лет, тыс. руб.

Показатель	Год					
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
Операционная деятельность						
Выручка	0	40 884,48	52 456,01	55 603,37	58 939,57	62 475,94
Материалы и комплектующие	0	22 857,80	34 967,68	38 814,13	44 636,24	47 314,42
Заработная плата	0	1 360,00	1 584,00	1 742,40	1 916,64	2 012,47
Страховые взносы	0	408,00	475,20	522,72	574,99	603,74
Общезаводские расходы	0	3 584,00	4 422,00	4 864,20	5 350,62	5 885,68
Амортизация	0	2 052,00	2 052,00	2 052,00	2 052,00	2 052,00
Налог на имущество	0	225,72	180,58	135,43	90,29	45,14
Проценты в составе себестоимости	0	1 637,65	1 375,77	1 065,75	698,73	264,19

1	2	3	4	5	6	7
Балансовая прибыль (убыток)	0	8 164,15	7 398,78	6 406,74	3 620,06	4 298,30
Налог на прибыль	0	1 632,83	1 479,76	1 281,35	724,01	859,66
Чистая прибыль (убыток)	0	6 531,32	5 919,03	5 125,39	2 896,05	3 438,64
Сальдо операционной деятельности	0	12 010,09	9 346,80	8 243,14	5 646,78	5 754,83
Инвестиционная деятельность	10 266,00	0	0	0	0	0
Сальдо ОД и ИД	-10 266,00	12 010,09	9 346,80	8 243,14	5 646,78	5 754,83
Финансовая деятельность						
Долгосрочный кредит	10 266,00	0	0	0	0	0
Погашение основного долга	0	3 061,68	3 061,68	3 061,68	3 061,68	3 061,37
Проценты выплаченные	0	1 637,65	1 375,77	1 065,75	698,73	264,19
Сальдо финансовой деятельности	10 266,00	-4 699,33	-4 437,45	-4 127,43	-3 760,41	-3 325,56
Денежный поток	-10 266	7 310,76	4 909,35	4 115,71	1 886,37	2 429,27
Дисконтирующий множитель	1,000	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456
Дисконтированный денежный поток	-10 266,00	6 248,52	3 586,34	2 569,73	1 006,66	1 108,02
Кумулятивный поток	-10 266,00	-4 017,48	-431,14	2 138,59	3 145,25	4 253,26

Чистая текущая стоимость (*NPV*) проекта в конце пятого года составит 4 253,26 тыс. руб.

Срок окупаемости (*DPP*) — 2,17 года.

Индекс доходности (*PI*) — 1,41.

Внутренняя норма доходности (*IRR*) — 39,30 %.

Анализ возможных рисков

При реализации проекта возможны следующие риски.

1. Сбои в работе оборудования. Уменьшить такой риск можно, обучив персонал своевременному ремонту оборудования. Кроме того, необходимо создать запас расходных материалов, таких, как резцы для фрезы.

2. Сбои в поставках автомобильных шин (сырья). Минимизировать этот риск можно, заключив долгосрочные договоры с поставщиками. В контракты с ними включаются способы компенсации рисков. Снижению данного вида рисков способствует наличие административного ресурса.

3. Слабый сбыт и затоваривание. Минимизировать этот риск можно, заключив долгосрочные контракты на закупку произведенного резинового порошка с компанией-потребителем. Необходимо постоянно прорабатывать альтернативные пути сбыта резинового порошка во всех регионах Российской Федерации. В последние несколько лет резиновым порошком из Российской Фе-

дерации активно интересуются, например, страны Юго-Восточной Азии, Китай, которые готовы покупать резиновый порошок в больших количествах.

4. Порча продукции во время хранения. Данный вид риска достаточно легко нейтрализуется обеспечением определенных условий хранения резинового порошка в упаковке (мешки биг-бэги). Температурный режим в помещении — от 8 до 35 °С, влажность — от 60 до 90 %.

5. Изменение условий приобретения продукции исследуемым сегментом рынка. Основным условием, которое изменилось в период кризиса, стала цена на резиновый порошок, которая снизилась с 24 до 12 тыс. руб./т по причине резкого падения спроса. Это относится к коммерческим предприятиям. В настоящее время целесообразно активно работать в области государственного заказа. Так, например, приоритетное развитие спорта в Российской Федерации привело к беспрецедентному строительству новых спортивных сооружений и реконструкции уже построенных. На этих строительных объектах в больших количествах применяется резиновый порошок.

7.3. Бизнес-проект по переводу мазутной котельной на использование твердого биотоплива

Резюме проекта

Предлагается бизнес-план проекта по переводу мазутной котельной на использование твердого биотоплива.

Суть проекта заключается в замене изношенного оборудования на более современное с использованием новых котлоагрегатов, работающих на твердом биотопливе. Внедрение новых котлоагрегатов на твердом биотопливе позволит сократить объем вредных выбросов в атмосферу, уменьшить потери тепловой энергии при сжигании топлива и повысить эффективность функционирования котельной.

Описание проекта

В мазутной котельной установлены три котла следующих марок: «Энергия-3М» — 1 ед., «НР-18» — 2 ед. Общая величина установленной мощности котельной составляет 4,206 Гкал/ч, в т. ч.: «Энергия-3М» — 2,206 Гкал/ч, «НР-18» — 2 Гкал/ч, подключенная нагрузка котельной не превышает 1,93 Гкал/ч (без учета потерь тепловой энергии в сетях).

Насосная группа котельной представлена десятью насосами различных марок, в т. ч.: два топливных насоса марки «НШ-50», два сетевых насоса марки «К 100/65-200», три подкачивающих насоса марки «К 20/30», три подпиточных насоса марки «К 8/18». Для удаления продуктов сгорания топлива (дымовых газов) используются два дымососа марок «ДН-9» и «ДН-8».

Общая протяженность тепловых сетей составляет 4,433 км, в т. ч.: надземная прокладка — 72,57 %, подземная бесканальная прокладка — 27,43 %.

Фактический расход мазута в старой котельной в последние годы составляет 1 050,8 т. Учитывая средневзвешенную низшую теплоту сгорания указанного топлива (по сертификату топлива), которая составляет 9 673 ккал/кг, можно рассчитать расход топлива в условном выражении:

$$1\,050,8 \cdot \frac{9\,673}{7\,000} = 1\,452 \text{ т усл. топл.}$$

Учитывая тот факт, что на 1 т усл. топл. приходится 7 Гкал выработанной тепловой энергии, можно сделать вывод, что из 1 452 т усл. топл. возможно выработать 10 164,4 Гкал тепловой энергии.

За последний год отпуск тепловой энергии в сеть по котельной составил порядка 8 107,36 Гкал тепловой энергии. Таким образом, исходящий поток энергии составил 8 107,36 Гкал. При этом общая величина потерь тепловой энергии при производстве составила:

$$10\,164,40 - 8\,107,36 = 2\,057,04 \text{ Гкал.}$$

Указанные потери вызваны рядом причин:

- 1) низким КПД установленного оборудования;
- 2) низким качеством топлива;
- 3) сезонностью в объемах потребления тепловой энергии.

Учитывая тот факт, что отпуск тепловой энергии в сеть составил 8 107,36 Гкал, а полезный отпуск равен 4 959,66 Гкал, можно сделать вывод, что потери тепловой энергии в тепловой сети составили:

$$8\,107,36 - 4\,959,66 = 3\,147,7 \text{ Гкал.}$$

В связи с тем, что тепловые сети проложены как надземным, так и подземным бесканальным способом, в зависимости от удельного веса каждого типа прокладки тепловых сетей разобьем общую величину потерь тепловой энергии на надземные и подземные:

- 1) $3\,147,7 \cdot 72,57\% = 2\,284,30$ Гкал (надземные потери);
- 2) $3\,147,7 \cdot 27,43\% = 863,40$ Гкал (подземные потери).

В процессе обсуждения возможных путей решения сложившихся проблем были предложены следующие основные мероприятия:

- ✓ капитальный ремонт установленного оборудования;
- ✓ установка очистных фильтров;
- ✓ монтаж экономайзера;
- ✓ закрытие котельной;
- ✓ приобретение нового оборудования;
- ✓ переход на использование твердого биотоплива.

Однако оптимальным вариантом решения сложившихся проблем является приобретение нового оборудования, функционирующего на твердом биотопливе. Именно реализация указанного мероприятия позволит решить все проблемы, сложившиеся на мазутной котельной.

Стоит отметить, что прочие варианты были отклонены по ряду причин:

- ✓ капитальный ремонт установленного оборудования не приведет к значительному повышению КПД установленного оборудования и не позволит существенно сократить объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- ✓ установка очистных фильтров является крайне дорогостоящим мероприятием, при этом сократится объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, но уровень КПД котлоагрегатов останется неизменным;
- ✓ монтаж экономайзера на маломощных котельных не является целесообразным мероприятием, учитывая тот факт, что котлы имеют значительный физический износ;
- ✓ закрытие котельной является невозможным, так как у теплоснабжающей организации имеются обязательства по обеспечению потребителей тепловой энергией.

Информация об основных участниках проекта

Основными участниками проекта являются:

- разработчики проекта — студенты экологи, экономисты и др., заинтересованные в разработке проекта;
- представители ОАО «Коми тепловая компания»;
- представители районного муниципалитета;
- Министерство развития промышленности, транспорта и связи Республики Коми (финансирование проекта по республиканской программе);
- банк (кредитование проекта).

Воздействие котельной до модернизации и после модернизации на окружающую среду

Важной проблемой старой котельной является значительный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топочного мазута. При расходе мазута в 1 050,8 т в атмосферу выбрасывается значительное количество вредных веществ (табл. 22).

Табл. 22. Расчетное количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу котельной, работающей на мазуте (1 050,8 т)

Перечень выбрасываемых загрязняющих веществ (ЗВ), т/год	Класс опасности*	Масса ЗВ, т/год
Диоксид азота	II	4,3
Оксид азота	III	0,7
Взвешенные частицы	IV	6,8
Диоксид серы	III	41,2
Оксид углерода	IV	13,8
Бенз(а)пирен	I	0,000002
Итого:		66,8

* I — вещества чрезвычайно опасные; II — вещества высокоопасные; III — вещества умеренно опасные; IV — вещества малоопасные.

Следствием ежегодного значительного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу может стать повышение риска заболевания органов дыхания и хронических заболеваний как операторов котельной, так и местного населения.

В результате предложенной модернизации котельной и в связи с тем, что расход топлива был взят с запасом в 5 %, потери тепловой энергии в котельной увеличиваются, кроме того, общая величина выбросов загрязняющих веществ также повысится и составит 87,3 т. Но, несмотря на увеличение объемов выбросов ряда загрязняющих веществ, важно, что сокращаются объемы выбросов сернистого ангидрида и бенз(а)пирена (табл. 23).

Табл. 23. Сводная характеристика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Перечень выбрасываемых загрязняющих веществ (ЗВ), т/год	Класс опасности	Мазут (1 050,8 т)	Брикеты (2 794,13 т)
		Масса ЗВ, т/год	Масса ЗВ, т/год
Диоксид азота	II	4,3	4,9
Оксид азота	III	0,7	0,8
Взвешенные частицы	IV	6,8	33,9
Диоксид серы	III	41,2	1,1
Оксид углерода	IV	13,8	46,4
Бенз(а)пирен	I	0,000002	0,0000006
	Итого:	66,8	87,1

В результате реализации указанного мероприятия удельный вес вредных выбросов первого, второго и третьего классов опасности сократился с 69 % до 8 %, в результате чего суммарный объем платы за загрязнение уменьшится в 1,56 раза.

Финансовый план

Общий объем инвестиций на реализацию проекта в разбивке по основным направлениям представлен в табл. 24.

Табл. 24. Общий объем инвестиций в разбивке по основным направлениям

Вид деятельности	Сумма, тыс. руб.
Проектирование и планирование	130
Управление проектом	260
Оборудование	5 356
Монтаж	3 214
Финансовые затраты в период строительства	0
Прочие затраты	407
Непредвиденные расходы	5 356
Итого инвестиции:	14 723

Показатели доходности проекта представлены в табл. 25.

Табл. 25. Основные показатели доходности проекта

Параметр доходности	Сумма
Общие инвестиции, тыс. руб.	14 723
Чистая экономия/доход, тыс. руб./год	1 782
Окупаемость, лет	8,1
Чистая текущая стоимость, тыс. руб.	1 755
Показатель чистой текущей стоимости	0,17
Внутренняя норма доходности, %	13,59

График реализации основных мероприятий проекта показан в табл. 26.

Табл. 26. График реализации основных мероприятий проекта

Деятельность	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Проектирование и планирование													
Управление проектом													
Поставка оборудования													
Монтаж													
Пусконаладочные работы													

7.4. Бизнес-план перевода котельной Сыктывкарского лесного института на биотопливо (древесные отходы)

Резюме проекта

Целью данного проекта является модернизация котельной с использованием древесных отходов в качестве топлива для теплоснабжения учебно-лабораторного центра Сыктывкарского лесного института (СЛИ) (рис. 41).

Проект соответствует планам республиканских властей, направленным на увеличение использования местных видов топлива (древесных отходов) для выработки тепловой энергии, и имеет поддержку со стороны Министерства развития промышленности и транспорта Республики Коми. В основе проекта лежат подбор и установка твердотопливного котла мощностью 0,5 МВт на территории котельной учебно-лабораторного центра СЛИ. Основным топливом нового котла являются древесные отходы (опилки) местных лесопильных предприятий. В качестве аварийного топлива котельной предусматриваются кусковые отходы лесопиления. До реализации проекта теплоснабжение осуществлялось от расположенной на территории центра котельной, оснащенной двумя чугунными секционными котлами типа «Универсал-6М», основным топливом яв-

лялся каменный уголь. С дымовыми газами выбрасывались CO_2 , CO , NO_x , SO_2 , летучие органические соединения (ЛОС), частицы сажи, была затруднена утилизация шлака.



Рис. 41. Котельная Сыктывкарского лесного института

Описание проекта

Суть проекта заключается в замене в котельной учебно-лабораторного центра СЛИ двух водогрейных котлов «Универсал-6М», работающих на угле, на один котел марки КТУ-500, работающий на биотопливе (опилках).

Водогрейный котел «Универсал-6М» — устройство, имеющее топку, обогреваемую продуктами сгорания топлива, предназначенное для нагревания воды, находящейся под давлением выше атмосферного и использующейся в качестве теплоносителя вне самого устройства. Теплоноситель — вода температурой $95\text{—}70\text{ }^\circ\text{C}$. Система теплоснабжения — закрытая. Теплосъем с 1 м^2 принят $46\ 000\text{ кДж} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ для каменных углей. Подача топлива и удаление золошлаков осуществляется при помощи тележек. Расчетные характеристики водогрейного котла «Универсал-6М» представлены в табл. 27.

Табл. 27. Расчетные характеристики водогрейного котла «Универсал-6М»

Наименование	Значение
Поверхность нагрева котла, м^2	33
Номинальная мощность, кВт	422
КПД котла, %	72
Полный расход топлива на котел, кг/ч	85,4
Температура воды на входе в котел, $^\circ\text{C}$	70
Температуры воды на выходе из котла, $^\circ\text{C}$	95

Общее теплотребление зданий учебно-лабораторного центра СЛИ составляет 856 007 кВт · ч/год, из них:

- 566 402 кВт · ч/год — учебно-производственный корпус;
- 263 300 кВт · ч/год — материально-технический склад;
- 26 305 кВт · ч/год — лыжная база.

Существующая схема теплоснабжения представлена на рис. 42.



Рис. 42. Теплоснабжение зданий и сооружений (текущая ситуация)

В учебно-лабораторном центре проводятся лабораторно-практические занятия для студентов направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»). Здания имеют ворота для выезда автотранспорта, что способствует снижению температуры воздуха в помещениях. Кроме того, в здании имеется горячее водоснабжение. Для направлений «Агроинженерия» и «Лесное дело» (профиль «Лесное хозяйство») на территории учебно-лабораторного центра планируется размещение теплиц, поэтому тепловая энергия котельной указана с учетом перспектив развития.

Модернизация котельной обусловлена ухудшением технико-экономических показателей, высокими затратами на топливо и большим объемом образования шлака.

Предлагаемый котел марки КТУ-500 обеспечит установленную тепловую мощность — 500 кВт, оптимальную температуру нагрева воды до 110 °С, имеет высокий КПД, низкий расход биотоплива (опилок) за счет конструктивных особенностей — 220 кг/ч, меньшие габаритные размеры, что немаловажно при

размещении его в действующей котельной. Производителем является ПО «Теплоресурс», г. Ковров.

Информация об основных участниках проекта

Основными участниками проекта являются:

- Министерство развития промышленности, транспорта и связи Республики Коми (финансирование проекта по республиканской программе);
- Сыктывкарский лесной институт;
- разработчики проекта — студенты экологи, экономисты и др., заинтересованные в разработке проекта;
- представители промышленных предприятий, заинтересованных в утилизации имеющихся древесных отходов.

Описание продукта

Тепловая энергия от котельной, расположенной на территории учебно-лабораторного центра, поступает для теплоснабжения систем отопления и вентиляции. Температура горячей воды на выходе до 115 °С, давление 0,78 МПа. Система теплоснабжения закрытая. Теплоносителем является горячая вода. Тепловая энергия, отпускаемая от коллекторов котельной, поступает через существующие разводящие тепловые сети.

Анализ рынка тепловой энергии

Тепловая энергия расходуется на собственные нужды. Отпуск тепла потребителям не предусматривается. Котельная предназначена для теплоснабжения трех зданий учебно-лабораторного центра Сыктывкарского лесного института:

- 1) учебно-производственного корпуса общей площадью 1 159 м², объемом 7 285 м³;
- 2) материально-технического склада со стоянкой машин площадью 549,5 м², объемом 2 748 м³;
- 3) склада ГСМ площадью 47,9 м², объемом 158 м³.

Организационный план

Для реализации проекта потребуются следующее:

- поиски источников первого капитала (кредит или средства лесозаготовительных предприятий), которые являются коллективным источником образования древесных отходов на территории муниципалитета любого уровня;
- закупка оборудования;
- работы по монтажу;
- оформление необходимых документов на данный вид деятельности;
- пуск производства.

Потребность в работниках для модернизированной котельной остается прежней. Планируется, что котельная будет работать 240 дней в году, в трехсменном режиме, по 8 часов смена.

Анализ ресурсов для производства тепловой энергии

Основным топливом котельной будут являться древесные опилки влажностью до 55 %, возможно применение щепы, топливных гранул и брикетов. Сравнительные характеристики четырех видов топлива приведены в табл. 28.

Табл. 28. Характеристики опилок, щепы, древесных брикетов и каменного угля

Параметр	Опилки	Щепа	Древесные брикеты	Каменный уголь
Низшая теплотворная способность, кДж/кг	7 200	10 208	16 500	20 500
Влажность, %	55	40	10	12
Выход летучих веществ, %	85		57	38
Зольность, %	0,5	0,6	0,6	26,5
Массовая доля серы, %	—	—	—	2,8
Стоимость 1 т топлива, включая транспортировку до здания котельной, руб.	150	600	4 000	4 300
Полный расход топлива, т/год	1 316	932	570	517

В процессе брикетирования опилок происходит увеличение плотности топливного брикета и уменьшение влажности до 10 %. Важной особенностью древесной биомассы как топлива является отсутствие в ней серы. Характерной особенностью древесины как топлива является незначительное содержание внутренней золы — не более 1 %.

Описание поставок топлива

Биотопливо будет доставляться на площадку котельной от местных лесопильных предприятий автомобильным транспортом поставщиков топлива (табл. 29). Древесные опилки получают при распиловке древесины.

Табл. 29. Предприятия-поставщики биотоплива

Наименование предприятия	Мощность по лесопилению, м ³ /год	Образование древесных отходов, м ³ /год		
		Щепа Ц1, Ц2	Опилки, стружка	Горбыль
ООО «Норвуд СМ»	40 000	11 525	8 000	—
ООО СЛДК «Северный лес» + ЗАО «Леском»	250 000	72 000	50 000	—
ООО «Феона»	20 000	—	4 000	4 240

Наиболее применяемым сырьем для производства тепловой энергии по-прежнему остаются древесные отходы. По мере расширения деревообработки

вающего производства неизбежно будут возрастать объемы древесных отходов, эффективная утилизация которых становится все более актуальной для сохранения окружающей среды. В то же время любое предприятие заинтересовано в том, чтобы утилизация древесных отходов из статьи затрат перешла в статью доходов. Отходы на этапе заготовки леса могут достигать нескольких десятков процентов (пни, сучья, хвоя и т. д.).

Объем опилок и стружки на этапе деревообработки достигает 12 % от исходного сырья. Стоимость древесных опилок зависит от региона и составляет от 1 до 15 руб./м³.

Анализ рынка оборудования для производства тепловой энергии

Для модернизации котельной учебно-лабораторного центра рассмотрено несколько модификаций водогрейных котлов (табл. 30), работающих на биотопливе:

- КВ-Рм — котел водогрейный горизонтальный с механизированной и ручной подачей топлива, ООО «Гефест», Смоленская обл., п. Кардымово;
- КВ-Ва — котел водогрейный вертикальный с автоматической подачей топлива, ООО «СтанкоЛесТорг», г. Вологда;
- КТУ — котел твердотопливный с автоматической системой управления, ПО «Теплоресурс», г. Ковров.

