

Usova Yuliya Petrovna - Associate Professor of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship of the Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies», Candidate of Economic Sciences, 394087, Voronezh, Russian Federation;

DOI: 10.12737/article_5a3ce910a2b444.26228908

УДК 338*3

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ

Аспирант **М.В. Ванин**

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Одним из направлений развития предприятий лесоперерабатывающего комплекса сегодня является их модернизация, включающая в себе полную замену морально устаревшего оборудования на современные высокопроизводительные, автоматизированные аналоги. Очевидно, при этом, существенно увеличивается мощность производства, объем выпускаемой продукции, что ведет к увеличению отходов производства. Для решения проблемы их рационального использования, предлагаем к внедрению технологию производства биотоплива (топливных гранул), основанную на процессе прессования измельченных отходов производства. Предлагаемый проект включает в себе строительство цеха по производству гранул мощностью 50 тысяч тонн в год, их упаковку и складирование. Приведено описание технологического процесса с выделением ряда его этапов, выполнено экономическое обоснование эффективности инвестиционного проекта, разработан график реализации проекта, произведен расчет основных показателей эффективности и определены возможные риски, связанные с реализацией проекта. Представленные расчеты свидетельствуют о достаточной финансовой прочности проекта и его финансовой состоятельности. Предлагается два варианта использования произведенной продукции. Первый – общепринятый, основанный на экспортном ориентировании гранул и поставкой их на постоянно растущий европейский рынок. Второй – альтернативный, предусматривающий строительство или модернизацию устаревших котельных и их перевод на более дешевое, биологически чистое древесное топливо. Предложенный альтернативный подход направлен на решение существующих проблем в области экологии и энергетической отрасли. Использование гранул существенно снизит вредное воздействие на окружающую среду, оказываемое при использовании в качестве топлива угля или мазута, а также способно решить проблему в части обеспечения более дешевой энергией удаленных предприятий и мест проживания населения.

Ключевые слова: отходы производства, пеллеты, инвестиционный проект, технология, эффективность.

PROBLEMS OF ESTIMATION OF PRODUCTION EFFICIENCY AND USE OF FUEL PELLETS

PhD-student **M.V. Vanin**

FSAEI HE “Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov”

One of the directions of development of enterprises of the timber processing complex today is their modernization, which includes a complete replacement of obsolete equipment for modern high-performance, automated analogues. Obviously, at the same time, the capacity of production, the volume of output, is substantially increased, which leads to an increase in production waste. To solve the problem of their rational use, we propose to introduce a technology for the production of biofuel (fuel pellets), based on the process of crushed waste products pressing. The proposed

project includes construction of a workshop for production of pellets with a capacity of 50 thousand tons per year, their packaging and storage. The description of the technological process with the identification of a number of its stages is given, the economic justification of the investment project efficiency is fulfilled, the project implementation schedule is developed, the main performance indicators are calculated and the possible risks associated with the project implementation are identified. The presented calculations testify to sufficient financial strength of the project and its financial solvency. There are two options for using the produced products. The first is generally accepted, based on the export orientation of pellets and their supply to the ever growing European market. The second one is an alternative one, envisaging construction or modernization of obsolete boiler houses and their transfer to cheaper, biologically clean wood fuel. The proposed alternative approach is aimed at solving existing problems in the field of ecology and the energy industry. The use of pellets will significantly reduce the environmental impact caused by coal or fuel oil as a fuel, and can also solve the problem of providing lower-cost energy to remote enterprises and residential areas.

Keywords: production waste, pellets, investment project, technology, efficiency

Любое современное лесопильное предприятие представляет собой довольно многофункциональный комплекс, сочетающий в себе множество технологических операций. Как известно, для получения конечного продукта, сырье подвергается сортировке, окорке, распилу и сушке, образуя при этом значительное количество отходов производства. Анализ балансов технологического сырья, показывает, что эти отходы, в зависимости, от выбранной технологии распила, составляют порядка 48-50%, все остальное – щепы, опилки и кора.

Рациональное использование отходов производства и, следовательно, повышение эффективности производственного цикла, представляется сегодня одной из главных задач, которую необходимо решать для достижения поставленных целей развития лесоперерабатывающего предприятия [1]. Некоторые предприятия, подходят к решению этого вопроса максимально просто, утилизируют или, в лучшем случае, продают отходы своего производства другим. Но является ли такой подход эффективным? Стоит ли избавляться от отходов таким способом, когда на них можно зарабатывать?

В данной статье рассмотрим способ более рационального и эффективного использования отходов производства, основанный на применении современной технологии по их переработке и получению конечного продукта в виде топливных гранул, проанализируем технологический цикл их производства, оценим экономическую эффективность реализации проекта и предложим альтерна-

тивные возможности по использованию топливных гранул.