Табл. 30. Сравнительные характеристики котлов

Наименование	Тип котла		
	КВ-Рм-0,5	КВ-Ва-0,6	КТУ-500
Тепловая мощность, кВт	500	600	500
Рабочее давление воды, МПа, не более	0,6	0,6	0,6
Температура воды на входе в котел, °С	70	70	95
Температура воды на выходе из котла, °С	95	105	110
КПД котла, %	82,5	78	85
Расход топлива (расчетного), кг/ч	208,3	250	220
Расход условного топлива, кг усл. топл./ч	72,6	87,1	76,68
Расход воды через котел, т/ч	17,2	17,2	20
Температура уходящих газов, °С	182	150	160
Длина котла, мм	2 540	3 500	3 000
Ширина котла, мм	1 530	3 700	1 400
Высота котла, мм	2 930	2 240	3 550
Масса котла, кг	9 200	6 500	12 000

Стальные водотрубные котлоагрегаты на древесных отходах типа КВ-Рм с механизированной подачей топлива компании ООО «Гефест»

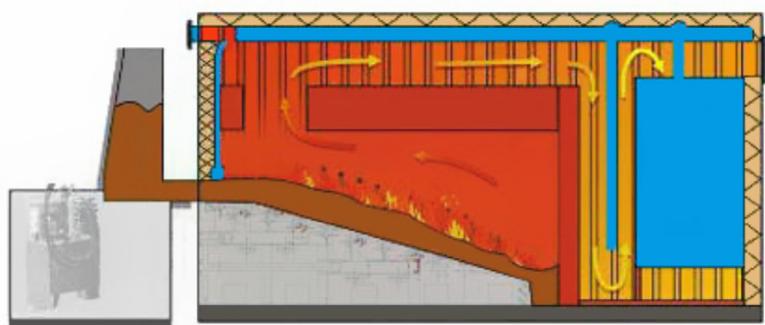
Котел водотрубный, горизонтальный, состоит из слоевой топки и конвективного газохода (рис. 43). Выполнен в блочном исполнении с газоплотной трубной частью. В качестве топлива используются древесные отходы: стружка, щепы, опилки (только в смеси со стружкой и щепой в соотношении до 50 % от

общей массы). Котел оборудован шнековой подачей древесных отходов на наклонную колосниковую решетку. Котлы мощностью свыше 1 МВт оснащены наклонной переталкивающей колосниковой решеткой. Зола из котлов мощностью до 1 МВт удаляется вручную. В котлах мощностью от 1 МВт золоудаление механизировано.



Рис. 43. Водогрейный котлоагрегат на древесных отходах типа КВ-Рм с механизированной подачей топлива

Газовый тракт котла герметичен и выполнен в несколько ходов. Топка экранирована трубами, входящими в коллекторы. В котлах мощностью свыше 1 МВт топка частично обмурована шамотным кирпичом. Дымовые газы, поднимаясь в верхнюю часть топки, поступают в конвективный газоход, состоящий из трубных секций. Газоход котла оборудован взрывными клапанами мембранного типа. В котле предусмотрена возможность очистки наружных поверхностей нагрева. Обмуровка котла — облегченная с использованием теплоизоляционных матов или плит из минеральной ваты. Снаружи котел обшит съемными панелями (рис. 44). Виды топлива: щепа, кора, опилки, стружка. Теплопроизводительность 0,5—3,0 МВт.



Преимущества:

- высокий КПД;
- высокая эффективность теплообмена;
- низкие значения норм выбросов загрязняющих веществ;
- полная механизация процессов подачи топлива и удаления золы;
- возможность сжигания топлива повышенной влажности.

Рис. 44. Технологическая схема работы водогрейного котлоагрегата на древесных отходах типа КВ-Рм

Котлы водогрейные типа КВ-Ва (щепа, опил, фрезерный торф, дрова)

Котел водогрейный вертикальный с автоматической подачей топлива производства ООО «СтанкоЛесТорг». Изготовлен по ГОСТ 30735.

Котлы оснащены газогенераторными вихревыми топками на отходах деревообработки, торфе и топливных гранулах и брикетах. Топки имеют автоматизированное управление механической топливоподачей и режимом нагрева воды. Котлы предназначены для систем отопления, могут использоваться в технологических процессах, например, при сушке пиломатериала. Комплект поставки: котел, вихревая газогенераторная топка, бункер топлива с механической топливоподачей, циклонный искрогаситель, щит управления с автоматической регулировкой и безопасности, дутьевой вентилятор (рис. 45).

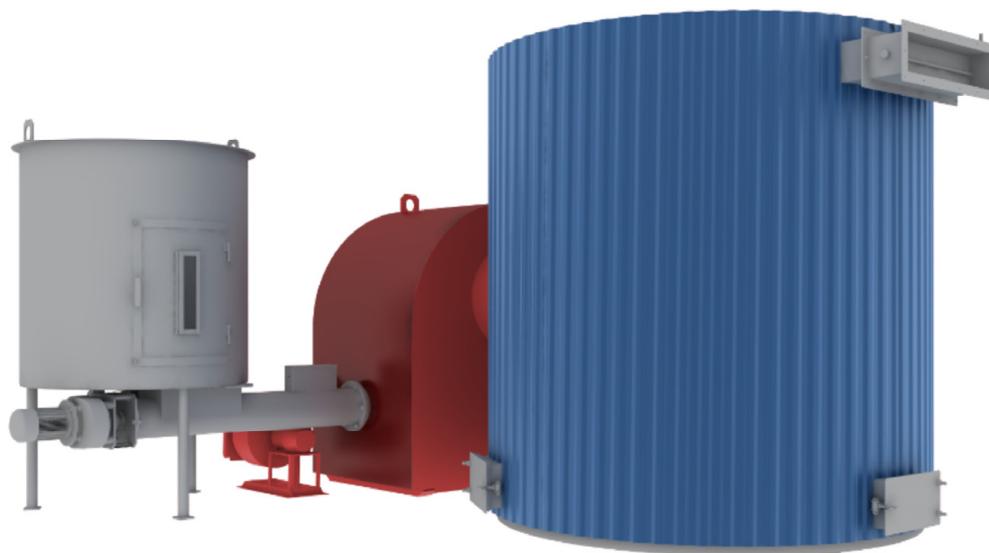


Рис. 45. Котел водогрейный типа КВ-Ва

Котлы с индексами 0,3 и 0,6 (номинальной мощностью 300 и 600 кВт) также предлагаются без газогенераторной топки и автоматизированной топливоподачи. Котел водогрейный стальной КВ-Ва-06 — котел с жаровой и дымогарными трубами, вертикальный. Котел имеет две топки: одна опильная вихревая, вторая для сжигания кусковых отходов. Сыпучее топливо (опил, стружка, пеллеты) подаются в топку шнеком из бункера топлива, кусковые отходы подаются вручную через топочную дверцу. Котел представляет собой законченную конструкцию. Котел предназначен для получения горячей воды для использования в технологических процессах (например, сушки) и отопления производственных и жилых помещений. Тепловая мощность котла регулируется подачей сжигаемого топлива. Регулировка выполняется двумя регулируемыми реле времени, размещенными в щите управления.

Минимальная тепловая мощность, при которой обеспечивается устойчивая работа котла, 100 кВт, максимальная при влажности топлива не более 10 % порядка 800 кВт.

Котлы КТУ

Изолированная топка котла КТУ-500 имеет тяжелую обмуровку с рабочей температурой до 1300 °С (рис. 46).

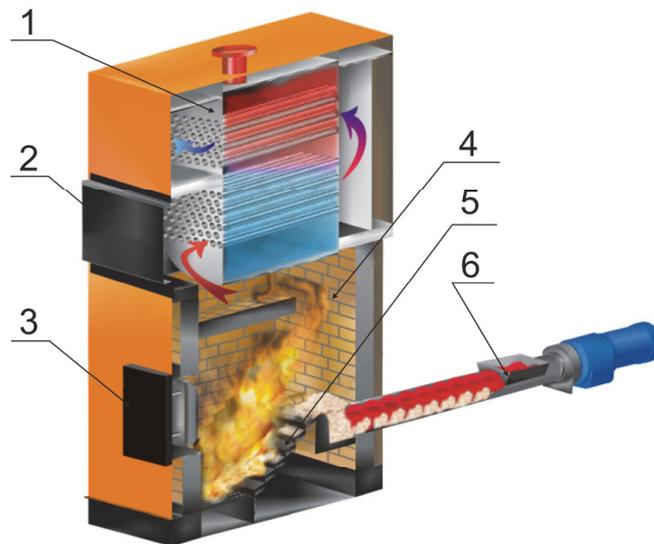


Рис. 46. Водогрейный отопительный котел КТУ, работающий на опилках:

- 1 — теплообменник; 2 — прочистной люк теплообменника;
- 3 — топочная дверь; 4 — топка; 5 — колосниковая решетка;
- 6 — механизм подачи топлива

Конструктивными особенностями топки являются арочный свод, позволяющий сжигать высоковлажное (до 55 % воды) топливо, и один топочный фронт, обеспечивающий обслуживание колосниковой решетки и загрузку кускового топлива (срезки, дрова и т. д.). Также в конструкции предусмотрено окно для подсоединения механизма подачи сыпучего топлива (опила, щепы, коры, торфа и т. д.). Наклонная и горизонтальная колосниковые решетки (где происходит процесс горения) в комбинации с устройством распределения воздуха позволяют использовать в качестве топлива как сыпучее, так и кусковое топливо без дополнительной модернизации топки. Для удобства эксплуатации предусмотрены люки прочистки топки с двух сторон, а для визуального контроля — смотровое окно. Теплоизолированный кожух топки повышает коэффициент полезного действия за счет снижения потерь тепловой энергии через стенки топки (рис. 46). Дутьевой вентилятор (входит в комплект поставки) обеспечивает подачу воздуха в подколосниковое пространство, дожиг топлива, а поток воздуха, в свою очередь, нагреваясь при охлаждении стенок топки, при прохождении через колосники и слой топлива участвует в основном горении.

Основные преимущества котла КТУ следующие.

1. Жаротрубная двухходовая схема теплообменника обеспечивает высокий коэффициент теплосъема и удобство в обслуживании.

2. Тяжелая футеровка топки котла выполнена из огнеупорного шамотного кирпича. Толщина кладки 250 мм (в кирпич) позволяет получить высокую тепловую инерцию топки и сжигать топливо с относительной влажностью до 55 %.

3. Верх топки перекрыт арочным сводом из специальных огнеупоров. Функция арочного свода состоит в защите теплообменника от прямого огня и отражении лучистой энергии горения на лоток подачи топлива для предварительного подсушивания

4. Многослойная теплоизоляция котла позволяет добиться температуры на корпусе не выше 60 °С и значительно снижает теплотери.

5. От возгорания топлива в шнековом транспортере и оперативном бункере предусмотрена многоступенчатая защита, построенная на температурных датчиках.

6. Оперативный бункер дозатор снабжен ворошителем и датчиками уровня заполнения.

7. Дозирование подачи топлива производится автоматически и регулируется шкафом управления по четырем параметрам: температура в топке, температура отходящих газов, температура на прямой и обратной линиях.

В качестве биотоплива используются возобновляемые энергетические ресурсы, такие, как отходы лесопиления (кора, щепа, опилки). Фракция топлива ограничена размерами 50 × 50 × 5 мм. Реализация проекта приведет к сокращению выбросов парниковых газов при сжигании ископаемого топлива. Сокращение выбросов парниковых газов в результате реализации проекта будет достигнуто за счет:

- исключения потребления каменного угля в котельной учебно-лабораторного центра СЛИ;
- снижения вывоза древесных отходов на свалку древесных отходов.

Из рассмотренных предложений рекомендуем установить котел марки КТУ-500 (табл. 31), так как он обеспечивает установленную тепловую мощность — 500 кВт, оптимальную температуру нагрева воды до 110 °С, имеет высокий КПД по сравнению с котлами КВ-Рм-0,5 и КВ-Ва-0,6, низкий расход биотоплива (опилок) — 220 кг/ч за счет конструктивных особенностей, меньшие габаритные размеры, что немаловажно при размещении его в действующей котельной.

Производителем является ПО «Теплоресурс», г. Ковров, находящееся в России, что позволит качественно выполнить монтажные и пусконаладочные работы, снизить транспортные расходы, даст возможность в период эксплуатации приобретать запасные части к агрегату.

Технология производства

Комплекс котельной представляет логическую систему взаимосвязей обеспечения и доставки биотоплива к зданию самой котельной, хранения и подачи биотоплива, его сжигания и получения тепловой энергии. Доставка биотоплива к котельной осуществляется автотранспортом с использованием самосвальных прицепов, обеспечивающих как боковую, так и заднюю выгрузку топлива в механизированный приемник. Механизированный приемник имеет защитную откидывающуюся крышку. Открытие крышки перед загрузкой топлива осуществляется механическим приводом.

Табл. 31. Технические характеристики котла водогрейного КТУ-500 Ковровского производственного объединения «Теплоресурс»

Наименование	Значение	
Тепловая мощность, кВт/Гкал	500/0,43	
КПД котла, %	80	
Максимальная температура теплоносителя (вода), °С	95—110	
Расход топлива в номинальном режиме (древесное топливо, относительная влажность 35 %), кг/ч	200—220	
Напряжение электросети, В	380	
Энергопотребление, кВт:		
	– котла	1,5
	– подачи топлива	4,1
	– дымососа	3
Объем отапливаемых помещений, м ³ :		
	– жилые здания	14 600
	– производственные помещения	11 700
Загрузка сушильных камер при максимальном теплоснабжении, м ³	100	
Масса котла, т	12	

Загруженное в приемник топливо перемещается при помощи подвижных стокеров на наклонный скребковый транспортер, который поднимает топливо к оперативному бункеру-дозатору, далее шнековым транспортером в котлы на биотопливе. Управление работой транспортеров и приемника производится с пульта управления в автоматическом режиме. Управление производительностью выгрузки подаваемого в котел биотоплива осуществляется изменением периода возвратно-поступательного движения стокерных толкателей задаваемого автоматической системой управления котла (рис. 47).

Поддержание требуемой теплопроизводительности котла обеспечивается в автоматическом режиме системой управления по заданной температуре в прямой линии первого контура изменением производительности выгрузки топливного склада. В системе управления котельной предусмотрена защита от перегрузок оборудования и блокировка аварийных режимов работы при повышении предельных значений температуры в топке, температуры воды в прямой линии, при падении давления воды в системе ниже предельно допустимого значения. Основное оборудование котельной (механизированный топливный склад, средства подачи топлива — скребковые и шнековые транспортеры, водогрейный котел на биотопливе) располагается в быстровозводимом неутепленном здании ангарного типа. Дополнительное оборудование котельной (насосно-распределительные станции, средства контроля и автоматического управления, система водоподготовки, мембранные и расширительные баки, запорно-регулирующая арматура и прочие теплотехнические узлы и агрегаты) размещаются в отдельных отапливаемых помещениях операторской и машинном отделении.

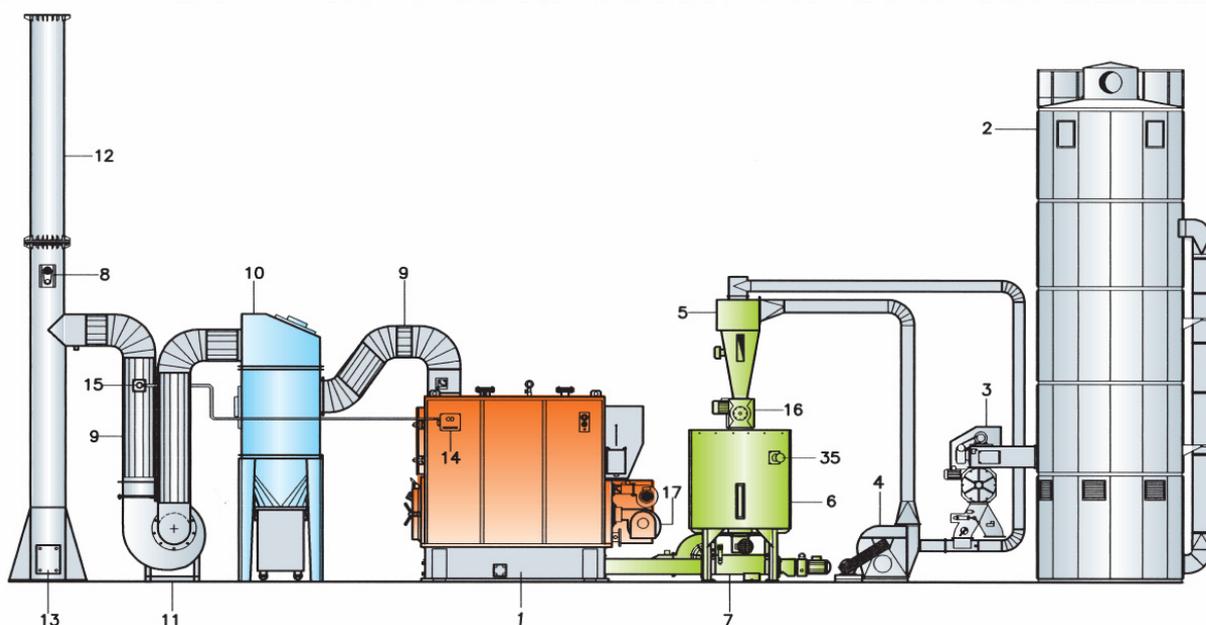


Рис. 47. Котельная на биотопливе:

- 1 — котел; 2 — бункер для топлива; 3 — экстрактор топлива; 4 — пневмо- или шнековый конвейер; 5 — питающий циклон; 6 — промежуточный бункер; 7 — автоматическая шнековая подача топлива; 8 — заслонка дыма; 9 — жаростойкие стальные дымоходы; 10 — циклон очистки дыма; 11 — дымовентилятор; 12 — стальной дымоход; 13 — люк осмотра дымохода; 14 — пульт контроля СО; 15 — датчик контроля уровня СО; 16 — клапан контроля уровня топлива; 17 — регулятор мощности горения; 35 — указатель количества оборачиваемости

Финансовый план

Комплектация производственной линии котельной показана в табл. 32. Стоимость оборудования принимается по прайс-листам поставщиков.

Табл. 32. Стоимость оборудования котельной с котлом КТУ-500, топливным складом и топливоподачей (ООО ПО «Теплоресурс», г. Ковров)

Наименование	Кол-во	Сумма с НДС, тыс. руб.	Примечание
1	2	3	4
Базовый комплект оборудования котельной на базе котла КТУ с неподвижной колосниковой решеткой			
Котел марки КТУ-500	1	648	Топка, теплообменник, дутьевой вентилятор
АСУ котла КТУ-500	1	130	Автоматическая система управления котлом
Механизм подачи топлива	1	198	Шнековый транспортер Ш219 мм, длина до 3 м, оперативный бункер с ворошителем
Система очистки дымовых газов для котлов КТУ-500	1	134	Золоуловитель циклонного типа с дымососом

1	2	3	4
Комплект газоходов и бо- ровных частей	1	40	Подключение котла к зо- лоуловителю и далее до дымовой трубы в пределах 10—12 м
Труба дымовая $H = 16$ м, $D = 530$ мм	1	124	—
Итого:		1 274	—
Комплект оборудования топливного склада и топливоподачи			
Модуль топливного склада 75—100 м ³	1	498	—
АСУ топливного склада	1	180	—
Скребковый транспортер	1	420	—
Монтажный комплект	1	130	—
ИТОГО:		1 228	—
ВСЕГО:		2 502	—

Чистая годовая экономия после реализации проекта при переводе котельной Сыктывкарского лесного института с угля на опилки представлена в табл. 33.

Табл. 33. Чистая годовая экономия при переводе котельной с угля на опилки

Элемент экономии	Текущая ситуация		После внедрения мероприятия		Чистая экономия	
	кол-во, т	затраты, руб./год	кол-во, т	затраты, руб./год	кол-во, т	экономию, руб./год
Топливо (уголь)	517	2 223 100	—	—	517	2 223 100
Топливо (опилки)	—	—	1 316	197 400	—	–197 400
Электроэнергия	14 800 кВт · ч	56 832	74 400 кВт · ч	284 952	59 600 кВт · ч	–228 120
Плата за загряз- нение	1 583 т	65 586	0	0	—	65 586
Заработная плата обслуживающего персонала	4 чел.	726 028	4 чел.	769 589	—	–43 561
Общая чистая экономию	—	3 071 546	—	1 251 941	—	1 819 605

Количество потребляемого топлива принимается по данным бухгалтерско-го учета или на основе расчета материального баланса (приложение 2). Количество потребляемой электроэнергии рассчитывается по установленной мощно-сти электродвигателей и баланса рабочего времени оборудования. Расход воды принимается по данным учета. В нашем примере он остается на том же уровне. Численность обслуживающего персонала не изменяется, поэтому фонд оплаты труда остается на прежнем уровне. Затраты и экономия основаны на следую-

щих тарифах, установленных для муниципалитета:

уголь	4 300 руб./т
электроэнергия	3,83 руб./кВт · ч
опилки	150 руб./т
вода	34,61 руб./м ³
плата за загрязнения	2,57 руб./ед.

Инвестиционные затраты при переводе котельной на опилки приведены в табл. 34.

Табл. 34. Инвестиционные затраты при переводе котельной на опилки

Вид деятельности	Сумма, руб.
Проектирование и планирование (15 %)	375 000
Управление проектом (5 %)	125 100
Оборудование (100 %)	2 502 000
Монтаж (35 %)	875 700
Финансовые затраты в период строительства (15 %)	375 000
Прочие затраты (15 %)	375 000
Непредвиденные расходы (5 %)	125 100
Итого инвестиции:	4 752 900

Поставка оборудования

Срок поставки — 2—3 месяца с момента предоплаты за оборудование.

Срок запуска линии — 3—4 месяца с момента предоплаты за оборудование.

Условия оплаты: 30 % предоплата, 70 % после поставки оборудования.

Потребность в сырье при его влажности 50 % — 2,0 т/ч (48 т/сут).

Необходимая площадь для установки оборудования — 45 × 15 м.

Доходность проекта и срок окупаемости

С использованием информации, представленной в табл. 31—33, окупаемость по проекту представлена в табл. 35.

Чистая текущая стоимость (*NPV*) проекта за пять лет экономического срока службы составит 6 624 тыс. руб.

Срок окупаемости (*DPP*) — 3,12 года.

Индекс доходности (*PI*) — 1,48.

Внутренняя норма доходности (*IRR*) — 27 %.

Табл. 35. Поток денежных средств за 5 лет, руб.

Показатель	Год реализации проекта										
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Экономия затрат	0,00	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605	1 819 605
Внереализационные расходы (налог на имущество)	0,00	95 058	9 506	19 012	28 517	38 023	47 529	57 035	66 541	76 046	85 552
Налог на прибыль	0,00	344 909	362 020	360 119	358 218	356 316	354 415	352 514	350 613	348 712	346 811
Операционная деятельность	0,00	1 854 928	1 923 369	1 915 765	1 908 160	1 900 555	1 892 951	1 885 346	1 877 742	1 870 137	1 862 532
Затраты на капитальные вложения	4 752 900	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Инвестиционная деятельность	4 752 900,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Эффект	-4 752 900,00	1 854 928	1 923 369	1 915 765	1 908 160	1 900 555	1 892 951	1 885 346	1 877 742	1 870 137	1 862 532
Собственный капитал	0,00	1 854 928	1 923 369	1 915 765	1 908 160	1 900 555	1 892 951	1 885 346	1 877 742	1 870 137	1 862 532
Кредиты	4 752 900,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого финансовая деятельность	4 752 900,00	1 854 928	1 923 369	1 915 765	1 908 160	1 900 555	1 892 951	1 885 346	1 877 742	1 870 137	1 862 532
Излишек средств	0,00	3 709 855	3 846 739	3 831 529	3 816 320	3 801 111	3 785 902	3 770 692	3 755 483	3 740 274	3 725 064
Сальдо на конец периода	0,00	3 709 855	7 556 594	11 388 123	15 204 444	19 005 554	22 791 456	26 562 148	30 317 631	34 057 905	37 782 970
Коэффициент приведения	1,000	0,905	0,819	0,741	0,671	0,607	0,549	0,497	0,450	0,407	0,368
Чистый дисконтированный доход	-4 752 900,00	1 678 668	1 575 209	1 419 892	1 279 870	1 153 637	1 039 838	937 249	844 768	761 400	686 248
Окупившиеся инвестиции	-4 752 900,00	-3 074 232	-1 499 024	-79 132	1 200 738	2 354 375	3 394 213	4 331 462	5 176 230	5 937 630	6 623 878

Анализ проектных рисков

При реконструкции котельной необходимо учесть следующие риски:

- *коммерческие* (отсутствие поставщиков топлива, что приведет к снижению дохода);
- *производственные* (пониженные параметры тепловой энергии);
- *имущественные* (поломка оборудования, транспорта и затраты денег на замену);
- *природно-естественные* (землетрясение, наводнение и другие природные катаклизмы).

Для того чтобы эти риски не принесли убыток предприятию (если возникнут коммерческие проблемы, будет закуплено некачественное сырье или возникнут природные катастрофы и катаклизмы), необходимо принять меры табл. 36.

Табл. 36. Риски по проекту

Потенциальный риск	Снижение риска или мероприятие по управлению риском/контролю риска
Недостаточно финансовых средств	Поиск спонсоров, грантов
Увеличение стоимости оборудования	Проведения аукционов, конкурсов
Рост цены на топливо (опилки)	Заключение долгосрочных договоров
Недостаточная квалификация обслуживающего персонала	Организовать курсы повышения квалификации
Срыв сроков ввода в эксплуатацию	Предусмотреть в договоре выплату штрафных санкций
Не обеспечивается теплотехнический КПД	Качественно выполнить пусконаладочные работы
Поставки топлива с повышенной влажностью	Договор на поставку опилок с требованиями к влажности топлива
Поломки тракта подачи топлива	Договор с сервисным обслуживанием и обеспечением запасными частями
Прогорание элементов котла	Обеспечение огнеупорной изоляции топочного пространства
Бюджетные учреждения не правомочны брать средства в кредит	Изменение законодательной базы

Расчеты выбросов парниковых газов

Для расчета выбросов парниковых газов используем табл. 37. Экологический эффект при переводе котельной с угля на опилки показан в табл. 38. Расчет выбросов сажи для котельной учебно-лабораторного центра Сыктывкарского лесного института приведен в табл. 39. Количество выделяемого тепла, ГДж/год, рассчитывается на основании теплового баланса или фактической теплопроизводительности установленных котлов и приведенных удельных выбросов сажи, г/ГДж.

Выбросы сажи уменьшатся на 61,3 кг/год при переводе котельной с угля на биотопливо.

Табл. 37. Расчеты выбросов парниковых газов и сажи

Эмиссии, г/кг топлива							
Вид топлива	Минимальная теплотворность, кВт · ч/кг	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO	ЛОС	Частицы
Природный газ	13,6	2 760	0,10	1,00	0,01—0,1	0,01	0,001
Пропан	12,9	3 000	0,10	2,30	0,01—0,1	0,15	0,001
Керосин	11,9	3 200	1,00	3,00	0,01—0,1	0,40	0,25
Дизельное топливо	11,9	3 200	5,00	3,00	0,02—0,2	0,40	0,25
Мазут	11,6	3 160	20,00	5,00	0,02—0,2	0,30	1,30
Уголь	7,9	3 040	16,00	4,50	0,03—0,3	0,80	1,40

Табл. 38. Экологический эффект при переводе котельной с угля на опилки, т/год

Вид топлива	Потребление	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO	ЛОС	Частицы
Уголь	517	1 573	8,3	2,3	0,16	0,41	0,72
Опилки	1 316	0	0	0	0	0	0
Итого:	—	1 573	8,3	2,3	0,16	0,41	0,72

Табл. 39. Расчет выбросов сажи

Вид топлива	Количество выделяемого тепла, ГДж/год	Удельный выброс сажи, г/ГДж	Выброс сажи, кг/год
Уголь	10 570	6,8	71,9
Опилки	10 570	1	10,6
Итого:			61,3

Оценка воздействия на окружающую среду

Расчет платы за выбросы от потребления твердого топлива осуществляем по базовому постановлению Правительства Российской Федерации от 28.08.1992 г. № 632 [20], нормы платы за выбросы загрязняющих веществ приведены в постановлении Правительства Российской Федерации от 12.06.2003 г. № 344 «О нормах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» [13].

Норматив платы для конкретного выброса, H_n , приведен в табл. 40.

Расчет платы за выброс конкретного вещества, H_k , осуществляют по формуле

$$H_k = H_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где H_n — норматив платы по постановлению Правительства РФ для конкретного выброса; K_1 — коэффициент индексации; K_2 — коэффициент, учитывающий экологические факторы по территориям экономических районов Российской Федерации; K_3 — коэффициент, учитывающий местность расположения объекта (город, село, охраняемые территории).

Табл. 40. Норматив платы за выбросы от потребления твердого топлива для предприятий, расположенных в г. Сыктывкаре

Вид выбросов	Норматив платы, H_n , руб./т	K_1	K_2	K_3	Плата для Сыктывкара, H_k , руб./т
Оксид азота, NO_2	52,00	2,45	1,5	1,3	248,56
Оксид углерода, CO	0,60	2,45	1,5	1,3	2,67
Диоксид серы, SO_2	21,00	2,45	1,5	1,3	100,38
Сажа, C	80,00	2,45	1,5	1,3	382,40
Летучие органические соединения (ЛОС)	5,00	2,45	1,5	1,3	23,90
Зола (шлак)	103,00	2,45	1,5	1,3	492,34

Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) при сжигании топлива приведен в табл. 41.

Табл. 41. Расчет платы за выбросы ЗВ при сжигании топлива

Вид выбросов	Количество, т	Норматив платы, руб./т	Сумма, руб.
Оксид азота, N_2O	2,30	248,56	571,69
Оксид углерода, CO	0,16	2,67	0,42
Диоксид серы, SO_2	8,30	100,38	833,15
Сажа, C	0,72	382,40	276,77
Летучие органические соединения (ЛОС)	0,41	23,90	9,80
Зола (шлак при зольности угля 25,1%)	129,78	492,34	63 894,17
Итого плата за выбросы:			65 586,00

Таким образом, реализация проекта позволит:

- повысить качество и надежность теплоснабжения учебно-лабораторного центра;
- укрепить лабораторную базу СЛИ для обучения студентов профильного направления теплоэнергетика и теплотехника;

- сократить вывоз древесных опилок на свалки;
- исключить потребление каменного угля в старой котельной учебно-лабораторного центра;
- уменьшить финансовые издержки на содержание котельной;
- снизить негативное воздействие на окружающую среду.

7.5. Презентация бизнес-плана

После того как был составлен бизнес-план со всеми его структурными единицами, необходимо его презентовать руководителю предприятия, инвестору, заказчику и прочим заинтересованным лицам.

Основные правила эффективной презентации следующие.

1. Бизнес-предложение только высококачественного продукта.
2. Тщательная подготовка к презентации.
3. Получение максимума информации о потенциальном партнере (инвесторе) в целях:
 - построения диалога на языке клиента;
 - рассмотрения ситуации с его точки зрения;
 - определения слабостей и интересов клиента.
4. Выделение выгод предлагаемого проекта для партнера (инвестора).
5. Благоприятный внешний вид докладчика.
6. Вера в собственные силы и успех.
7. Доброжелательное отношение к вопросам, замечаниям и репликам.

Бизнес-предложение должно представлять собой «выжимку» из бизнес-плана, отражающую его самые главные моменты.

Подготовка бизнес-предложения является одним из ответственных этапов работы с инвестором. В связи с этим основные правила подготовки эффективного бизнес-предложения следующие.

1. Потенциальный инвестор (партнер) должен услышать суть и выгоды проекта ***в первые 30 секунд презентации***.
2. Акцент на коммерческой ценности проекта.
3. Раздаточный материал (бизнес-предложение) — объем 2—3 страницы.
4. Четкая и понятная структура.
5. **Основные разделы** бизнес-предложения:
 - Кто мы, чем занимаемся, какой у нас опыт, достижения.
 - Сущность проекта и на какой стадии разработки он находится.
 - Преимущества нашего предложения (продукта).
 - Выгоды для партнера (инвестора) по сотрудничеству с нами.
 - Сколько необходимо ресурсов на реализацию проекта.
 - Инвестиционный план и показатели эффективности проекта.

6. Использование **простого и понятного языка** (меньше специальных терминов, прилагательных, аббревиатур и сокращений, минимум технических подробностей).

7. Использование способов выделения текста и главных фраз (выделение шрифтом и подчеркивание, использование списков, таблиц, пробелы между абзацами, проверка орфографии, высокое качество печати, умеренный размер шрифта).

Основные шаги по подготовке презентации следующие.

1. Детально проработать тему презентации.
2. Определить цели и задачи (что мы хотим получить).
3. Изучить аудиторию (ее слабые и сильные стороны).
4. Продумать стратегию основной части презентации.
5. Подготовить вступление и заключение.
6. Продумать язык презентации.
7. Разработать наглядные материалы.
8. Организовать пространство (формализованное или неформальное пространство, наличие преград между вами и аудиторией).
9. Подумать о внешнем виде.
10. Прорепетировать презентацию.

Структуру презентации можно представить следующим образом.

1. Тема.
2. Цели и задачи.
3. Вступление (цель — заинтересовать аудиторию).
4. Основная часть (цель — информировать, убедить, мотивировать, показать выгоду для аудитории, привести доказательства (цифры, факты), сделать выводы).
5. Заключение (цель — побудить к действиям, подведение итогов и представление результата аудитории, выражение благодарности, ответы на вопросы аудитории).

Достаточно важно привлечь внимание аудитории. Для этих целей используются:

- риторический вопрос;
- интересный факт или цифра;
- цитата кого-либо из известных авторов;
- проведение параллели с другой страной, регионом, отраслью и т. д.;
- парадоксальное утверждение;
- провокационное заявление;
- юмор;
- афоризм;
- апелляция к интересам аудитории;
- использование демонстрационных средств.

Оформление некоторых слайдов из презентации бизнес-плана предприятия по утилизации древесной зелени показано на рис. 48—55.

Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова»

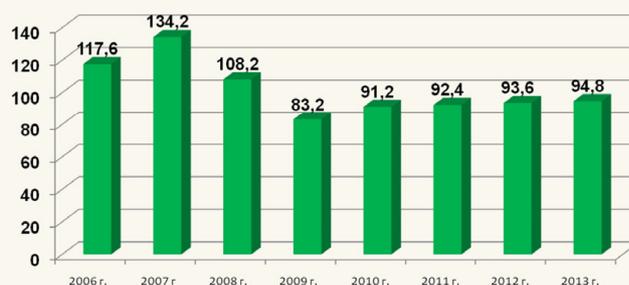
Разработка проекта предприятия
по утилизации древесной зелени хвойных
растений в МО МР «Прилузский»



Рис. 48. Оформление темы бизнес-предложения

Динамика объемов лесозаготовки
в России и Республике Коми

Россия, млн куб. м



Республика Коми, млн куб. м

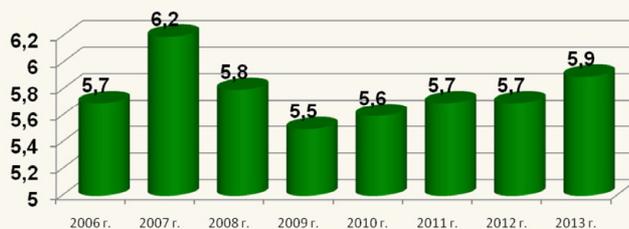
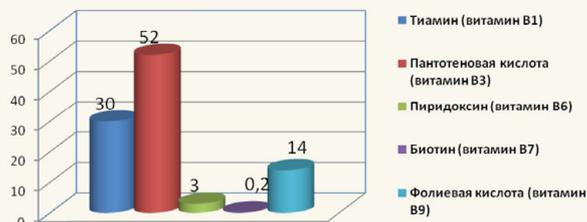


Рис. 49. Оформление слайда с динамикой объемов лесозаготовки
в России и Республике Коми

Состав древесной зелени хвой

мг/кг сухого
вещества хвой



мг/кг сухого
вещества хвой

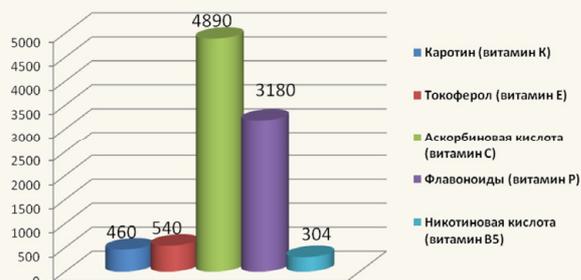


Рис. 50. Оформление слайда с составом древесной зелени хвой

Области применения древесной зелени сосны



Рис. 51. Оформление слайда с областями применения древесной зелени сосны



Рис. 52. Оформление слайда с видами деятельности виртуального предприятия

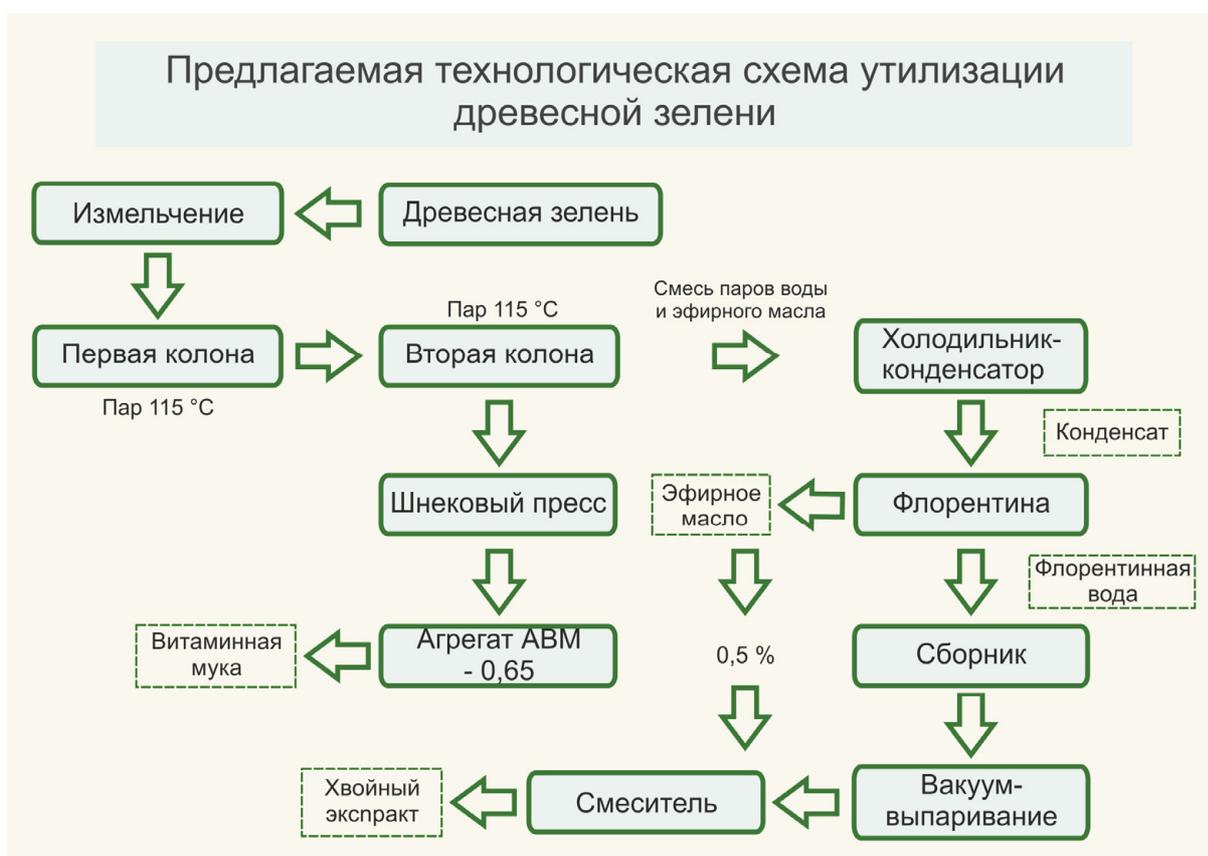


Рис. 53. Оформление технологической схемы утилизации древесной зелени

Перечень выпускаемой продукции



Рис. 54. Перечень выпускаемой продукции

Заключение

- Для сбора и утилизации древесной зелени сосны, образующейся при лесозаготовительных работах, предлагается проект виртуального предприятия ОАО «Эковит», которое будет располагаться в с. Объячево Прилузского района.
- Для утилизации древесной зелени предлагается технологическая схема, предусматривающая получение из нее витаминной муки, эфирного масла, флорентинной воды и хвойного экстракта.
- При утилизации древесной зелени образуются отходы I–IV классов опасности общим объемом 8 935,34 т. Доминируют древесные отходы, которые направляются на производство витаминной муки.
- Для реализации проекта нужны инвестиции 10 046 000 руб. Чистая прибыль при реализации проекта 3 694 100 руб./мес. Окупаемость – около 3 мес.
- Плата при размещении древесной зелени на земельных ресурсах 10 541 руб./год. Экологический ущерб за отчуждение земельных ресурсов под размещение отходов 828 584 руб./год.

Рис. 55. Оформление заключения бизнес-предложения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Использованная литература

1. ГОСТ Р 54220-2010. Биотопливо твердое. Технические характеристики и классы топлива. Ч. 1. Общие требования [Текст]. — Москва : Стандартинформ. — 55 с.
2. Доронина, О. Д. Стратегия ООН для устойчивого развития в условиях глобализации [Текст] / О. Д. Доронина, О. Л. Кузнецов, Ю. А. Рахманин. — Москва : РАЕН, 2005. — 248 с.
3. Зайцев, В. А. «Зеленая химия» и безотходное производство [Текст] : тез. докл. XIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии : в 5 т. : т. 5 / В. А. Зайцев, В. А. Кузнецов, Н. П. Тарасова. — Москва : Граница, 2007. — С. 368.
4. Зайцев, В. А. Промышленная экология [Текст] : учеб. пособие / В. А. Зайцев. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 382 с.
5. Замятина, М. Ф. Роль системы обращения с отходами производства и потребления в сбалансированном развитии региона [Текст] / М. Ф. Замятина, Р. С. Фесенко // Экономика и управление. — 2011. — № 11. — С. 57—64.
6. Замятина, М. Ф. Теоретико-методологические проблемы управления регионом на принципах эколого-экономической и эколого-социальной сбалансированности [Текст] / М. Ф. Замятина // Экономика и управление. — 2012 — № 4. — С. 54—59.
7. Кодекс об административных правонарушениях Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 30.12.2001 № 195 : ред. от 12.02.2015 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).
8. Кокшарова, Н. Г. Экономическая оценка инвестиций [Текст] : учеб. пособие для студ. направлений бакалавриата и спец. укрупненного направления 080000 «Экономика и управление» всех форм обучения / Н. Г. Кокшарова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, каф. экон. отраслевых производств. — Сыктывкар : СЛИ, 2012. — 128 с.
9. Коньк, О. А. Технологии переработки твердых отходов [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» и специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» всех форм обучения : самост. учеб. электрон. изд. / О. А. Коньк, А. В. Кузиванова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, каф. общей и прикладной экологии. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000760.pdf>. — Загл. с экрана (дата обращения: 10.03.2015).
10. Коньк, О. А. Экологический менеджмент и экологическое аудирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов направлений бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды», 280700 «Техносферная безопасность» и специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» всех форм обучения : самост. учеб. электрон. изд. / О. А. Коньк ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, каф. общей и прикладной экологии. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000633.pdf>. — Загл. с экрана (дата обращения: 10.03.2015).
11. Мазур, И. И. Управление проектами [Текст] : учеб. пособие / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге ; под общ. ред. И. И. Мазура. — Москва : Омега, 2004. — 664 с.
12. О долгосрочной республиканской целевой программе «Обращение с отходами производства и потребления в Республике Коми (2012—2016 годы)» [Электронный ресурс] : постановление Правительства РК от 30.09.2011 № 425 (ред. от 20.12.2013) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

13. *О нормативах* платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в т. ч. через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 : ред. от 08.01.2009 № 7 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.03.2015).

14. *Об общих* принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 06.10.2003 № 131 : ред. от 03.02.2015 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

15. *Об отходах* производства и потребления [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.06.1998 № 89 : ред. от 29.12.2014 № 458 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

16. *Об охране* атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : федер. закон от 2.04.1999 № 96 : ред. от 29.12.2014 № 458 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

17. *Об охране* окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. закон от 10.01.2002 № 7 : ред. от 21.07.2014 № 219 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

18. *Об утверждении* Концепции по обращению с отходами производства и потребления в Республике Коми [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РК от 16.10.2012 № 408-р // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.03.2015).

19. *Об утверждении* Порядка ведения государственного кадастра отходов [Электронный ресурс] : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.09.2011 № 792. — Режим доступа: <http://www.rg.ru/2011/11/17/otxody-site-dok.html>. — Загл. с экрана (дата обращения 28.04.15).

20. *Об утверждении* Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 28.08.1992 № 632 : ред. от 06.03.2012 № 192 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.03.2015).

21. *Письмо* Росприроднадзора от 15.11.2012 № ВК-03-01-36/15437 «О направлении Методических рекомендаций по осуществлению государственного надзора за охраной атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=149708>. — Загл. с экрана (дата обращения: 01.03.2015).

22. *Савельев, Ю. В.* Бизнес-планирование и разработка инвестиционных проектов [Текст] / Ю. В. Савельев, Е. В. Жирнель. — Петрозаводск, 2007. — 78 с.