Итак, как уже было отмечено, топливные гранулы, или, как еще их называют «пеллеты», изготавливаются из отходов деревообрабатывающей промышленности: щепы и опилок, и представляют собой изделия цилиндрической формы диаметром от 4 до 10 мм, полученные прессованием сухой измельченной древесины. В табл. 1 приведена характеристика основных свойств топливных гранул, в соответствии с международным сертификатом качества ENPlus (A1), строгое соответствие требованиям которого, необходимо для поставок пеллет на европейский рынок [7, 11].

Одно из главных преимуществ пеллет, заключается в том, что их, по праву, можно называть экологически чистым видом топлива, поскольку их сжигание не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, при этом их теплотворная способность составляет порядка 4,6 кВт/кг, что значительно выше, по сравнению с древесиной, и сравнима с каменным углем. Во многом благодаря своей экологической чистоте и высокой теплотворной способности, гранулы получили широкое распространение, как вид топлива, в странах Европы, где их нередко используют для отопления домов, помимо этого, в некоторых северных странах, на гранулах работают котельные и электростанции [6]. Объем потребляемых гранул в странах Западной Европы имеет тенденцию к устойчивому росту: в 2010 году он составлял 11 млн. тонн в год, в 2015 – 24 млн. тонн.

Таблица 1
Характеристика основных свойств гранул

Показатель	Значение
Максимальная длина, мм	<40
Зольность, %	<0,7
Влажность, %	<10
Энергоемкость, кВч/кг	>4,6
Насыпная плотность, кг/м ³	600-750
Механическая прочность, %	>98

Рассматривая технологию производства гранул, отметим, что линия гранулирования отходов представляет собой комплекс высокотехнологичного оборудования, по своей сути, являющейся мини-заводом [4, 8]. В производственном цикле изготовления древесных гранул можно выделить четыре этапа:

- хранение сырья;
- сушка сырья (опилок) до определенной кондиции;
- дополнительное дробление и прессование;
- упаковка и отгрузка готовой продукции.

Сырье для производства гранул накапливается в бункерах лесопильного цеха, из которых ковшовым погрузчиком подается в соответствующие бункера цеха по производству древесных гранул. Сырье естественной влажности (60%), при помощи цепных транспортеров поступает в барабанный сепаратор где материал проходит очистку от крупных фракций сырья (коры, камней, кусков древесины и т.д.), которые непригодны для получения гранул.

Очищенный материал, цепным транспортером через бункер дозировки, шнеком дозировки подается к ленточной сушилке, и загружается в сушильный барабан, в котором происходят процессы соединения опилок с горячим газом и сушки опилок до заданной влажности (10-12%). В качестве топлива для сушки сырья используется измельченная кора. Из барабана высушенный опилочек и влажный пар поступают в циклон, где они отделяются друг от друга. Сухие опилки направляются в промежуточный склад и оттуда через предварительный бункер на доизмельчение в мельницу.

Вторичное дробление высушенного сырья происходит в молотковой мельнице до размера

фракции 1-3 мм, после чего при помощи вентилятора сырье доставляется в промежуточный бункер, из которого через дозатор точно определенное количество материала направляется в пресс. До прессы материал проходит через кондиционер, где опилки, смешивая с паром, доводят до температуры 65...75°C, что облегчает работу прессы, улучшает качество гранул.

В прессе под большим давлением подготовленное сырье пропускается через матрицу диаметром отверстий от 4,5 до 10 мм. При помощи конвейера и элеватора готовые гранулы направляются в охладитель, в котором температура гранул снижается до нормальной температуры окружающей среды. После охлаждения гранулы сепарируют и качественный продукт элеватором направляется на склад. Некондиция системой пневмотранспорта возвращается снова на прессование.

Готовая продукция складывается на складе и упаковывается для дальнейшей транспортировки в специальные полипропиленовые мешки «биг-беги». Вес мешков от 50 кг до 8 тонн, в зависимости от дальнейшего способа реализации.

Процесс производства древесных гранул является безотходным, все поступающее сырье перерабатывается в готовую продукцию. Так по расчетам, для производства 50 тысяч тонн древесных гранул влажностью не более 10% потребуется порядка 195,0 тыс. тонн сырья.

Как следует из приведенной технологии, производственный цикл в целом представляет собой полностью автоматизированное производство.

Однако, при этом, необходимо совмещать различные технологические процессы при изменяемых условиях: параметрах сырья и параметрах работы. Основываясь на разработке подобных проектов, в целях повышения эффективности производства, рекомендуем устанавливать 2-3 технологические линии (прессы), а общая производственная мощность цеха должна составлять не менее 50 тысяч тонн гранул в год[9]. Рассмотрим экономическую сторону вопроса. Период реализации проекта, начиная от стадии выбора технологического оборудования, до запуска производства и выхода его на проектную мощность способен уместиться в 1,5 года. В табл. 2 приведен разрабо-

танный график реализации проекта с указанием продолжительности каждого из этапов.