23. *Тарасова, Н. П.* Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду [Текст] / Н. П. Тарасова, Б. В. Ермоленко, В. А. Зайцев [и др.]. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 230 с.

24. *Чернов, В. А.* Инвестиционный анализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Финансы и кредит», «Налоги и налогообложение» / В. А. Чернов ; под ред. М. И. Баканова ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юнити-Дана, 2012. — 160 с. — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/115016/>. — Загл. с экрана (дата обращения: 10.03.2015).

Рекомендуемая литература

25. *Большаков, Н. М.* Инновационное развитие лесного и аграрного секторов экономики [Текст] : [моногр.] / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева, В. А. Иванов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 368 с.

26. *Большаков, Н. М.* Теоретико-методологическая систематика экономики лесных ресурсов [Текст] : [моногр.] / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева ; М-во образования и науки

Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова. — Санкт-Петербург : СПбЛТУ, 2011. — 384 с.

27. *Гомонай, М. В.* Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режим работы [Текст] : моногр. / М. В. Гомонай. — Москва : МГУЛ, 2006. — 68 с.

28. *Коньк, О. А.* Экономика и прогнозирование промышленного природопользования [Электронный ресурс] : самост. электрон. изд. : учеб. пособие для студентов направлений бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды», 280700 «Техносферная безопасность» и специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» всех форм обучения : самост. учеб. электрон. изд. / О. А. Коньк ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, каф. общей и прикладной экологии. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000523.pdf>. — Загл. с экрана (дата обращения: 10.03.2015).

29. *Цыгарова, М. В.* Возможные пути переработки отходов деревообрабатывающего предприятия [Электронный ресурс] / М. В. Цыгарова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф., 16—17 октября 2014 года, Россия, Воронеж 2014 г. — № 4, ч. 3 (9—3). — С. 122—127. — Режим доступа: <http://www.conf.vglta.vrn.ru/conference/arkhiv/anni-4-3-2014/index.php>. — Загл. с экрана (дата обращения: 13.04.2015).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ И ПРАКТИКИ ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

1. Технические характеристики твердого биотоплива

В последние годы в качестве твердого биотоплива для получения биоэнергии используют древесную, растительную, плодовую биомассу, а также различные древесные и растительные отходы (рис. П1.1) (ГОСТ Р 54220-2010 [1]).

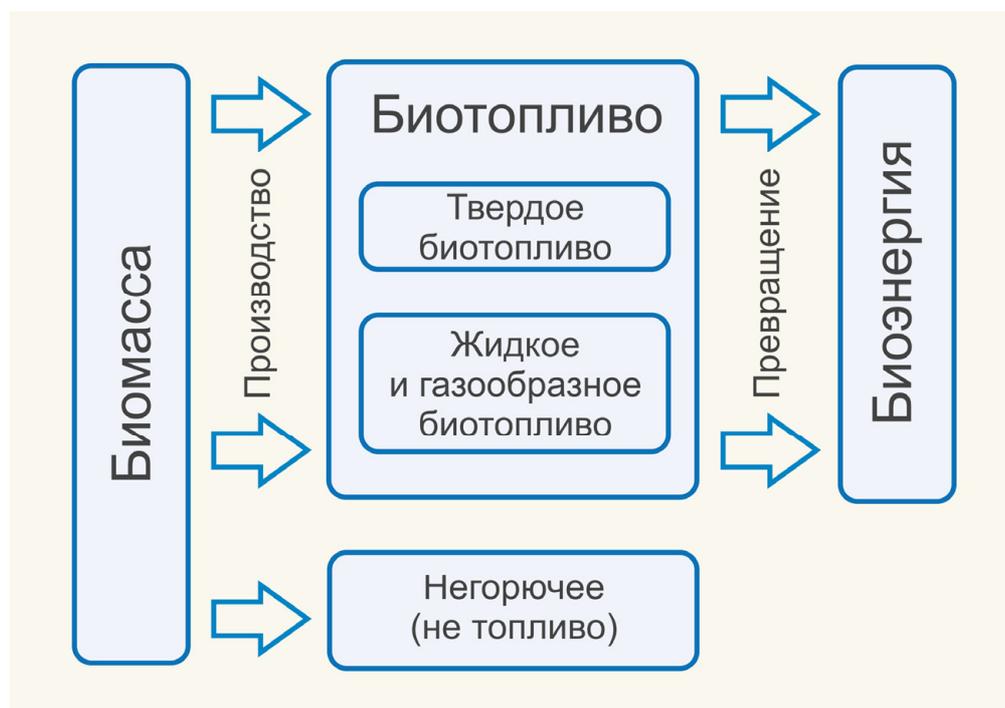


Рис. П1.1. Использование биомассы для получения биоэнергии

ГОСТ Р 54220-2010 предусматривает **классификацию твердого биотоплива** по происхождению и источникам получения, основным торговым формам и свойствам. Твердое биотопливо в зависимости от происхождения делят на четыре группы (рис. П1.2). Для нашего региона наиболее интересна первая группа — древесная биомасса.

Древесная биомасса включает четыре категории потенциального биотоплива, это:

- 1) лесные деревья и насаждения;
- 2) побочные продукты и отходы лесоперерабатывающей промышленности;
- 3) использованная древесина;
- 4) биотопливные смеси и смешанное биотопливо.

К *первой категории* относят лесные деревья и насаждения, которые были подвергнуты обработке, уменьшению размера, окорке, сушке или смачиванию. К лесным деревьям и насаждениям относят древесину из парков, плантаций и лесов с коротким периодом выращивания.

Ко второй категории относят побочные продукты и древесные отходы лесоперерабатывающей промышленности. Такое биотопливо может быть химически не обработанным (например, отходы от окорки, распиловки или уменьшения размера, фасонирования, прессования) или химически обработанным, если оно не содержит тяжелые металлы и галогенированные органические соединения, попадающие в состав древесины в результате ее обработки или покраски.



Рис. П1.2. Классификация твердого биотоплива в зависимости от происхождения

Третья категория включает ранее использованную древесину или мебель, которые выполнили свое предназначение. В отношении обработки применяются те же критерии, что и для «лесоперерабатывающей промышленности, побочных продуктов и отходов», т. е. используемая древесина не должна содержать тяжелые металлы и галогенированные органические соединения, попадающие в состав древесины в результате ее обработки или покраски.

Четвертая категория включает древесные биотопливные смеси и древесное смешанное биотопливо с преднамеренным и непреднамеренным смешиванием.

Товарное твердое биотопливо имеет множество различных размеров и форм, которые влияют на его подготовку к сжиганию, а также на свойства горения. Торговые формы биотоплива, его размеры и методы подготовки приведены в табл. П1.1 [1].

Табл. П1.1. Торговые формы твердого биотоплива

Торговая форма	Общие производственные процессы	Типичный размер
Полное дерево	Необработанное дерево, включая ветки и корневую систему	> 500 мм
Кругляк, поленья/дрова	Резка острыми инструментами	100...1 000 мм
Щепа	Резка острыми инструментами	5...100 мм
Дробленое топливо	Дробление тупыми инструментами	Различный
Кора	Остатки коры после окорки могут быть измельчены или нет	Различный
Пачки	Продольная укладка и связывание	Различный
Пыль, мука	Помол	< 1 мм
Опилки	Резка острыми инструментами	1...5 мм
Стружка	Строгание острыми инструментами	1...30 мм
Брикеты	Механическое сжатие (пресс)	Диаметр \geq 25 мм
Пеллеты	Механическое сжатие (пресс)	Диаметр < 25 мм
Кипы: – малые прямоугольные; – большие прямоугольные; – круглые (рулоны)	Сжатие (прессование) и связывание кубами	0,1 м ³ 3,7 м ³ 2,1 м ³

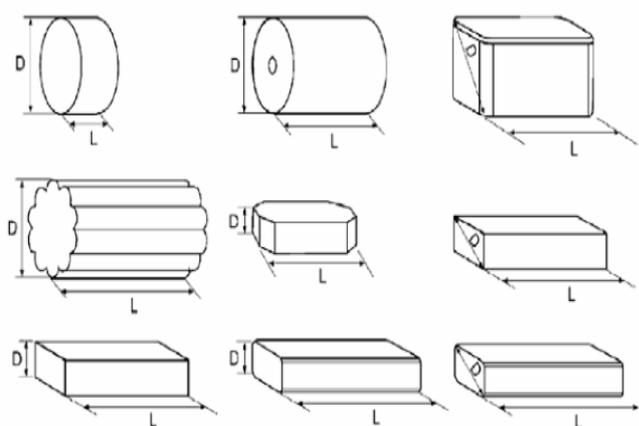
Нормативные документы, в которых прописаны методики определения технических характеристик и свойств биотоплива, приведены в табл. П1.2.

Табл. П1.2. Нормативные документы для определения технических характеристик биотоплива

Параметр	Нормативный документ
Происхождение и источник	ГОСТ Р 54220
Торговая форма	ГОСТ Р 54220
Общая влага, W_t , и аналитическая влага, W_a	ГОСТ Р 54186 ГОСТ Р 54192 ГОСТ Р 54211
Зольность, А	ГОСТ Р 54185
Выход летучих веществ	ГОСТ Р 54184
Гранулометрический состав, Р	ГОСТ Р 54188 ГОСТ Р 54189 ГОСТ Р 54190
Насыпная плотность, ВD	ГОСТ Р 54191
Содержание углерода (С), водорода (Н) и азота (N)	ГОСТ Р 54216
Содержание серы (S) и хлора (Cl)	ГОСТ Р 54215
Содержание макроэлементов (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, Ti)	ГОСТ Р 54213
Содержание макроэлементов (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Te, V, Zn)	ГОСТ Р 54214

Технические характеристики брикетов приведены в табл. П1.3 [1].

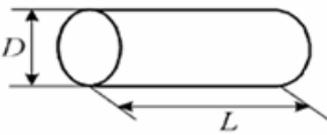
Табл. П1.3. Технические характеристики брикетов

Происхождение	Древесная биомасса Травяная биомасса Плодовая биомасса Биотопливные смеси и смешанное биотопливо	
Торговая форма	Брикеты	
Размеры, мм	Диаметр или эквивалент (диагональ или продольный размер), мм	
 <p>Примеры брикетов</p>	D40	$25 \leq D \leq 40$
	D50	≤ 50
	D60	≤ 60
	D80	≤ 80
	D100	≤ 100
	D125	≤ 125
	D125+	> 125
	Длина, L, мм	
	L50	≤ 50
	L100	≤ 100
L200	≤ 200	
L300	≤ 300	
L400	≤ 400	
L400+	> 400	
Массовая доля влаги, W, %	W10	≤ 10
	W15	≤ 15
Зольность, A, % (на сухое состояние)	A0.5	$\leq 0,5$
	A0.7	$\leq 0,7$
	A1.0	$\leq 1,0$
	A1.5	$\leq 1,5$
	A2.0	$\leq 2,0$
	A3.0	$\leq 3,0$
	A5.0	$\leq 5,0$
	A7.0	$\leq 7,0$
	A10.0	$\leq 10,0$
	A10.0+	$> 10,0$
Плотность частиц, DE, кг/см ³	DE0.8	$\geq 0,8$
	DE0.9	$\geq 0,9$
	DE1.0	$\geq 1,0$
	DE1.1	$\geq 1,1$
	DE1.2	$\geq 1,2$
	DE1.2+	$> 1,2$
Добавки, % (спрессованная масса)	Должны быть указаны состав и количество добавок. Максимальное количество добавок должно быть не более 20 % от массы материала. Иначе сырье, из которого изготовлены брикеты, считают смесью.	

Теплота сгорания, Q , МДж/кг	Указывают минимальное значение.	
Удельная энергоемкость, E , кВт · ч/кг		
Механическая прочность, DU, %	DU95.0	$\geq 95,0$
	DU90.0	$\geq 90,0$
	DU90.0–	$< 90,0$
Азот, N, % (на сухое состояние)	N0.3	$\leq 0,3$
	N0.5	$\leq 0,5$
	N1.0	$\leq 1,0$
	N2.0	$\leq 2,0$
	N3.0	$\leq 3,0$
	N3.0+	$> 3,0$
Сера, S, % (на сухое состояние)	S0.02	$\leq 0,02$
	S0.05	$\leq 0,05$
	S0.08	$\leq 0,08$
	S0.10	$\leq 0,10$
	S0.20	$\leq 0,20$
	S0.20+	$> 0,20$
Хлор, Cl, % (на сухое состояние)	Cl0.02	$\leq 0,02$
	Cl0.03	$\leq 0,03$
	Cl0.07	$\leq 0,07$
	Cl0.10	$\leq 0,10$
	Cl0.10+	$> 0,10$

Технические характеристики пеллет приведены в табл. П1.4 [1].

Табл. П1.4. Технические характеристики пеллет

Происхождение	Древесная биомасса Травяная биомасса Плодовая биомасса Биотопливные смеси и смешанное биотопливо	
Торговая форма	Пеллеты	
Размеры, мм	Диаметр, D , мм	
	D06	$6 \pm 1,0$
	D08	$8 \pm 1,0$
	D10	$10 \pm 1,0$
	D12	$12 \pm 1,0$
	D25	$25 \pm 1,0$
	Длина, L , мм	
	D06	$3,15 \leq L \leq 40$
	D08	$3,15 \leq L \leq 40$
	D10	$3,15 \leq L \leq 40$
	D12	$3,15 \leq L \leq 50$
	D25	$10,0 \leq L \leq 50$
Массовая доля влаги, W , %	W10	≤ 10
	W15	≤ 15

Зольность, А, % (на сухое состояние)	A0.5	≤ 0,5
	A0.7	≤ 0,7
	A1.0	≤ 1,0
	A1.5	≤ 1,5
	A2.0	≤ 2,0
	A3.0	≤ 3,0
	A5.0	≤ 5,0
	A7.0	≤ 7,0
	A10.0	≤ 10,0
A10.0+	> 10,0	
Насыпная плотность частиц, ВD, кг/м ³	BD550	≥ 550
	BD600	≥ 600
	BD650	≥ 650
	BD700	≥ 700
	BD700+	> 700
Добавки, % (спрессованная масса)	Должны быть указаны состав и количество добавок. Максимальное количество добавок должно быть не более 20 % от массы материала. Иначе сырье, из которого изготовлены пеллеты, считают смесью.	
Теплота сгорания, Q, МДж/кг Удельная энергоёмкость, E, кВт · ч/кг	Указывают минимальное значение.	
Механическая прочность, DU, %	DU97.5	≥ 97,5
	DU96.5	≥ 96,5
	DU95.0	≥ 95,0
	DU95.0–	< 95,0
Содержание мелкой фракции, F (размер частиц < 3,15 мм), массовая доля, % (после производства, погрузки или упаковки)	F1.0	≤ 1,0
	F2.0	≤ 2,0
	F3.0	≤ 3,0
	F5.0	≤ 5,0
	F5.0+	> 5,0
Азот, N, % (на сухое состояние)	N0.3	≤ 0,3
	N0.5	≤ 0,5
	N1.0	≤ 1,0
	N2.0	≤ 2,0
	N3.0	≤ 3,0
	N3.0+	> 3,0
Сера, S, % (на сухое состояние)	S0.02	≤ 0,02
	S0.05	≤ 0,05
	S0.08	≤ 0,08
	S0.10	≤ 0,10
	S0.20	≤ 0,20
	S0.20+	> 0,20
Хлор, Cl, % (на сухое состояние)	Cl0.02	≤ 0,02
	Cl0.03	≤ 0,03
	Cl0.07	≤ 0,07
	Cl0.10	≤ 0,10
	Cl0.10+	> 0,10

Технические характеристики древесных опилок приведены в табл. П1.5 [1].

Табл. П1.5. Технические характеристики древесных опилок

Происхождение	Древесная биомасса	
Торговая форма	Опилки *	
Массовая доля влаги, W , %	W10	≤ 10
	W15	≤ 15
	W20	≤ 20
	W25	≤ 25
	W30	≤ 30
	W35	≤ 35
	W40	≤ 40
	W45	≤ 45
	W50	≤ 50
	W55	≤ 55
	W60	≤ 60
	W65	≤ 65
	W65+	> 65
Зольность, A , % (на сухое состояние)	A0.5	$\leq 0,5$
	A0.7	$\leq 0,7$
	A1.0	$\leq 1,0$
	A1.5	$\leq 1,5$
	A2.0	$\leq 2,0$
	A3.0	$\leq 3,0$
	A5.0	$\leq 5,0$
	A7.0	$\leq 7,0$
	A10.0	$\leq 10,0$
	A10.0+	$> 10,0$
Насыпная плотность частиц, BD , кг/м ³	BD100	≥ 100
	BD150	≥ 150
	BD250	≥ 250
	BD300	≥ 300
	BD350	≥ 350
	BD350+	> 350
Теплота сгорания, Q , МДж/кг	Указывают минимальное значение.	
Удельная энергоемкость, E , кВт · ч/кг		
Азот, N , % (на сухое состояние)	N0.3	$\leq 0,3$
	N0.5	$\leq 0,5$
	N1.0	$\leq 1,0$
	N2.0	$\leq 2,0$
	N3.0	$\leq 3,0$
	N3.0+	$> 3,0$
Хлор, Cl , % (на сухое состояние)	Cl0.02	$\leq 0,02$
	Cl0.03	$\leq 0,03$
	Cl0.07	$\leq 0,07$
	Cl0.10	$\leq 0,10$
	Cl0.10+	$> 0,10$

* Размер частиц опилок считается одинаковым. При необходимости может быть указан гранулометрический состав.

В ГОСТ Р 54220-2010 также приведены технические характеристики щепы, дробленого топлива, древесной стружки, кругляка, поленьев, коры, кип из соломы, энергетических культур, семян плодов и прочих видов биотоплива. Энергетические характеристики твердого топлива из биомассы представлены в табл. П1.6.

Табл. П1.6. Энергетические характеристики твердого топлива из биомассы

Показатель	Ед. изм.	Хвойная древесина		Лиственная древесина	
		Типичное значение	Типичное отклонение	Типичное значение	Типичное отклонение
Зольность	%	0,3	0,1—1,0	0,3	0,2—1,0
Высшая теплота сгорания, Q_s	МДж/кг	20,5	20,0—20,8	20,1	19,4—20,4
Низшая теплота сгорания, Q_i	МДж/кг	19,1	18,5—19,8	18,9	18,4—19,2

2. Законодательные основы. Основные методы переработки древесных отходов. Перспективы развития биоэнергетики в Республике Коми

На любом промышленном предприятии образуются отходы производства и потребления. Согласно изменениям, введенным федеральным законом № 458 от 29.12.2014 г. в федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (№ 89 от 24.06.1998 г.), предлагается новая формулировка этого одноименного термина. «Отходы производства и потребления — вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению» [15]. В новом Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО-14) [19] отходы лесного хозяйства (лесозаготовительной, деревоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной отраслей промышленности) относятся к первому блоку (рис. П1.3).

Направления государственной политики в области обращения с отходами в России актуализированы по приоритетности федеральным законом № 458 в следующей последовательности:

- максимальное использование исходных сырья и материалов;
- предотвращение образования отходов;
- сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования;
- обработка отходов;
- утилизация отходов;
- обезвреживание отходов.

Отходы, получаемые в процессе обработки древесины (опилки, стружка, обрезки фанеры, щепы, кора, куски дерева и ветки), в большинстве случаев не используются и отрицательно влияют на окружающую среду. Для их переработки разработаны технологии, объединяющие различные приемы гранулирования и брикетирования [9]. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Порядок кодирования сведений одного из видов отходов деревоперерабатывающей отрасли экономики показан на рис. П1.4.

Блоки в ФККО-14



1. Отходы сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства.
2. Отходы добычи полезных ископаемых.
3. Отходы обрабатывающей промышленности.
4. Отходы потребления производственные и непроизводственные; материалы, изделия, утратившие потребительские свойства, не вошедшие в блоки 1–3 и 6–9.
5. Резервный.
6. Отходы обеспечения электроэнергией, газом и паром.
7. Отходы при водоснабжении, водоотведении, деятельности по сбору и обработке отходов.
8. Отходы строительства и ремонта.
9. Отходы при выполнении прочих видов деятельности, не вошедшие в блоки 1–3, 6–8.

Рис. П1.3. Размещение отходов в федеральном классификационном каталоге ФККО-14 по блокам

Пример кодирования сведений о виде отходов «Обрезь фанеры, содержащей связующие смолы в количестве от 0,2 до 2,5 %»

100 000 00 00 0 – отходы органического природного происхождения (животного и растительного)
170 000 00 00 0 – древесные отходы
171 000 00 00 0 – отходы обработки и переработки древесины
171 200 00 00 0 – древесные отходы с пропиткой и покрытиями, не загрязненные опасными веществами
171 201 00 01 0 – отходы обработки фанеры, изделия из фанеры, потерявшие свои потребительские свойства, содержащие связующие смолы в количестве от 0,2 до 2,5 % включительно
171 201 01 01 4 – обрезь фанеры, содержащей связующие смолы в количестве от 0,2 до 2,5 % включительно

Рис. П1.4. Кодирование сведений одного из видов отходов деревоперерабатывающего предприятия

Методы *гранулирования* охватывают большую группу процессов формирования агрегатов обычно шарообразной или цилиндрической формы из порошков, паст, расплавов или растворов перерабатываемых материалов. Эти процессы основаны на различных приемах обработки материалов.

Гранулирование порошкообразных материалов окатыванием наиболее часто проводят в ротационных (барабанных, тарельчатых, центробежных, лопастных) и вибрационных грануляторах различных конструкций. Производительность этих аппаратов и характеристики получаемых гранулятов зависят от свойств исходных материалов, а также от технологических параметров (расхода порошков и связующих, соотношения затравки и порошка, температурного режима) и конструктивных факторов (геометрических размеров аппаратов, режима их работы: частоты вращения, коэффициента заполнения, угла наклона).

Получившие большое распространение на практике **барабанные грануляторы** (рис. П1.5) часто снабжают различными устройствами для интенсификации процессов, предотвращения адгезии липких порошков на рабочих поверхностях, сортировки гранул по размерам. Они характеризуются большой производительностью (до 70 т/ч, иногда выше), относительной простотой конструкции, надежностью в работе, сравнительно невысокими удельными энергозатратами.



Рис. П1.5. Барабанный гранулятор для грануляции отходов

Однако барабанные грануляторы не обеспечивают возможности получения гранулята узкого фракционного состава, контроля и управления соответствующими процессами. Для получения гранулята, близкого по составу к монодис-

персному, используют тарельчатые (дисковые) грануляторы окатывания, обеспечивающие возможность достаточно легкого управления процессом.

Существует много конструкций **тарельчатых грануляторов** (рис. П1.6), различающихся размерами, наличием или отсутствием, а также формой и расположением отдельных конструктивных элементов. Обычно применяют тарели (чашки, диски) диаметром 1—6 м, с высотой борта до 0,6 м.



Рис. П1.6. Тарельчатые грануляторы

Связь производительности гранулятора, Q , т/ч, с диаметром D тарели, м, в общем виде выражается зависимостью:

$$Q = K \cdot D^2,$$

где K — коэффициент грануляции, значение которого может быть найдено в специальной литературе (для летучей золы, например, $K = 0,4—0,55$).

Тарельчатые грануляторы экономичнее барабанных, они более компактны и требуют меньших капитальных вложений. Их недостатками являются высокая чувствительность к содержанию жидкой фазы в обрабатываемом материале и, как следствие, узкие пределы рабочих режимов. На практике используют грануляторы производительностью до 125 т/ч.

Гранулирование порошков прессованием характеризуется промежуточной стадией упругопластического сжатия (пластикации) их частиц, происходящего под действием давления и нагрева (иногда при перемешивании) с образованием коагуляционной структуры, способной к быстрому переходу в кристаллизационную. Прессовое гранулирование проводят в таблеточных (рис. П1.7) и валковых машинах различной конструкции, червячных и ленточных прессах, дисковых экструдерах и некоторых других механизмах с получением агломератов различной формы и размеров.



Рис. П1.7. Роторные таблеточные прессы

Валковые (вальцовые) грануляторы снабжают прессующими элементами с рабочей поверхностью различного профиля, что позволяет получать спрессованный материал в виде отдельных кусков (обычно с поперечником до 30 мм), прутков, плиток, полос. Эти механизмы часто совмещают с дробилками (обычно также валкового типа), обеспечивающими получение из спрессованных полупродуктов гранул заданных размеров. Производительность валковых грануляторов различна, обычно в пределах 5—100 т/ч.

Методы **брикетирования** находят широкое применение в практике утилизации твердых отходов в качестве подготовительных (с целью придания отходам компактности, обеспечивающей лучшие условия транспортирования, хранения, а часто и саму возможность переработки) и самостоятельных (изготовление товарных продуктов) операций.

Брикетирование дисперсных материалов проводят без связующего при давлениях прессования, превышающих 80 МПа, и с добавками связующих при давлениях, обычно ограниченных 15—25 МПа. На процесс брикетирования дисперсных материалов существенное влияние оказывают состав, влажность и крупность материала, температура, удельное давление и продолжительность прессования. Перед брикетированием материал обычно подвергают грохочению (классификации), дроблению (при необходимости), сушке, охлаждению и другим подготовительным операциям. В практике брикетирования твердых отходов используют различные прессовые механизмы (рис. П1.8). При брикетировании дисперсных материалов наибольшее распространение получили штемпельные (давление прессования 100—200 МПа), вальцовые и кольцевые (≈ 200 МПа) прессы различных конструкций.



Рис. П1.8. Пресс штемпельный для брикетирования древесных отходов (слева) и продукция брикетирования (справа)

Производительность штемпельного пресса, Q , т/ч, определяют по формуле

$$Q = 60 \cdot F \cdot b \cdot \delta \cdot m \cdot n \cdot 10^{-6},$$

где F — площадь прессующей поверхности, см^2 ; b — толщина брикета, см ; δ — плотность брикета, г/см^3 ; m — число штемпелей; n — число ходов штемпеля в минуту.

Производительность вальцевого пресса, Q , т/ч, равна

$$Q = 6 \cdot 10^{-5} g \cdot m \cdot n_{\text{в}},$$

где g — масса брикета, г ; m — число ячеек на бандаже; $n_{\text{в}}$ — число оборотов вальцов в минуту.

По данным Министерства развития промышленности и транспорта Республики Коми [<http://biotoprk.ru/aboutbioenergy/biofuelkomi>], масса ежегодно образуемых древесных отходов в муниципальных районах региона составляет 600—1 500 тыс. т (рис. П1.9).

Для эффективного использования имеющихся лесных ресурсов Правительством Республики Коми развивается важный сектор экономики — биоэнергетика. Сырьевой базой этого сектора будут брикеты и пеллеты, производимые различными предприятиями на базе древесных отходов (рис. П1.10). Это позволит:

- улучшить экологическую ситуацию;
- повысить надежность предоставления коммунальных услуг;
- снизить затраты, в т. ч. бюджетные, на коммунальные услуги;
- создать новые рабочие места в секторе производства и использования биотоплива;
- увеличить экономическую эффективность функционирования лесоперерабатывающих и лесозаготовительных производств;
- повысить экономическую привлекательность лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода).

**Масса образуемых древесных отходов в Республике Коми – 500-600 тыс. т/год (официальная статистика).
Экспертная оценка – не менее 1,5 млн. т/год**

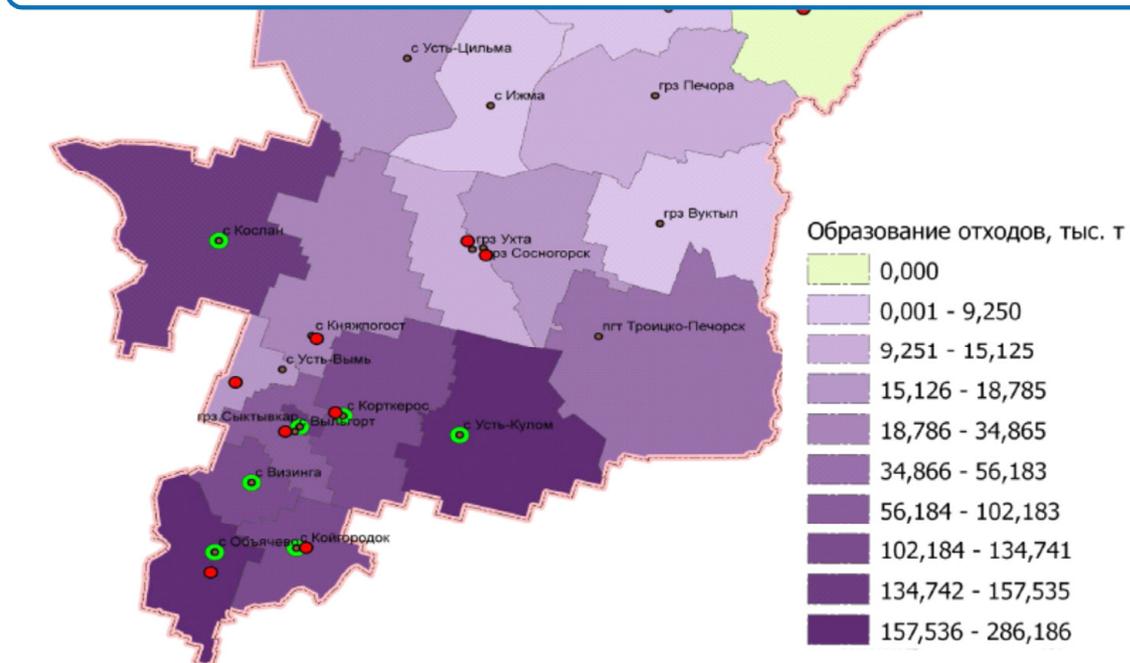


Рис. П1.9. Образование древесных отходов в муниципальных районах Республики Коми



Рис. П1.10. Основные направления утилизации древесных отходов в Республике Коми

На 1-м этапе реализации плана развития биоэнергетики (2013—2016 гг.) предусматривается решить следующие задачи:

- полное использование древесных отходов лесопереработки для целей биоэнергетики;
- частичную замену угля на коммунальных котельных на топливные брикеты;
- реализацию пилотных проектов по реконструкции коммунальных котельных с их переводом на биотопливо;
- монтаж автоматического и полуавтоматического теплогенерирующего оборудования на биотопливе для теплоснабжения социальных объектов взамен электроотопления или устаревшего оборудования.

На 2-м этапе (2016—2020 гг.) предполагается решить еще ряд задач:

- использование для целей биоэнергетики лесосечных отходов, отходов лесохозяйственных мероприятий, низкосортной древесины;
- начало системной реализации проектов по реконструкции коммунальных котельных с их переводом на биотопливо;
- создание системы обеспечения частного сектора биотопливом.

Ожидаемые результаты к 2017 г.:

- объем древесных отходов, используемых для производства биотоплива, — **240 тыс. т в год**;
- производство топливных брикетов и гранул — **90 тыс. т в год**;
- суммарная введенная мощность по производству тепловой энергии из древесных отходов — **32 МВт**;
- суммарная введенная мощность по производству электроэнергии из древесных отходов — **24 МВт**;
- использование топливных брикетов в коммунальных котельных — **40 тыс. т в год**;
- объемы продаж топливных брикетов и гранул на рынке Республики Коми — **50 тыс. т в год**.

3. Технологические схемы и оборудование для получения пеллет и брикетов из древесных отходов

Изготовление топливных пеллет из древесных отходов — типовой технологический процесс, позволяющий получить экологически чистое топливо из возобновляемого источника. Для изготовления пеллет можно использовать стружки и опилки, допускается наличие (в небольшом количестве) брусков, которые могут использоваться без дополнительной обработки. Также может использоваться мелкая щепа.

Помимо опилок и щепы для производства пеллет можно использовать горбыль. Он в обязательном порядке требует измельчения, которое происходит на отдельном участке с использованием рубительной и стружечной машин (рис. П1.11, П1.12). Рубительная машина дробит крупные отходы на мелкие части, которые измельчаются стружечной машиной до требуемых размеров. Готовая фракция по транспортеру подается в накопительный бункер сушильной камеры.

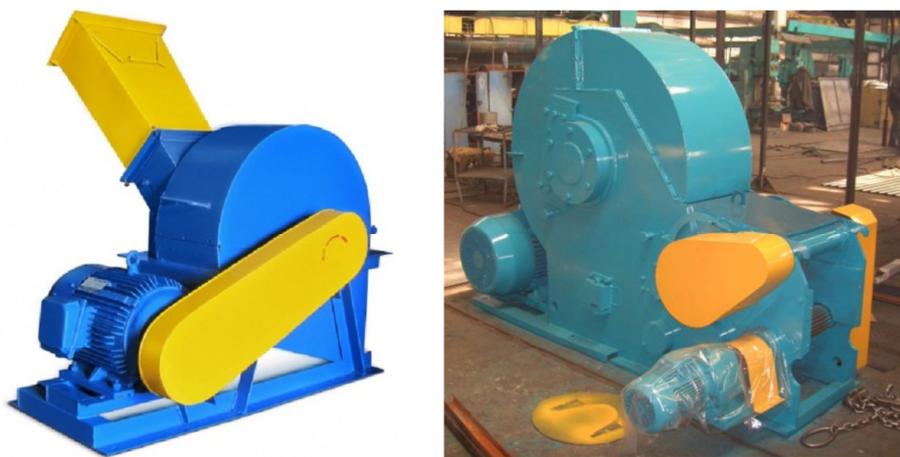


Рис. П1.11. Рубительная машина древесных отходов РБ «Магистраль» (слева) и стружечная машина ДСМ (справа)



Рис. П1.12. Рубительная машина древесных отходов RM-360

Для того чтобы влажность уменьшалась равномерно, используется сушильная камера (ленточного типа). После бункера-накопителя сырье поступает в дозатор и равномерно распределяется по конвейерной сетке. На выходе из сушилки влажность сырья составляет 14—16 %. Следует отметить, что при поступлении в сушилку влажность материала не должна превышать 45 %. Если данный параметр не соблюдается, то сырье на выходе не будет соответствовать требуемым параметрам. При излишней влажности сырье должно быть предварительно подвергнуто естественной сушке. Упрощенный вариант технологической схемы производства пеллет показан на рис. П1.13.

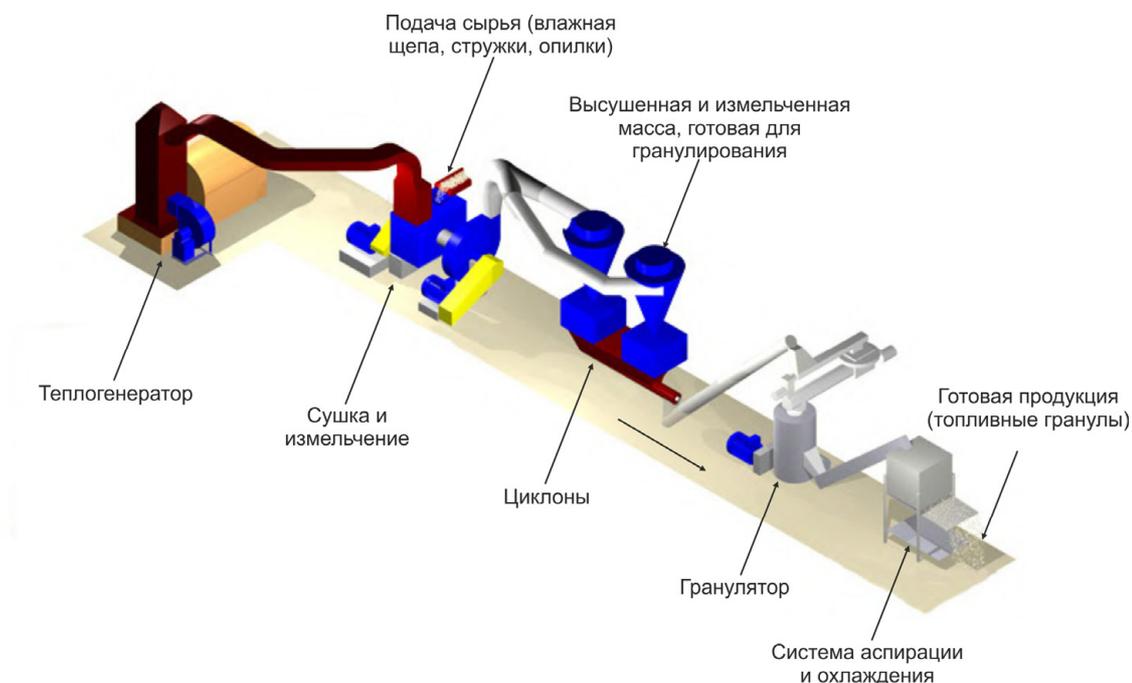


Рис. П1.13. Упрощенный вариант технологической схемы производства пеллет

Типичное оборудование для небольшого производства состоит из роторной дробилки, пресс-гранулятора, охладителя гранул, аппарата для дозирования и фасовки (рис. П1.14).

Оборудование для измельчения



Производительность роторной дробилки от 800 до 1000 кг в час

Дробилка роторная

Оборудование для охлаждения



Производительность охладителя гранул от 1 до 6 т в час

Охладитель гранул

Оборудование для прессования



Производительность пресс-гранулятора от 1 до 1,5 т в час

Пресс-гранулятор

Оборудование для дозирования и фасовки



Дозирование и фасовка

Рис. П1.14. Основное оборудование для небольшого предприятия по производству пеллет

Промышленный вариант производства топливных гранул показан на рис. П1.15.

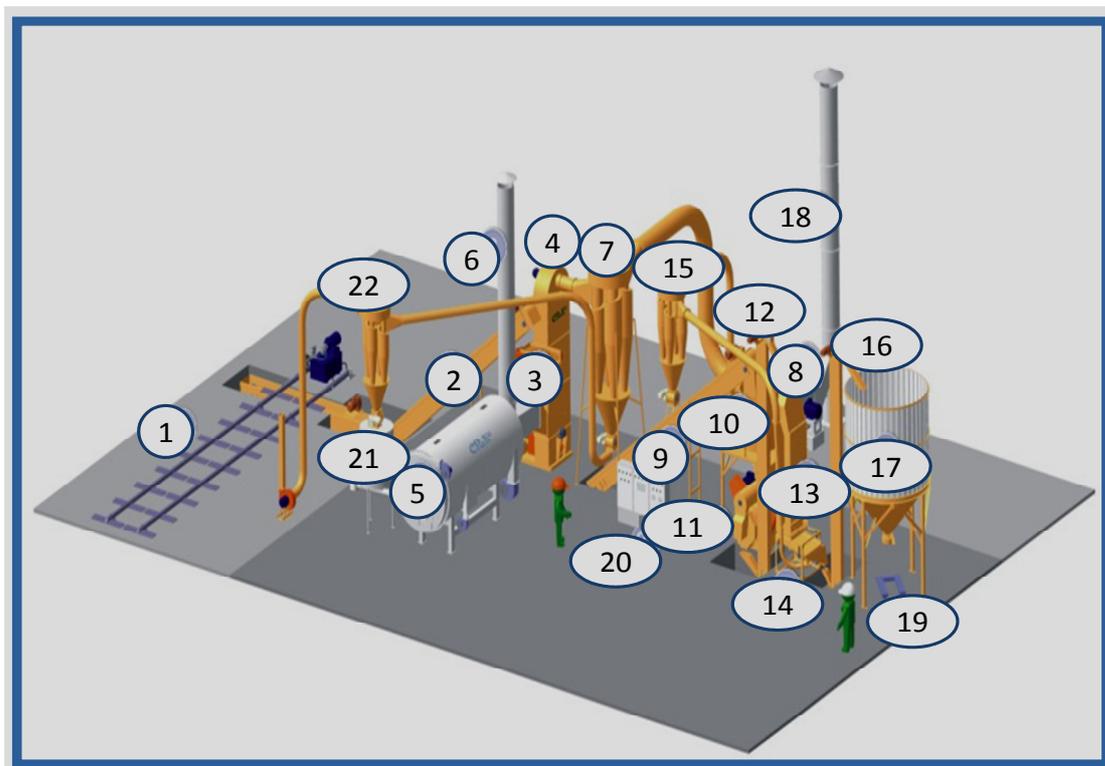


Рис. П1.15. Технологическая схема производства топливных гранул:

- 1 — механизированный склад; 2 — транспортер; 3 — сепаратор; 4 — агрегат сушки-измельчения (сушильная камера); 5 — теплогенератор; 6 — аварийно-растопочная труба; 7 — осадочный циклон; 8 — осадочный циклон; 9 — цепной транспортер; 10 — бункер гранулятора; 11 — пресс-гранулятор; 12 — нория; 13 — охлаждающая колонка; 14 — сортировщик; 15 — вентилятор циклона; 16 — выгрузная горловина; 17 — бункер готовой продукции; 18 — дымовая труба; 19 — электронные весы; 20 — пульт управления; 21 — бункера топлива; 22 — система пневмотранспорта

Сушильная камера работает на топочном газе, производимом теплогенератором. В его состав входит бункер-накопитель, рыхлитель и дозатор. Устройство обеспечивает подачу сырья в топку при помощи шнекового конвейера. Для работы теплогенератора используются измельченная щепа и опилки из сушильной камеры, что снижает расходы на топливо и позволяет обеспечить стабильность эксплуатации теплогенератора.

Горячие газы из котла подаются по дымовой трубе в смешительную камеру, смешиваясь по дороге с потоком внешнего воздуха, что охлаждает их до требуемых параметров (150—190 °С). Далее газы подаются в распределительную камеру, а затем в сушильную. Проходя сквозь влажное сырье, сухие горячие газы впитывают влагу и выбрасываются в атмосферу вытяжным вентилятором.

Перед сушильной камерой устанавливаются искрогаситель и аварийная заслонка, предотвращающие попадание случайных искр и обеспечивающие по-

жарную безопасность. Также теплогенератор имеет дымосос и боров с прикрепленной к нему вытяжной трубой диаметром 650 мм, предназначенной для отвода газов в атмосферу и розжига теплогенератора. После сушильной камеры подготовленное сырье поступает в приемно-подающее устройство и перемещается на молотковую дробилку, где доводится до требуемых размеров. После дробления часть сырья поступает в котел теплогенератора, а основная масса используется для изготовления пеллет. Для этого сырье поступает по конвейеру в бункер-гранулятор, затем в дозатор гранулятора, в котором разрыхляется и определенными дозами подается в камеру смешения. Парогенератор, являющийся составной частью производственной линии, гомогенизирует и пропаривает сырье в камере большого объема. Пар размягчает сырье и улучшает процесс гранулирования, а также уменьшает износ роликов и матрицы. Экономически обосновано уменьшать объем подаваемого пара до необходимого минимума, так как производство пара — энергоемкий процесс.

Пресс-гранулятор работает по принципу роликового прессования и продавлиывает сырье в фильеры вращающейся матрицы. На выходе из матрицы сырье обрезается специальными ножами, которые выставляются в зависимости от необходимой длины пеллет. Диаметр пеллет обычно равен 8 мм и зависит от исходных отверстий, расположенных в матрице гранулятора. При выборе диаметра пеллет следует обратить внимание, что маленький диаметр снизит производительность, и наоборот.

На качество пеллет из древесины оказывают влияние следующие факторы:

- состояние исходного сырья. Не должно быть сильного загрязнения, коры, гнили, высокой влажности и т. д.;
- строгое соблюдение технологического процесса.

Гранулировочная линия позволяет изготавливать топливные пеллеты высочайшего качества, имеющие натуральный древесный запах и оттенок за счет оптимального подбора технологических решений и применения оборудования с необходимыми характеристиками. По окончании процесса гранулирования изготовленные пеллеты и остатки несформировавшегося сырья вместе с пылевидными отходами проходят через специальный заборник системы, очищающей пеллеты, и поступают в охладитель. Гранулы очищаются в аспирационной системе, где некондиционные гранулы отсортировываются и отправляются на повторную грануляцию. В ходе процесса прессования пеллеты нагреваются до высокой температуры, что существенно уменьшает их прочность. Для получения требуемой твердости и прочности пеллеты следует охладить при помощи проточного воздуха. Охлажденные готовые пеллеты подаются дозатором на выгрузку. Пеллеты упаковываются в зависимости от требования покупателя — в мешки на 10—25 кг или в контейнеры повышенной емкости, так называемые биг-бэги, имеющие объем 500—650 кг. Процесс упаковки контролируется весами, связанными с дозатором установки охлаждения.

Для получения качественных пеллет с заданными параметрами применяется система управления, осуществляющая запуск-остановку, регулировку и настрой-

ку оборудования и гарантирующая защиту электродвигателей от перегрузки. Весовой анализатор контролирует влажность входящего сырья, подготовленного сырья для производства пеллет и готовые гранулы. Для оптимизации процесса производства используются различного типа конвейеры. Внешний вид оборудования для производства топливных гранул показан на рис. П1.16.



Рис. П1.16. Оборудование для производства топливных гранул

Теплота сгорания пеллет составляет 17,5 МДж/кг. Установлено, что 100 кг пеллет могут заменить 100 кг каменного угля, или 48 л газа, или 70 л мазута (рис. П1.17).

Кроме гранулирования, для утилизации древесных отходов можно использовать брикетирование. **Брикетирование** — процесс прессования мелко измельченных отходов древесины под высоким давлением без использования связующих.

Брикеты, в отличие от пеллет, обладают рядом достоинств:

- высокой теплоемкостью получаемого топлива;
- минимальным количеством золы (которая в дальнейшем используется как удобрение);
- экологической чистотой при хранении и сгорании;
- возможностью использования в котлах большинства типов — для отопления пассажирских вагонов, в домашних печах и каминах, а также в заводских котельных и ТЭЦ;
- экономией пространства при хранении (уменьшением первоначального объема в 6—8 раз).



Теплота сгорания = 17,5 МДж/кг



Рис. П1.17. Энергетические характеристики различных видов топлива

В настоящее время выпускают линии брикетирования производительностью 200; 400; 600; 800; 1 000 кг/ч готовой продукции.

Основные участки линии брикетирования:

- участок измельчения древесных отходов — для доведения сырья до требуемых размеров;
- участок сушки — для понижения влажности сырья до требуемой для брикетирования величины;
- участок брикетирования — для прессования брикет.

Технической основой брикетирования являются гидравлические прессы типа Brik 200 и Brik 400, не требующие больших площадей для установки, простые в обслуживании, монтаже и ремонте, обладающие низкими энергопотреблением и минимальными эксплуатационными затратами. Линии производительностью 1 000 кг комплектуются двумя прессами Brik 400 и одним прессом Brik 200. Возможно использование прессов других моделей при уменьшении производительности линии до 200—600 кг/ч — прессы Brik MB-60 и Brik150 (рис. П1.18).

Для придания сырью соответствующей влажности используется сушилка барабанного типа BUS2. В качестве теплогенератора может быть использован тепловой котел на древесном сырье (дрова, опилки, брикеты), котел газовый или универсальный. Контроль и управление процессом брикетирования производятся с помощью пульта контроля и управления. Для транспортировки сырья используются ленточные и шнековые транспортеры. Транспортировка готовых брикетов к месту упаковки осуществляется по пневматической трубной системе. В зависимости от условий производства и требований состав линии брикетирования может быть дополнен вибраторным сортировщиком, приемным

шнеком, бункерами-накопителями сырого и высушенного материала, упаковочной линией.

Линия брикетирования древесных отходов показана на рис. П1.19.



Рис. П1.18. Прессы Brik MB-60 (слева) и Brik150 (справа)

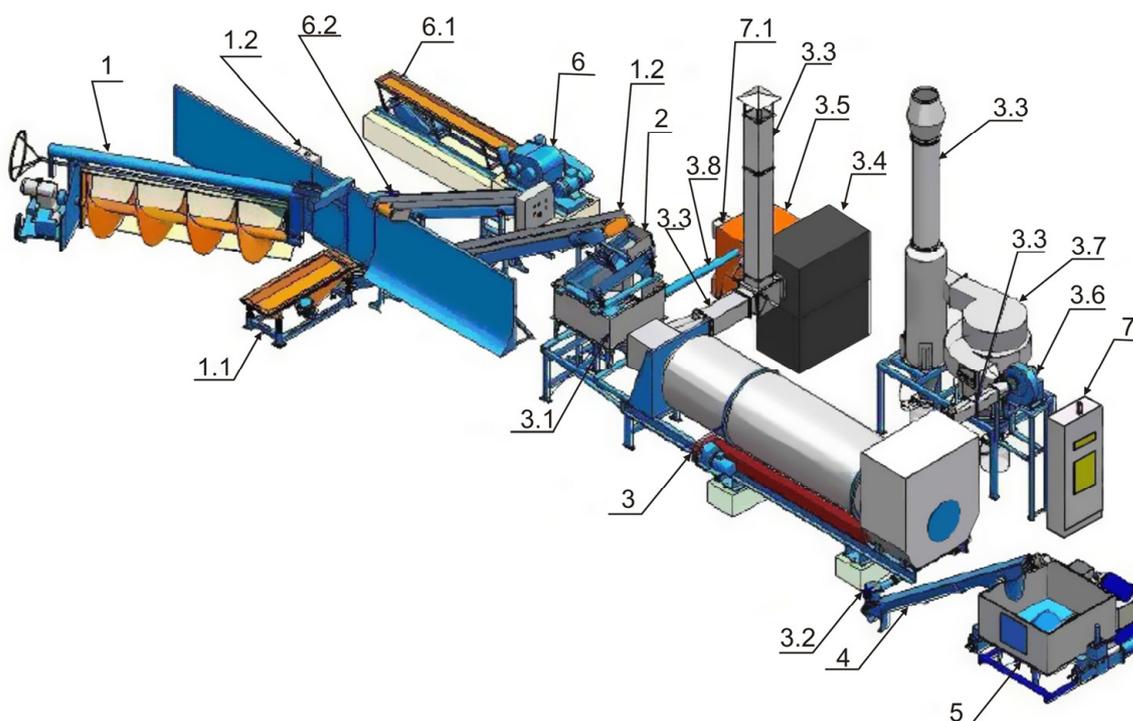


Рис. П1.19. Линия брикетирования древесных отходов:

- 1 — загрузочный шнек; 1.1 — вибрационный конвейер; 1.2 — ленточный конвейер;
 2 — вибраторный сортировщик; 3 — сушильный барабан; 3.1 — контейнер для сырья;
 3.2 — разгрузочный шнек; 3.3 — воздушная труба; 3.4 — тепловой котел; 3.5 —
 контейнер для топлива; 3.6 — вентилятор; 3.7 — циклон; 3.8 — конвейер подачи топлива;
 4 — шнековый конвейер; 5 — пресс; 6 — измельчитель ножевой; 6.1 — вибрационный
 конвейер; 6.2 — ленточный конвейер; 7 — шкаф контроля и управления;
 7.1 — шкаф управления теплового котла

В табл. П1.7 представлена спецификация линии для производства брикетов из опилок.

Табл. П1.7. Спецификация линии брикетирования опилок

Наименование оборудования	Назначение оборудования
Измельчитель отходов	Для измельчения древесных отходов: щепы, коры, обрезков размерами 120 × 400 × 4 000 мм до максимальной величины 15 мм
Приемочный шнек	Для дозирования древесных отходов
Ленточный транспортер (2 шт.)	Для транспортировки отходов к котлу, измельчителю и сортировщику
Ротационный сортировщик опилок	Для сортировки древесных отходов по размерам. Отходы разделяются на две группы — для брикетирования и сжигания
Котел для сжигания древесных отходов	Для сжигания опилок, щепы, коры и других древесных отходов
Тепловоздушная приставка котла	Для подготовки сухого воздуха
Бункер-накопитель сырых опилок	Для накопления и дозирования сырых опилок
Барабанная сушилка	Для сушки сырых опилок влажностью 45—50 % до требуемой влажности 15 %
Циклон с вентилятором	Для очистки сушильного барабана и удаления древесных опилок (щепы)
Шнековый транспортер	Для транспортировки сухого материала
Бункер-накопитель сухих опилок	Для накопления и дозирования сухих опилок
Гидравлический пресс Brik-400	Для быстрого формирования брикетов из древесных отходов
Контрольно-управляющий пульт	Для контроля и регулирования основных параметров сушки и брикетирования

Требования к производственному помещению: производственная площадь 280 м², привод электроэнергии 150 кВт, 3 × 380/220 В, 50 Гц.

Этапы технологического процесса следующие.

1. Сырые опилки и предварительно измельченные древесные отходы складываются насыпью под крышей.

2. С приемного шнека и ленточного транспортера сырой материал поступает в ротационный сортировщик, а затем в приемочный бункер барабанной сушилки.

3. Часть материала от сортировщика поступает на приемный транспортер отопительного котла.

4. Поступление материала в сушилку регулируется в зависимости от изначально заданной температуры сушки.

5. Из сушилки сухой материал поступает в бункер брикетирующего пресса.

6. Отпрессованные брикеты по трубопроводу подаются из пресса к участку упаковки, где с помощью упаковочного полуавтомата упаковываются в пакеты по 10—40 кг и с помощью обслуживающего персонала укладываются на поддоны.

Полученные из различного сырья брикеты показаны на рис. П1.20.



Рис. П1.20. Брикеты из различного сырья

Образец паспорта полученной продукции приведен в табл. П1.8.

Табл. П1.8. Паспорт на топливный брикет из древесных опилок (образец)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Содержание	Стандарт
Влажность рабочего топлива	W_p	%	8,6	ГОСТ 27314-91
Влажность аналитической пробы	W_a		8,6	
Зольность сухого топлива	A_c	%	1,9	ГОСТ 11022-95
Зольность рабочего топлива	A_p		1,7	
Сера рабочего топлива	S_p		0,03	
Теплота сгорания аналитической пробы по бомбе	$Q_{аб}$	КДж/кг	19 440	ГОСТ 147-94 (ИСО 1928-76)
		Ккал/кг	4 640	
Теплота сгорания высшая аналитической пробы	$Q_{ва}$	КДж/кг	19 410	ГОСТ 147-94 (ИСО 1928-76)
		Ккал/кг	4 640	
Теплота сгорания высшая рабочего топлива	$Q_{вр}$	КДж/кг	19 410	ГОСТ 147-94 (ИСО 1928-76)
		Ккал/кг	4 640	
Теплота сгорания низшая рабочего топлива	$Q_{нр}$	КДж/кг	18 030	ГОСТ 147-94 (ИСО 1928-76)
		Ккал/кг	4 310	
Калорийный топливный эквивалент	\mathcal{E}_k	—	0,62	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. МАТЕРИАЛЬНЫЕ И ТЕПЛОВЫЕ БАЛАНСЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК, ПЕЛЛЕТ И БРИКЕТОВ

1. Материальный баланс процесса горения опилок влажностью 55 %. Определение объемов воздуха и продуктов сгорания

На рис. П2.1 показан внешний вид древесных опилок.



Рис. П2.1. Внешний вид древесных опилок

Рабочий состав топлива на основе древесных опилок:

$$W^p = 55,0; A^p = 0,5; S^p = 0; C^p = 22,9; H^p = 2,8; N^p = 0,3; O^p = 18,5,$$

где W^p — содержание влаги в рабочем топливе, %; A^p — содержание золы в рабочем топливе, %; S^p — содержание серы в рабочем топливе, %; C^p — содержание углерода в рабочем топливе, %; H^p — содержание водорода в рабочем топливе, %; N^p — содержание азота в рабочем топливе, %; O^p — содержание кислорода в рабочем топливе, %.

Параметры воздуха, подаваемого на поддержание горения:

$$\alpha_v = 1; \theta = 150 \text{ }^\circ\text{C},$$

где α_v — коэффициент избытка воздуха, величина безразмерная; θ — температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

Теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания 1 кг топлива, V^0 , вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} V^0 &= 0,089 \cdot C^p + 0,226 \cdot H^p + 0,033 \cdot (S^p - O^p) = \\ &= 0,089 \cdot 22,9 + 0,226 \cdot 2,8 + 0,033 \cdot (0 - 18,5) = 2,060 \text{ м}^3/\text{кг}. \end{aligned}$$

Действительное необходимое количество воздуха, V_D :

$$V_D = \alpha_B \cdot V^0 = 2,5 \cdot V^0 = 2,5 \cdot 2,060 = 5,150 \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Действительное необходимое количество влажного воздуха, $V_{ВЛ}$, поступающего в топку котла для обеспечения полного сгорания топлива:

$$V_{ВЛ} = V_D \cdot (1 + 0,00161 \cdot d) = 5,150 \cdot (1 + 0,00161 \cdot 10) = 5,233 \text{ м}^3 / \text{кг},$$

где d — влагосодержание воздуха, 8—12 г/кг.

Низшая теплота сгорания 1 кг топлива, Q_H^P , определяется по формуле Менделеева:

$$\begin{aligned} Q_H^P &= 338 \cdot C^P + 1025 \cdot H^P - 108,5 \cdot (O^P - S^P) - 25 \cdot W^P = \\ &= 338 \cdot 22,9 + 1025 \cdot 2,8 - 108,5 \cdot (18,5 - 0) - 25 \cdot 55,0 = 7227,95 \text{ кДж} / \text{кг}. \end{aligned}$$

Высшая теплота сгорания, Q_B^P , определяется по формуле

$$Q_B^P = Q_H^P + 225 \cdot H^P + 25 \cdot W^P = 7227,95 + 225 \cdot 2,8 + 25 \cdot 55,0 = 9232,95 \text{ кДж} / \text{кг}.$$

Теоретические объемы продуктов полного сгорания твердых топлив при $\alpha_B = 1$ определяются по следующим формулам:

– трехатомных газов

$$V_{RO_2}^0 = 0,0187 \cdot (C^P + 0,375 \cdot S^P) = 0,0187 \cdot (22,9 + 0,375 \cdot 0) = 0,428 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– азота

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^P}{100} = 0,79 \cdot 2,060 + 0,8 \cdot \frac{0,3}{100} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– сухих газов

$$V_{CG}^0 = V_{RO_2}^0 + V_{N_2}^0 = 0,428 + 1,63 = 2,058 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– водяных паров

$$\begin{aligned} V_{H_2O}^0 &= 0,111 \cdot H^P + 0,0124 \cdot W^P + 0,0161 \cdot V^0 = \\ &= 0,111 \cdot 2,8 + 0,0124 \cdot 55,0 + 0,0161 \cdot 2,060 = 1,026 \text{ м}^3 / \text{кг}. \end{aligned}$$

Полный объем газообразных продуктов сгорания 1 кг топлива, V_G^0 , при $\alpha_B = 1$:

$$V_G^0 = V_{CG}^0 + V_{H_2O}^0 = 2,058 + 1,026 = 3,084 \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Объем продуктов сгорания при $\alpha_{\text{в}} = 2,5$ определяется по формулам:
– сухих газов

$$V_{\text{СГ}} = V_{\text{СГ}}^0 + (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot V^0 = 2,058 + (2,5 - 1) \cdot 2,060 = 5,148 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– водяных паров

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{O}} &= V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot V^0 = \\ &= 1,026 + 0,0161 \cdot (2,5 - 1) \cdot 2,060 = 1,076 \text{ м}^3 / \text{кг}. \end{aligned}$$

Полный объем продуктов сгорания, V_{Γ} :

$$V_{\Gamma} = V_{\text{СГ}} + V_{\text{H}_2\text{O}} = 5,148 + 1,076 = 6,224 \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Плотность продуктов сгорания, ρ_{Γ}^0 , при нормальных условиях равна

$$\rho_{\Gamma}^0 = \frac{1,293 \cdot V_{\text{ВЛ}} + 1 - A^{\text{P}}}{V_{\Gamma}} = \frac{1,293 \cdot 5,233 + 1 - 0,005}{6,224} = 1,247 \text{ кг/м}^3,$$

где V_{Γ} — полный объем газообразных продуктов сгорания 1 кг топлива, покидающих котел, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Энтальпия продуктов сгорания, H_{Γ}^0 , кДж/кг, при $\alpha_{\text{в}} = 1$ и температуре газов $\theta = 150$ °С находится по формуле

$$\begin{aligned} H_{\Gamma}^0 &= V_{\text{CO}_2}^0 \cdot i_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 \cdot i_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 \cdot i_{\text{H}_2\text{O}} = \\ &= 0,428 \cdot 265,6 + 1,63 \cdot 195,6 + 1,026 \cdot 227,25 = 665,664 \text{ кДж/кг}, \end{aligned}$$

где i_{CO_2} , i_{N_2} , $i_{\text{H}_2\text{O}}$ — энтальпии соответственно 1 м^3 углекислого газа, азота и водяных паров (находятся при температуре $\theta = 150$ °С).

Энтальпия воздуха, $H_{\text{в}}^0$, кДж/кг:

$$H_{\text{в}}^0 = V^0 \cdot i_{\text{в}} = 2,060 \cdot 199,85 = 411,7 \text{ кДж/кг},$$

где $i_{\text{в}}$ — энтальпия 1 м^3 воздуха при $\theta = 150$ °С.

Энтальпия продуктов сгорания, H_{Γ} , при $\alpha_{\text{в}} = 2,5$ и $\theta = 150$ °С:

$$H_{\Gamma} = H_{\Gamma}^0 + (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot H_{\text{в}}^0 = 665,664 + (2,5 - 1) \cdot 411,7 = 1283,214 \text{ кДж/кг}.$$

Результаты расчета процесса сгорания опилок приведены в табл. П2.1.
Материальный баланс процесса горения опилок показан на рис. П2.2.

Табл. П2.1. Результаты расчета процесса сгорания опилок влажностью 55 %

Параметр, обозначение	Размерность	Значение
Теоретически необходимый объем сухого воздуха, V^0	м ³ /кг	2,060
Действительный объем сухого воздуха, $V_{\text{д}}$	м ³ /кг	5,150
Действительное необходимое количество влажного воздуха, $V_{\text{вл}}$	м ³ /кг	5,233
Объем сухих газов, $V_{\text{сг}}$	м ³	5,148
Объем водяных паров, $V_{\text{H}_2\text{O}}$	м ³	1,076
Полный объем продуктов сгорания, $V_{\text{г}}$	м ³ /кг	6,224
Плотность продуктов сгорания при нормальных условиях, $\rho_{\text{г}}^0$	кг/м ³	1,247

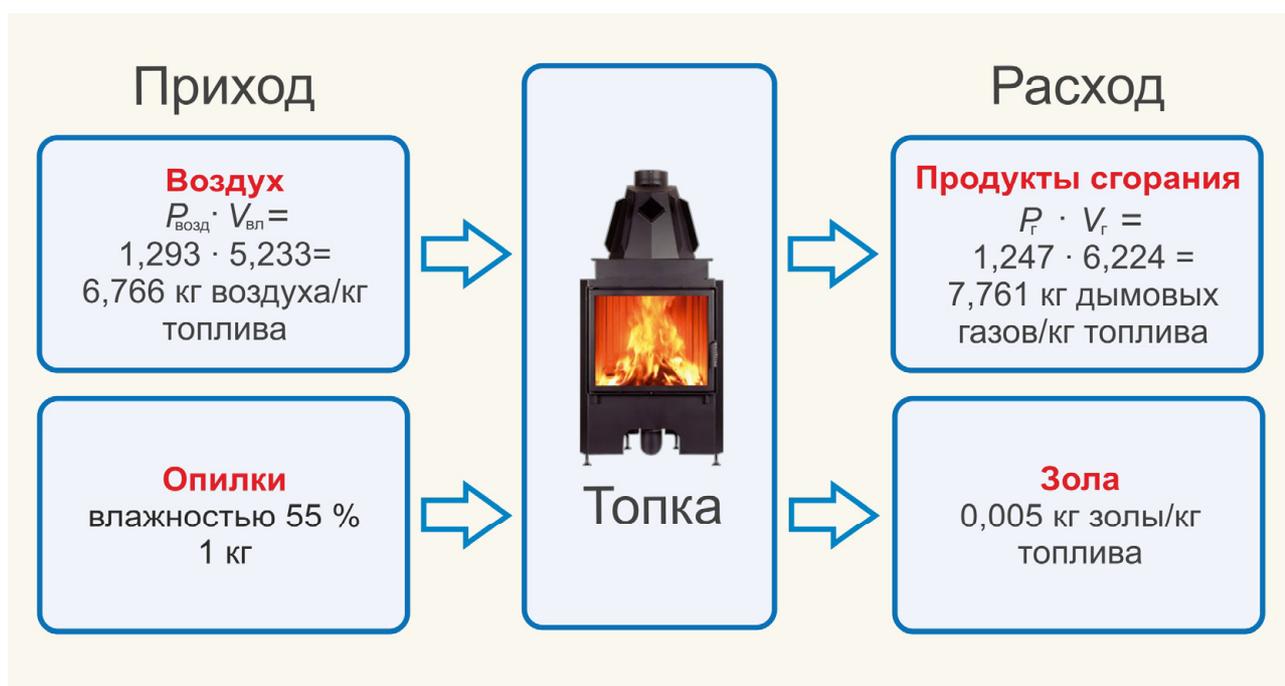


Рис. П2.2. Материальный баланс процесса горения опилок

Составляющие материального баланса процесса горения опилок

Сумма масс вносимого в топку топлива и воздуха равна массе образовавшихся продуктов сгорания. Уравнение материального баланса в данном случае имеет вид

$$1,293 \cdot V_{\text{вл}} + 1 - A^{\text{п}} = \rho_{\text{г}}^0 \cdot V_{\text{г}},$$

где $\rho_{\text{г}}^0$ — плотность продуктов сгорания при нормальных условиях, кг/м³.

Отсюда плотность продуктов сгорания при нормальных условиях равна

$$\rho_{\text{г}}^0 = \frac{1,293 \cdot V_{\text{вл}} + 1 - A^{\text{п}}}{V_{\text{г}}} = \frac{1,293 \cdot 5,233 + 1 - 0,005}{6,224} = 1,247 \text{ кг/м}^3.$$

Тепловой баланс процесса горения опилок

Приход тепла, $Q_{\text{ПРИХОД}}$, кДж/кг, равен

$$Q_{\text{ПРИХОД}} = Q_{\text{Н}} + Q_{\text{Т}} + Q_{\text{В}},$$

где $Q_{\text{Н}}$ — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; $Q_{\text{Т}}$ — тепло, внесенное с горячим топливом, кДж/кг; $Q_{\text{В}}$ — тепло, вносимое с воздухом, кДж/кг.

Тепло, внесенное с топливом, $Q_{\text{Т}}$, кДж/кг, равно

$$Q_{\text{Т}} = c_{\text{Т}} \cdot t_{\text{Т}},$$

где $t_{\text{Т}}$ — температура подогрева топлива, °С; $c_{\text{Т}}$ — удельная теплоемкость топлива, кДж/(кг · °С). При влажности 60 % и температуре воздуха 20 °С удельная теплоемкость древесины составляет 1,78 кДж/(кг · °С). Удельная теплоемкость абсолютно сухой древесины при температуре 0° равна 1,55 кДж/(кг · °С). Учитывается в тех случаях, когда топливо предварительно подогрето посторонним источником тепла, а также при сушке. В тех случаях, когда в котел подается топливо при отрицательных температурах, из величины располагаемого тепла вычитается тепло, затрачиваемое на размораживание.

Тепло, вносимое с воздухом, $Q_{\text{В}}$, кДж/кг, равно

$$Q_{\text{В}} = V_{\text{ВЛ}} \cdot c_{\text{В}} \cdot t_{\text{В}} = 5,233 \cdot 1,32 \cdot 5 = 34,538 \text{ кДж/кг.}$$

Здесь $c_{\text{В}}$ — объемная теплоемкость воздуха, 1,32 кДж/(м³ · °С); $t_{\text{В}}$ — температура воздуха, поступающего в топку, °С.

Тогда

$$Q_{\text{ПРИХОД}} = Q_{\text{Н}} + Q_{\text{Т}} + Q_{\text{В}} = 7\,227,95 + 0 + 34,538 = 7\,262,488 \text{ кДж/кг.}$$

Расход тепла в котле складывается:

- из полезно использованного тепла, Q_1 (полезной тепловой мощности);
- суммы тепловых потерь.

В том случае, если котел производит нагрев воды для отопления, его полезная тепловая мощность, Q_1 , кВт, равна

$$Q_1 = G_{\text{с}} \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 3,402 \cdot 4,174 \cdot (95 - 70) = 355,08 \text{ кДж/с} = 355,08 \text{ кВт,}$$

где $G_{\text{с}}$ — расход сетевой воды через котел, кг/с; c — теплоемкость воды, кДж/(кг · °С), $c = 4,174$ кДж/(кг · °С) при 50 °С; t_1 и t_2 — температуры прямой и обратной сетевой воды, °С;

Тепловые потери, возникающие при работе котла, складываются из потерь от неполноты сгорания топлива, потерь тепла с уходящими газами и потерь тепла в окружающую среду через обшивку котла.

Потеря тепла с уходящими в атмосферу дымовыми газами, q_2 , %, является наибольшей. Ее относительная величина равна 4—25 % в зависимости от типа котла. Эта потеря тепла обусловлена тем, что газы, покидающие котел, имеют температуру выше, чем окружающая среда. Величина q_2 определяется

типом и конструкцией котла, она значительно ниже у котлов с развитыми дополнительными поверхностями нагрева. Данная потеря теплоты может быть найдена по формуле

$$q_2 = \frac{1,15 \cdot V_{\Gamma} \cdot c'_{\Gamma} \cdot t_{\Gamma}}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}} \cdot 100 = \frac{1,15 \cdot 6,224 \cdot 1,3 \cdot 150}{7\,227,95} \cdot 100 =$$

$$= \frac{1\,395,732}{7\,227,95} \cdot 100 = 0,193 \cdot 100 = 19,3 \%,$$

где V_{Γ} — полный объем продуктов сгорания, м^3 ; c'_{Γ} — объемная теплоемкость дымовых газов при $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$; t_{Γ} — температура дымовых газов, $^{\circ}\text{C}$.

Абсолютная потеря тепла с уходящими газами, Q_2 , $\text{кДж}/\text{кг}$, равна

$$Q_2 = \frac{q_2 \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}}{100} = \frac{19,3 \cdot 7\,227,95}{100} = 1\,395,732 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

Зная величину потери тепла с уходящими газами, можно определить энтальпию продуктов сгорания, покидающих котел, $\text{кДж}/\text{кг}$.

Потеря тепла от химической неполноты сгорания, q_3 , %, вызвана наличием в уходящих газах продуктов неполного окисления горючих компонентов топлива. Для механической топки в расчетах принимаем $q_3 = 0,5\text{ }%$.

Абсолютная потеря тепла от неполноты сгорания, Q_3 , $\text{кДж}/\text{кг}$, равна

$$Q_3 = \frac{q_3 \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}}{100} = \frac{0,5 \cdot 7\,227,95}{100} = 36,140 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

Потери теплоты на внешнее охлаждение поверхностей котла конвекцией, q_4 , и **тепловым излучением**, q_5 , при производительности котла до 1 МВт составляют $1\text{ }%$.

Потеря теплоты с золой, q_6 , %:

$$q_6 = \frac{419 \cdot A^{\text{P}}}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}} = \frac{419 \cdot 0,5}{7\,227,9} = 0,03 \%.$$

Расход опилок влажностью $55\text{ }%$, B , $\text{кг}/\text{с}$, при известном или заданном КПД:

$$B = \frac{100 \cdot Q_1}{\eta_k \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}} = \frac{100 \cdot 355,08 \cdot 3\,600}{80 \cdot 7\,227,9} = 221,068 \text{ кг}/\text{ч} =$$

$$= 5\,305,64 \text{ кг}/\text{сут} = 1\,315\,800 \text{ кг}/\text{год}.$$

2. Материальный баланс процесса горения древесных пеллет (брикетов) влажностью $10\text{ }%$

Определение объема воздуха и продуктов сгорания

Рабочий состав биотоплива на основе пеллет (брикетов):

$$W^P = 10,0; A^P = 0,6; S^P = 0; C^P = 45,6; H^P = 5,5; N^P = 0,5; O^P = 37,8,$$

где W^P — содержание влаги в рабочем топливе, %; A^P — содержание золы в рабочем топливе, %; S^P — содержание серы в рабочем топливе, %; C^P — содержание углерода в рабочем топливе, %; H^P — содержание водорода в рабочем топливе, %; N^P — содержание азота в рабочем топливе, %; O^P — содержание кислорода в рабочем топливе, %.

Параметры воздуха, подаваемого на поддержание горения:

$$\alpha_b = 2,5; \theta = 150 \text{ }^\circ\text{C},$$

где α_b — коэффициент избытка воздуха, величина безразмерная; θ — температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

Теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания 1 кг топлива, V^0 , вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} V^0 &= 0,089 \cdot C^P + 0,226 \cdot H^P + 0,033 \cdot (S^P - O^P) = \\ &= 0,089 \cdot 45,6 + 0,226 \cdot 5,5 + 0,033 \cdot (0 - 37,8) = 4,054 \text{ м}^3/\text{кг}. \end{aligned}$$

Действительное необходимое количество воздуха, V_D :

$$V_D = \alpha_b \cdot V^0 = 2,5 \cdot V^0 = 2,5 \cdot 4,054 = 10,135 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Действительное необходимое количество влажного воздуха, поступающего в топку котла для обеспечения полного сгорания топлива, $V_{ВЛ}$:

$$V_{ВЛ} = V_D \cdot (1 + 0,00161 \cdot d) = 10,135 \cdot (1 + 0,00161 \cdot 10) = 10,298 \text{ м}^3/\text{кг},$$

где d — влагосодержание воздуха, 8—12 г/кг.

Низшая теплота сгорания 1 кг топлива, Q_H^P , определяется по формуле Менделеева:

$$\begin{aligned} Q_H^P &= 338 \cdot C^P + 1025 \cdot H^P - 108,5 \cdot (O^P - S^P) - 25 \cdot W^P = \\ &= 338 \cdot 45,6 + 1025 \cdot 5,5 - 108,5 \cdot (37,8 - 0) - 25 \cdot 10,0 = 16\,699 \text{ кДж/кг}. \end{aligned}$$

Высшая теплота сгорания, Q_B^P , определяется по формуле

$$Q_B^P = Q_H^P + 225 \cdot H^P + 25 \cdot W^P = 16\,699 + 225 \cdot 5,5 + 25 \cdot 10,0 = 18\,186,5 \text{ кДж/кг}.$$

Теоретические объемы продуктов полного сгорания твердых топлив при $\alpha_b = 1$ определяются по формулам:

– трехатомных газов

$$V_{\text{RO}_2}^0 = 0,0187 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S^p) = 0,0187 \cdot (45,6 + 0,375 \cdot 0) = 0,853 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– азота

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^p}{100} = 0,79 \cdot 4,054 + 0,8 \cdot \frac{0,5}{100} = 3,207 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– сухих газов

$$V_{\text{СГ}}^0 = V_{\text{RO}_2}^0 + V_{\text{N}_2}^0 = 0,853 + 3,207 = 4,06 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– водяных паров

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{O}}^0 &= 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^0 = \\ &= 0,111 \cdot 5,5 + 0,0124 \cdot 10,0 + 0,0161 \cdot 4,054 = 0,80 \text{ м}^3 / \text{кг}. \end{aligned}$$

Полный объем газообразных продуктов сгорания 1 кг топлива, V_{Γ}^0 , при $\alpha_{\text{в}} = 1$:

$$V_{\Gamma}^0 = V_{\text{СГ}}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 4,06 + 0,80 = 4,86 \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Объем продуктов сгорания при $\alpha_{\text{в}} = 2,5$ определяется по формулам:

– сухих газов

$$V_{\text{СГ}} = V_{\text{СГ}}^0 + (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot V^0 = 4,06 + (2,5 - 1) \cdot 4,054 = 10,141 \text{ м}^3 / \text{кг};$$

– водяных паров

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{O}} &= V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot V^0 = \\ &= 0,80 + 0,0161 \cdot (2,5 - 1) \cdot 4,054 = 0,898 \text{ м}^3 / \text{кг}. \end{aligned}$$

Полный объем продуктов сгорания, V_{Γ} :

$$V_{\Gamma} = V_{\text{СГ}} + V_{\text{H}_2\text{O}} = 10,141 + 0,898 = 11,039 \text{ м}^3 / \text{кг}.$$

Плотность продуктов сгорания, ρ_{Γ}^0 , при нормальных условиях равна

$$\rho_{\Gamma}^0 = \frac{1,293 \cdot V_{\text{ВЛ}} + 1 - A^p}{V_{\Gamma}} = \frac{1,293 \cdot 10,298 + 1 - 0,006}{11,039} = 1,242 \text{ кг/м}^3,$$

где V_{Γ} — полный объем газообразных продуктов сгорания 1 кг топлива, покидающих котел, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Энтальпия продуктов сгорания, H_{Γ}^0 , кДж/кг, при $\alpha_{\text{в}} = 1$ и температуре газов $\theta = 150$ °С находится по формуле

$$H_{\Gamma}^0 = V_{\text{CO}_2}^0 \cdot i_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 \cdot i_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 \cdot i_{\text{H}_2\text{O}} = \\ = 0,853 \cdot 265,6 + 3,207 \cdot 195,6 + 0,80 \cdot 227,25 = 1\,035,659 \text{ кДж/кг},$$

где i_{CO_2} , i_{N_2} , $i_{\text{H}_2\text{O}}$ — энтальпии соответственно 1 м³ углекислого газа, азота и водяных паров (находятся при температуре $\theta = 150$ °С).

Энтальпия воздуха, $H_{\text{в}}^0$, кДж/кг:

$$H_{\text{в}}^0 = V^0 \cdot i_{\text{в}} = 4,054 \cdot 199,85 = 810,191 \text{ кДж/кг},$$

где $i_{\text{в}}$ — энтальпии 1 м³ воздуха при $\theta = 150$ °С.

Энтальпия продуктов сгорания, H_{Γ} , при $\alpha_{\text{в}} = 2,5$ и $\theta = 150$ °С:

$$H_{\Gamma} = H_{\Gamma}^0 + (\alpha_{\text{в}} - 1) \cdot H_{\text{в}}^0 = 1\,035,659 + (2,5 - 1) \cdot 810,191 = 2\,250,946 \text{ кДж/кг}.$$

Результаты расчета процесса горения древесных пеллет (брикетов) влажностью 10 % приведены в табл. П2.2.

Табл. П2.2. Результаты расчета процесса горения древесных пеллет (брикетов) влажностью 10 %

Параметр, обозначение	Размерность	Значение
Теоретически необходимый объем сухого воздуха, V^0	м ³ /кг	4,054
Действительный объем сухого воздуха, $V_{\text{д}}$	м ³ /кг	10,135
Действительное необходимое количество влажного воздуха, $V_{\text{вл}}$	м ³ /кг	10,298
Объем сухих газов, $V_{\text{сг}}$	м ³	10,141
Объем водяных паров, $V_{\text{H}_2\text{O}}$	м ³	0,898
Полный объем продуктов сгорания, V_{Γ}	м ³ /кг	11,039
Плотность продуктов сгорания при нормальных условиях, ρ_{Γ}^0	кг/м ³	1,296

Материальный баланс процесса горения древесных пеллет (брикетов) приведен на рис. П2.3.

Составляющие материального баланса процесса сгорания древесных пеллет (брикетов)

Сумма масс вносимого в топку топлива и воздуха равна массе образовавшихся продуктов сгорания. Уравнение материального баланса в данном случае имеет вид

$$1,293 \cdot V_{\text{ВЛ}} + 1 - A^{\text{P}} = \rho_{\Gamma}^0 \cdot V_{\Gamma},$$

где ρ_{Γ}^0 — плотность продуктов сгорания при нормальных условиях, кг/м³.

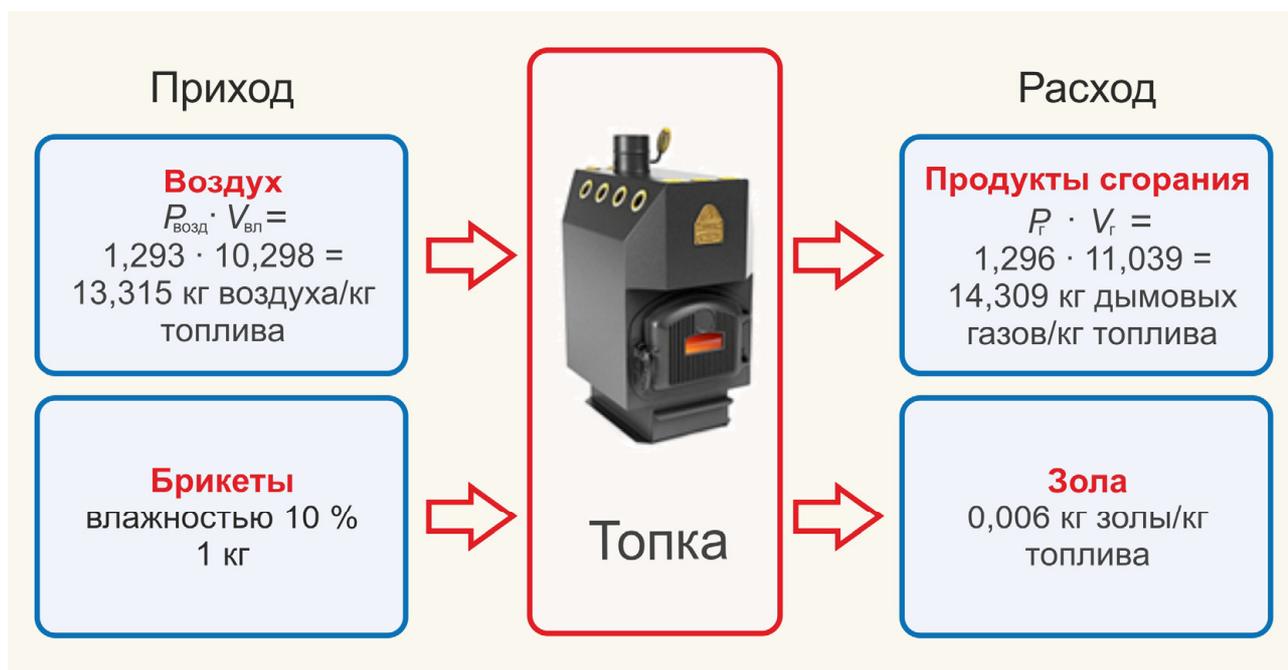


Рис. П2.3. Материальный баланс процесса горения древесных пеллет (брикетов)

Отсюда плотность продуктов сгорания, ρ_{Γ}^0 , при нормальных условиях равна

$$\rho_{\Gamma}^0 = \frac{1,293 \cdot V_{\text{ВЛ}} + 1 - A^{\text{P}}}{V_{\Gamma}} = \frac{1,293 \cdot 10,298 + 1 - 0,006}{11,039} = 1,296 \text{ кг/м}^3.$$

Тепловой баланс процесса сгорания древесных пеллет (брикетов)

Приход тепла, $Q_{\text{ПРИХОД}}$, кДж/кг, равен

$$Q_{\text{ПРИХОД}} = Q_{\text{H}}^{\text{P}} + Q_{\text{T}} + Q_{\text{В}},$$

где Q_{H}^{P} — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; Q_{T} — тепло, внесенное с горячим топливом, кДж/кг; $Q_{\text{В}}$ — тепло, вносимое с воздухом, кДж/кг.

Тепло, внесенное с топливом, Q_{T} , кДж/кг, равно

$$Q_{\text{T}} = c_{\text{T}} \cdot t_{\text{T}},$$

где t_{T} — температура подогрева топлива, °С; c_{T} — удельная теплоемкость топлива, кДж/(кг · °С). При влажности 60 % и температуре воздуха 20 °С удельная теплоемкость древесины составляет 1,78 кДж/(кг · °С). Удельная теплоемкость абсолютно сухой древесины при температуре 0° равна 1,55 кДж/(кг · °С). Учитывается в тех случаях, когда топливо предварительно подогрето посторонним

источником тепла, а также при сушке. В тех случаях, когда в котел подается топливо при отрицательных температурах, из величины располагаемого тепла вычитается тепло, затрачиваемое на размораживание.

Тепло, вносимое с воздухом, Q_B , кДж/кг, равно

$$Q_B = V_{\text{ВЛ}} \cdot c_B \cdot t_B = 10,298 \cdot 1,32 \cdot 5 = 67,97 \text{ кДж/кг.}$$

Здесь c_B — объемная теплоемкость воздуха, $1,32 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С})$; t_B — температура воздуха, поступающего в топку, $^\circ\text{С}$.

Тогда приход тепла, кДж/кг

$$Q_{\text{ПРИХОД}} = Q_{\text{Н}}^{\text{P}} + Q_{\text{T}} + Q_B = 16\,699 + 67,97 = 16\,766,97 \text{ кДж/кг.}$$

Расход тепла в котле складывается из полезно использованного тепла (полезной тепловой мощности) и суммы тепловых потерь. В том случае, если котел производит нагрев воды для отопления, его полезная тепловая мощность, Q_1 , кВт, равна

$$Q_1 = G_c \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 3,402 \cdot 4,174 \cdot (95 - 70) = 355,08 \text{ кДж/с} = 355,08 \text{ кВт,}$$

где G_c — расход сетевой воды через котел, кг/с; c — теплоемкость воды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$, $c = 4,174 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$ при $50 \text{ }^\circ\text{С}$; t_1 и t_2 — температуры прямой и обратной сетевой воды, $^\circ\text{С}$.

Тепловые потери, возникающие при работе котла, складываются из потерь от неполноты сгорания топлива, потерь тепла с уходящими газами и потерь тепла в окружающую среду через обшивку котла.

Потеря тепла с уходящими в атмосферу дымовыми газами, q_2 , %, является наибольшей. Ее относительная величина равна 4—25 % в зависимости от типа котла. Эта потеря тепла обусловлена тем, что газы, покидающие котел, имеют температуру выше, чем окружающая среда. Величина q_2 определяется типом и конструкцией котла, она наиболее низка у котлов с развитыми дополнительными поверхностями нагрева. Может быть определена по формуле

$$\begin{aligned} q_2 &= \frac{1,15 \cdot V_{\text{T}} \cdot c'_{\text{T}} \cdot t_{\text{T}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{P}}} \cdot 100 = \frac{1,15 \cdot 11,039 \cdot 1,3 \cdot 150}{16\,699} \cdot 100 = \\ &= \frac{2\,475,496}{16\,699} \cdot 100 = 0,148 \cdot 100 = 14,8 \%, \end{aligned}$$

где V_{T} — полный объем продуктов сгорания, м^3 ; c'_{T} — объемная теплоемкость дымовых газов при $150 \text{ }^\circ\text{С}$, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С})$; t_{T} — температура дымовых газов, $^\circ\text{С}$.

Абсолютная потеря тепла с уходящими газами, Q_2 , кДж/кг,

$$Q_2 = \frac{q_2 \cdot Q_{\text{Н}}^{\text{P}}}{100} = \frac{14,8 \cdot 16\,699}{100} = 2\,475,496 \text{ кДж/кг.}$$

Зная величину потерь тепла с уходящими газами, можно определить энтальпию продуктов сгорания, покидающих котел, кДж/кг.

Потеря тепла от химической неполноты сгорания, q_3 , %, вызвана наличием в уходящих газах продуктов неполного окисления горючих компонентов топлива. Для механической топки в расчетах принимаем $q_3 = 0,5$ %.

Абсолютная потеря тепла от неполноты сгорания, Q_3 , кДж/кг, равна

$$Q_3 = \frac{q_3 \cdot Q_H^P}{100} = \frac{0,5 \cdot 16\,699}{100} = 83,495 \text{ кДж/кг.}$$

Потери теплоты на внешнее охлаждение поверхностей котла конвекцией, q_4 , и тепловым излучением, q_5 , при производительности котла до 1 МВт составляют 1 %.

Потеря теплоты с золой, q_6 , %:

$$q_6 = \frac{419 \cdot A^P}{Q_H^P} = \frac{419 \cdot 0,6}{16\,699} = 0,02 \text{ %.}$$

Расход топлива, B , кг/с, при известном или заданном КПД:

$$B = \frac{100 \cdot Q_1}{\eta_k \cdot Q_H^P} = \frac{100 \cdot 355,08 \cdot 3\,600}{80 \cdot 16\,699} = 95,686 \text{ кг/ч} = \\ = 2\,296,463 \text{ кг/сут} = 569\,522 \text{ кг/год.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

На предприятии, рассмотренном в разделе 2.3 пособия, образуются различные виды отходов, в т. ч.:

- опилки 2 291,3 м³;
- дровяные отходы 500,9 м³;
- деловые отходы МХМ 450,2 м³;
- отходы ОМ 2,0 м³;
- отходы КДК 33,212 м³;
- отходы фанеры 10,601 м³.

Для каждого вида отходов могут быть определены различные пути использования. Например, опилки могут использоваться для непосредственного сжигания при получении тепловой энергии, а также для производства топливных гранул. Деловые отходы можно использовать при производстве малоформатных панелей, для производства древесноволокнистых и древесностружечных плит. Использование и переработку древесных отходов рекомендуется производить в составе самого предприятия, реализуя потребителям продукцию, являющуюся результатом глубокой переработки, что приводит к снижению себестоимости готовой продукции.

Предлагается отходы рассмотренного предприятия использовать следующим образом:

- опилки переработать в топливные брикеты, часть из которых использовать для собственных нужд, часть — для реализации потребителям;
- крупные кусковые отходы деревянных массивных панелей, остающиеся после обработки стеновых панелей МХМ, использовать для производства малоформатных панелей МХМ;
- дровяные отходы продавать потребителям.

Производство топливных брикетов из опилок и их реализация потребителям

Анализ образования отходов показал, что на предприятии используется традиционный способ использования опилок — прямое сжигание. За год на предприятии израсходовано 2 291,3 м³ опилок для обогрева помещений цеха и административного корпуса.

Одним из эффективных способов переработки мелких древесных отходов является их брикетирование без использования связующего. Топливные брикеты могут использоваться для отопления в домашних печах и каминах, а также в заводских котельных и ТЭЦ. На предприятии установлено оборудование по прессованию брикетов, поэтому исходя из объема образующихся опилок можно рассчитать количество производимых брикетов, $V_{\text{брикеты}}$:

$$V_{\text{брикеты}} \approx V_{\text{опилки}} = V_{\text{опилки}} / \rho_{\text{опилки}},$$

где $V_{\text{опилки}}$ — количество опилок, т; $V_{\text{опилки}}$ — объем опилок, м³; $\rho_{\text{опилки}}$ — плотность опилок (250 кг/м³ при 10 % влажности).

$$V_{\text{брикеты}} \approx V_{\text{опилки}} = 2\,291,3 \cdot 250 = 562 \text{ т брикетов.}$$

На основании расчетов материального и теплового балансов (приложение 2) определим количество топливных брикетов, необходимых для собственных нужд, $V_{\text{бс}}$:

$$V_{\text{бс}} = \frac{100 \cdot Q_1}{\eta_k \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}},$$

где Q_1 — объем тепла на отопление помещения, кДж; η_k — заданный коэффициент полезного действия (80 %); $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 16\,699$ кДж/кг — низшая теплота сгорания топлива (определена в приложении 2).

Объем тепла, Q_1 , рассчитаем на основе объема опилок, $V_{\text{час}}$, который в настоящее время используется для отопления предприятия:

$$V_{\text{час}} = \frac{100 \cdot 3\,600 \cdot Q_1}{\eta_k \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} \rightarrow Q_1 = \frac{V_{\text{час}} \cdot \eta_k \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{100 \cdot 3\,600},$$

где $V_{\text{час}}$ — часовая потребность в опилках: $V_{\text{час}} = \frac{V_{\text{опилки}}}{T}$; здесь $V_{\text{опилки}}$ — годовая потребность в опилках; T — продолжительность отопительного периода, ч (9 месяцев, 30 дней, 24 часа); η_k — заданный коэффициент полезного действия (80 %); $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 7\,227,9$ кДж/кг — низшая теплота сгорания топлива (определена в приложении 2).

$$Q_1 = \frac{562\,000}{30 \cdot 24 \cdot 9} \cdot 80 \cdot 7\,227,9 = 139,3 \text{ кДж.}$$

$$V_{\text{бс}} = \frac{100 \cdot Q_1}{\eta_k \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} = \frac{100 \cdot 139,3 \cdot 3\,600}{80 \cdot 16\,699} \cdot 30 \cdot 24 \cdot 9 = 243,3 \text{ т/год.}$$

Определим количество брикетов, $V_{\text{бр}}$, которые можно реализовать потребителям:

$$V_{\text{бр}} = V_{\text{брикеты}} - V_{\text{бс}}.$$

$$V_{\text{бр}} = 562 - 243,3 = 318,7 \text{ т.}$$

Топливные древесные брикеты будут обладать следующими характеристиками.

1. Диаметр 75 мм.
2. Длина 200—450 мм.
3. Плотность 0,80—0,99 кг/дм³.
4. Влажность менее 15 %.
5. Зольность менее 1 %.
6. Теплотворная способность 4 400—4 800 ккал/кг.
7. Время сгорания в зависимости от режима сгорания.
8. Выделение CO₂ в 10—15 раз меньше, чем при сгорании природного газа, в 50 раз угля.
9. Экологичность — чистая древесная биомасса, без посторонних включений.

Рассчитаем коммерческую эффективность по производству топливных брикетов на предприятии. Заполним табл. ПЗ.1 необходимыми для дальнейших расчетов данными.

Табл. ПЗ.1. Данные для расчета коммерческой эффективности

Показатель	Усл. обозн.	Ед. изм.	До внедрения	После внедрения
Цена оборудования	Ц _{маш}	руб.	—	1 206 638
Выпуск продукции в год	В _{бр}	т	—	318,7
Цена 1 т (с НДС)	Ц	руб.	—	5 000
Себестоимость 1 т	С	руб.	—	2 910
Заработная плата оператора в месяц	ЗП	руб.	16 375	18 925
Страховые взносы	к _{соц}	%	30	30
Норма амортизации (износа)	N _а	%	—	14
Налог на имущество	N _{им}	%	—	2
Налог на прибыль	N _{приб}	%	—	20
Срок действия проекта	t	лет	—	5
Ставка дисконтирования *	d	%	—	14

* ставка рефинансирования Банка России на 13.03.2015 г.

На основании данных таблицы выполним расчеты. В расчетах индексами 1 и 2 обозначены показатели до и после внедрения мероприятия соответственно.

1. Расчет объема реализации за год на основании прироста выпуска продукции:

$$\Delta V_i = A \cdot Ц, \quad (\text{ПЗ.1})$$

где ΔV_i — прирост объема реализации в i -й год, руб.; A — выпуск продукции в год (в нашем случае $A = V_{бр}$); $Ц$ — цена 1 т продукции (с НДС), руб.

$$\Delta V_i = 318,7 \cdot 5\,000 = 1\,593\,500 \text{ руб.}$$

2. Расчет суммы амортизации за год, A_m , руб.:

$$A_M = C_{\text{маш2}} \cdot \frac{N_a}{100}, \quad (\text{ПЗ.2})$$

где $C_{\text{маш2}}$ — цена оборудования после внедрения проекта, руб.

$$A_M = 1\,206\,638 \cdot \frac{14}{100} = 168\,929 \text{ руб.}$$

3. Расчет суммы зарплаты с начислениями за год, $C_{\text{оп}}$, руб., и прироста на оплате труда, $\Delta C_{\text{ЗП}}$, руб.:

$$C_{\text{оп}} = \text{ЗП} \cdot N_{\text{мес}} \cdot N_{\text{чел}}, \quad (\text{ПЗ.3})$$

$$\Delta C_{\text{ЗП}} = C_{\text{оп2}} - C_{\text{оп1}} = (\text{ЗП}_2 - \text{ЗП}_1) \cdot N_{\text{мес}} \cdot N_{\text{чел}}, \quad (\text{ПЗ.4})$$

где $N_{\text{мес}}$ — продолжительность периода, мес. (берем 12 мес.); $N_{\text{чел}}$ — численность человек, чел. (берем на 1 человека); ЗП_1 , ЗП_2 — заработная плата производственного рабочего за месяц до внедрения и после соответственно, руб.; $C_{\text{оп1}}$, $C_{\text{оп2}}$ — сумма годовой заработной платы с учетом районного коэффициента и северных надбавок до и после внедрения проекта соответственно, руб.:

$$C_{\text{оп1}} = 16\,375 \cdot 12 \cdot 1 = 196,5 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{\text{оп2}} = 18\,925 \cdot 12 \cdot 1 = 227,1 \text{ тыс. руб.}$$

Прирост на оплате труда за год составит

$$\Delta C_{\text{ЗП}} = 227,1 - 196,5 = 30,6 \text{ тыс. руб.}$$

4. Расчет прироста себестоимости годового выпуска продукции, ΔC_i , руб.:

$$\Delta C_i = C_2 \cdot V_{\text{бр}}, \quad (\text{ПЗ.5})$$

где C_2 — себестоимость 1 т продукции после внедрения проекта, руб.

$$\Delta C_i = 2\,910 \cdot 318,7 = 927,4 \text{ тыс. руб.}$$

5. Расчет прироста налога на имущество (2 % от стоимости оборудования) представлен в табл. ПЗ.2.

Табл. ПЗ.2. Расчет налога на имущество

Показатель	0-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Стоимость оборудования, тыс. руб.	1 206,64	1 037,71	868,78	699,85	530,92	362,00
Налог на имущество, тыс. руб.	—	24,13	20,75	17,38	14,00	10,62

6. Расчет показателей экономической эффективности приведен в табл. ПЗ.3.

Табл. ПЗ.3. Расчет показателей экономической эффективности, тыс. руб.

Показатель	Год реализации проекта					
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Операционная деятельность						
Выручка	0	1 593,50	1 593,50	1 593,50	1 593,50	1 593,50
Затраты на производство	0	927,42	927,42	927,42	927,42	927,42
Заработная плата	0	30,60	30,60	30,60	30,60	30,60
Страховые взносы	0	9,18	9,18	9,18	9,18	9,18
Амортизация	0	168,93	168,93	168,93	168,93	168,93
Налог на имущество	0	24,13	20,75	17,38	14,00	10,62
Балансовая прибыль	0	433,24	436,62	440,00	443,38	446,76
Налог на прибыль	0	86,65	87,32	88,00	88,68	89,35
Чистая прибыль	0	346,59	349,30	352,00	354,70	357,40
Сальдо операционной деятельности	0	515,52	518,22	520,93	523,63	526,33
Инвестиционная деятельность						
Денежный поток ИП	1 206,64	0	0	0	0	0
Дисконтирующий множитель	–1 206,64	515,52	518,22	520,93	523,63	526,33
Дисконтированный денежный поток	1,000	0,877	0,769	0,675	0,592	0,519
Кумулятивный поток	–1 206,64	452,21	398,76	351,61	310,03	273,36
	–1 206,64	–754,43	–355,67	–4,06	305,97	579,34

Чистая текущая стоимость проекта (NPV):

$$NPV = 579,34 \text{ тыс. руб. (коммерческий эффект за 5 лет).}$$

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (PI):

$$PI = 1\,785,97 / 1\,206,64 = 1,48.$$

Дисконтированный период окупаемости:

$$DPP = 3 + 4,06 / 310,03 = 3,01 \text{ года.}$$

Внутренняя норма доходности (IRR) — 32,52 %.

Производство малоформатных панелей МХМ

Предприятие планирует начать выпуск малоформатных панелей («кирпичей») МХМ. Панели предназначены для реализации сторонним потребителям и изготавливаются путем формирования в заданный размер крупных кусковых отходов от обработки деревянных массивных панелей МХМ. Крупные кусковые отходы деревянных массивных панелей, остающиеся после обработки стеновых панелей МХМ, размечаются для раскроя на следующие форматы: 600 × 1 200 мм, 400 × 1 200 мм, 600 × 600 мм, 600 × 400 мм, 400 × 400 мм. Малоформатная панель представлена на рис. ПЗ.1.



Рис. ПЗ.1. Малоформатная панель МХМ

Раскрой на заданные размеры будет выполняться с помощью ручного инструмента (цепной электро- или бензопилой), с соблюдением требуемых правил безопасной работы. Для производства малоформатных панелей необходимо приобрести четыре бензопилы Husqvarna 3120Хр для работы двух бригад. Транспортный пакет формируется последовательной укладкой на нижний ряд пакета двух «кирпичей» $600 \times 1\,200$ мм или трех $400 \times 1\,200$ мм и далее рядами до высоты 1 230 мм. Таким образом, транспортный пакет будет иметь габарит $1\,200 \times 1\,200 \times 1\,230$ мм. Вес пакета будет около 800 кг. Упаковка транспортного пакета выполняется с пяти сторон полиэтиленовой пленкой толщиной не менее 200 мкм. Крепление пленки по торцам панели будет производиться упаковочным степлером. Стыки полотнищ пленки будут герметизироваться скотчем, стяжка пакета — стреп-лентой (по две ленты на сторону).

Рассчитаем коммерческую эффективность по производству панелей МХМ на предприятии. Заполним табл. ПЗ.4 необходимыми данными для дальнейших расчетов.

Табл. ПЗ.4. Данные для расчета коммерческой эффективности

Показатель	Усл. обозн.	Ед. изм.	После внедрения
Цена оборудования	$C_{\text{маш}}$	тыс. руб.	360
Выпуск продукции в год	A	м^3	300
Цена 1 м^3 (с НДС)	C	руб.	16 556
Себестоимость 1 м^3	C_1	руб.	14 567
Заработная плата рабочего	$ЗП$	руб.	22 464,25
Страховые взносы	$k_{\text{соц}}$	%	30
Норма амортизации (износа)	N_a	%	20
Налог на имущество	$N_{\text{им}}$	%	2
Налог на прибыль	$N_{\text{приб}}$	%	20
Срок действия проекта	t	лет	5
Ставка дисконтирования *	d	%	14

* Ставка рефинансирования Банка России на 13.03.2015 г.

На основании данных таблицы выполним расчеты.

1. Прирост выпуска и реализации продукции по формуле (ПЗ.1):

$$\Delta V_i = 300 \cdot 16\,556 = 4\,966,8 \text{ тыс. руб.}$$

2. Расчет суммы амортизации за год по формуле (ПЗ.2):

$$A_m = 360 \cdot \frac{20}{100} = 72 \text{ тыс. руб.}$$

3. Расчет суммы зарплаты с начислениями за год по формуле (ПЗ.3):

$$C_{оп2} = 22\,464,25 \cdot 12 \cdot 4 = 1\,078\,284 \text{ руб.}$$

4. Расчет себестоимости продукции представлен в табл. ПЗ.5.

Табл. ПЗ.5. Расчет себестоимости панелей МХМ

Показатель	Сумма за 1 м ³ , руб.
Сырье и материалы	11 442
Топливо и энергия на технологические цели	450
Заработная плата	899
Страховые взносы	270
Прочие затраты	167
Амортизация	240
Итого прямых затрат	13 468
Цеховые расходы	438
Общезаводские расходы	661
Полная себестоимость	14 567

5. Расчет прироста себестоимости годового выпуска продукции по формуле (ПЗ.5):

$$\Delta C_i = 14\,567 \cdot 300 = 4\,370,1 \text{ тыс. руб.}$$

6. Расчет прироста налога на имущество (2 % от стоимости оборудования) представлен в табл. ПЗ.6.

Табл. ПЗ.6. Расчет налога на имущество

Показатель	0-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Стоимость оборудования, тыс. руб.	360	288	216	144	72	—
Налог на имущество, тыс. руб.	—	7,2	5,76	4,32	2,88	1,44

7. Расчеты показателей экономической эффективности приведены в табл. ПЗ.7.

Табл. ПЗ.7. Расчет показателей экономической эффективности, тыс. руб.

Показатель	Год реализации проекта					
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Операционная деятельность						
Выручка	0	4 966,80	4 966,80	4 966,80	4 966,80	4 966,80
Затраты на производство	0	4 370,10	4 370,10	4 370,10	4 370,10	4 370,10
Заработная плата	0	269,57	269,57	269,57	269,57	269,57
Страховые взносы	0	80,87	80,87	80,87	80,87	80,87
Амортизация	0	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00
Налог на имущество	0	7,20	5,76	4,32	2,88	1,44
Балансовая прибыль	0	167,06	168,50	169,94	171,38	172,82
Налог на прибыль	0	33,41	33,70	33,99	34,28	34,56
Чистая прибыль	0	133,65	134,80	135,95	137,10	138,25
Сальдо операционной деятельности	0	205,65	206,80	207,95	209,10	210,25
Инвестиционная деятельность						
Денежный поток ИП	360,00	0	0	0	0	0
Дисконтирующий множитель	–360,00	205,65	206,80	207,95	209,10	210,25
Дисконтированный денежный поток	1,000	0,877	0,769	0,675	0,592	0,519
Кумулятивный поток	–360,00	180,39	159,12	140,36	123,81	109,20
Кумулятивный поток	–360,00	–179,61	–20,48	119,88	243,68	352,88

Чистая текущая стоимость проекта (*NPV*) — 352,88 тыс. руб.

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (*PI*) — 1,98.

Дисконтированный период окупаемости (*DPP*) — 2,15 года.

Внутренняя норма доходности (*IRR*) — 49,93 %.

Реализация дровяных отходов населению с доставкой

Анализ образования и использования отходов показал, что на предприятии за год общий объем отходов составил 3 288,3 м³ — дровяные отходы. Поэтому рационально дровяные отходы использовать не только для обогрева помещений, но и реализовывать их населению с доставкой. Для доставки дровяных отходов до потребителя необходимо приобрести КамАЗ 65117 с краноманипуляторной установкой и прицепом 844703. Средняя рыночная цена дров с доставкой по г. Сыктывкару составляет 1,2 тыс. руб. за м³.

Рассчитаем коммерческую эффективность по производству топливных брикетов на предприятии. Заполним табл. ПЗ.8 необходимыми для дальнейших расчетов данными.

На основании данных таблицы выполним расчеты.

1. Прирост выпуска продукции и расчет объема реализации за год по формуле (ПЗ.1):

$$\Delta V_i = 500 \cdot 1,2 = 600 \text{ тыс. руб.}$$

2. Расчет суммы амортизации за год по формуле (ПЗ.2):

$$A_m = 950 \cdot \frac{20}{100} = 190 \text{ тыс. руб.}$$

3. Расчет суммы зарплаты с начислениями за год по формуле (ПЗ.3)

$$C_{оп2} = 25 \cdot 4 \cdot 1 = 100 \text{ тыс. руб.}$$

4. Расчет затрат на топливо, Т, руб.:

$$T = \frac{N \cdot S_{ср} \cdot C_T}{V_k}, \quad (\text{ПЗ.6})$$

где N — среднее количество заказов исходя из объема дровяных отходов (в нашем случае 100); $S_{ср}$ — среднее расстояние до потребителя и обратно, км; C_T — стоимость 1 л дизельного топлива, руб.; V_k — вместимость КамАЗа, м³.

Табл. ПЗ.8. Данные для расчета коммерческой эффективности

Показатель	Усл. обозн.	Ед. изм.	После внедрения
Цена КамАЗа 65117 с прицепом 844703	$C_{маш}$	тыс. руб.	950
Выпуск продукции в год	A	м ³	500
Цена 1 м ³ (с НДС)	C	руб.	1 200
Заработная плата водителя	$ЗП$	руб.	25 000
Страховые взносы	$k_{соц}$	%	30
Норма амортизации (износа)	N_a	%	20
Расход топлива на 1 км	P_T	л	2,5
Вместимость КамАЗа	V_k	м ³	3,33
Среднее расстояние до потребителя и обратно	$S_{ср}$	км	20
Стоимость дизельного топлива	C_T	руб.	35
Срок действия проекта	t	лет	5
Ставка дисконтирования*	d	%	14

* ставка рефинансирования Банка России на 13.03.2015 г.

$$T = \frac{100 \cdot 20 \cdot 35}{3,33} = 21 \text{ тыс. руб.}$$

5. Расчет прироста налога на имущество (2 % от стоимости оборудования) представлен в табл. ПЗ.9.

Табл. ПЗ.9. Расчет налога на имущество

Показатель, тыс. руб.	0-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Стоимость оборудования	950	760	570	380	190	—
Налог на имущество	—	19,0	15,2	11,4	7,6	3,8

6. Расчеты показателей экономической эффективности приведены в табл. ПЗ.10.

Табл. ПЗ.10. Расчет показателей экономической эффективности, тыс. руб.

Показатель	Год реализации проекта					
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Операционная деятельность						
Выручка	0	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Затраты на производство	0	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Заработная плата	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Страховые взносы	0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Амортизация	0	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00
Налог на имущество	0	19,00	15,20	11,40	7,60	3,80
Балансовая прибыль	0	240,00	243,80	247,60	251,40	255,20
Налог на прибыль	0	48,00	48,76	49,52	50,28	51,04
Чистая прибыль	0	192,00	195,04	198,08	201,12	204,16
Сальдо операционной деятельности	0	382,00	385,04	388,08	391,12	394,16
Инвестиционная деятельность						
Денежный поток ИП	-950,00	382,00	385,04	388,08	391,12	394,16
Дисконтирующий множитель	1,000	0,877	0,769	0,675	0,592	0,519
Дисконтированный денежный поток	-950,00	335,09	296,28	261,94	231,57	204,71
Кумулятивный поток	-950,00	-614,91	-318,64	-56,69	174,88	379,60

Чистая текущая стоимость проекта (*NPV*) — 379,60 тыс. руб.

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (*PI*) — 1,40.

Дисконтированный период окупаемости (*DPP*) — 3,24 года.

Внутренняя норма доходности (*IRR*) — 29,53 %.

Рассчитаем количество отходов, которое должно сократиться после внедрения мероприятий на предприятии (табл. ПЗ.11).

Табл. ПЗ.11. Сокращение отходов на предприятии

Вид отхода	До внедрения мероприятий	После внедрения мероприятий	Абсолютное отклонение
Опилки, м ³	2 291,3	0	-2 291,3
Деловые отходы от МХМ, м ³	450,2	150,2	-300,00
Дровяные отходы, м ³	500,9	0,9	-500,00
Общий объем отходов, м ³	3 242,4	151,1	-3 091,3
Использование отходов, %	1,4	62,2	60,8

Общий объем отходов сократится после внедрения мероприятий на 3 091,3 м³. При планируемой реализации дровяных отходов с доставкой населению будет использован весь объем отходов.

Учебное издание

Коньк Ольга Ананиевна; **Жиделева** Валентина Васильевна;
Пунгина Вероника Сергеевна; **Белозёрова** Наталия Васильевна;
Леканова Тамара Леонардовна; **Левина** Ирина Викторовна;
Кокшарова Наталья Геннадиевна; **Мусихин** Пётр Васильевич;
Полина Ирина Николаевна; **Миронов** Михаил Валериевич;
Цыгарова Марина Валентиновна; **Гибез** Александр Анатольевич;
Пестова Наталия Феликсовна; **Кривошеин** Андрей Николаевич

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Подписано в печать 29.05.15. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 12,5 Усл. печ. л. 12,8.
Тираж 400. Заказ №

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

Международный отдел СЛИ
Редакционно-издательский отдел СЛИ
Отдел информатизации учебного процесса СЛИ

Отпечатано в Коми республиканской типографии,
167982, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81