Основные инвестиционные затраты связаны с приобретением и поставкой технологического оборудо-

дования (до 75% от общей суммы затрат), изготовлением, поставкой и монтажом металлоконструкций цеха (13-15%). Общая сумма затрат на реализацию проекта находится на уровне 5500 тыс.евро.

Таблица 2

График реализации проекта

Наименование этапа	1-ый год				2-ой год	
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.
1. Выбор технологического оборудования и заключение контрактов на поставку						
2. Проектные работы						
3. Заключение контрактов на изготовление и поставку конструкции производственного цеха						
4. Изготовление и поставка технологического оборудования						
5. Изготовление и поставка конструкций производственного цеха						
6. Строительство цеха и монтаж оборудования						
7. Пуско-наладка и обучение персонала						
8. Освоение мощностей и выход на проектную мощность						

Оценка эффективности предлагаемой технологии выполнена в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов» [2]. Эффективность проекта определена, исходя из следующих начальных условий:

- Производительность цеха – 50 тыс.тонн в год;
- Горизонт планирования – 10 лет;
- Действующая цена на тонну продукта – 150 евро (FOB Санкт-Петербург);
- Курс евро на начало проекта – 63,0 руб.;
- Ставка дисконтирования – 16%.

В качестве показателей, используемых для оценки эффективности проекта, определены:

1) Чистый доход от реализации проекта:

$$PV = \sum_{t=0}^n CF_t - \sum_{t=0}^n I_t, \quad (1)$$

где CF_t – чистый приток платежей в периоде t ;

I_t – отток платежей в периоде t .

n – число периодов реализации проекта.

2) Чистый дисконтированный доход:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

где r – норма дисконта.

3) Внутренняя норма доходности (IRR):

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - I_0 = 0, \quad (3)$$

4) Простой срок окупаемости проекта:

$$T = n, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n CF_t > I_0, \quad (4)$$

5) Дисконтированный срок окупаемости:

$$T = n, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} > I_0, \quad (5)$$

Результаты расчета показателей коммерческой эффективности проекта по строительству цеха по производству гранул приведены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет показателей коммерческой эффективности

Наименование показателя	Значение
Чистый доход, тыс. евро	25673,4
Чистый дисконтированный доход, тыс. евро	9551,5
Внутренняя норма доходности, %	52,7

Простой срок окупаемости, лет	3,81
Дисконтированный срок окупаемости, лет	4,36

В целях определения возможных рисков, связанных с реализацией проекта выполним анализ чувствительности. В качестве интегрального показателя, характеризующего итоговый результат проекта, будет использован показатель внутренней нормы рентабельности (IRR), а в качестве варьируемых факторов, непосредственно влияющих на его размер, приняты следующие:

- Снижение цены на производимую продукцию;
- Сокращение объема производства продукции;
- Увеличение уровня инвестиционных затрат.

В табл. 4 приведены результаты расчета значений интегрального показателя проекта при изменении варьируемых факторов. Критическое значение интегрального показателя достигается при:

- снижении цены на производимую продукцию на 51,2%, до уровня 78 евро за тонну продукции;
- снижении объемов производства продукции на 64,5%, до уровня 53,3 тонн в год;
- увеличении инвестиционных затрат, связанных с реализацией проекта более чем в 3 раза.

Таблица 4

Анализ чувствительности проекта

Параметр / Диапазон изменения	Снижение цены	Снижение объема производства	Увеличение инвест. затрат
-50%	17,2	26,1	-
-40%	25,9	32,2	-
-30%	33,5	37,8	-
-20%	40,4	43,0	-
-10%	46,7	48,0	-
проект	52,7	52,7	52,7
+10%	-	-	48,6
+20%	-	-	45,0
+30%	-	-	41,9
+40%	-	-	39,1
+50%	-	-	36,6
критич. значение	снижение на 51,2%	снижение на 64,5%	увеличение в 3,02 раза

Проведенные расчеты показывают, что проект практически не подвержен рискам, свидетельствуют о достаточной финансовой прочности проекта и его финансовой состоятельности. Однако отметим, что создание подобного производства имеет смысл, только в том случае, если имеется достаточное количество сырья, т.е. отходов производства. Идеальным вариантом является сочетание лесопильного производства и линии по производству гранул.

Таким образом, можно утверждать, что производство гранул, основанное на использовании современной технологии, является одним из перспективных и эффективных способов решения вопроса эффективного использования отходов лесопиления. Внедрение технологии производства пеллет на лесопильных предприятиях позволит решить проблему рационального использования отходов лесопиления, а также повысить рентабельность производства за счет получения экологически чистого экспортного продукта.

Сегодня по статистике свыше 90 % производимых в стране пеллет экспортируется из России [9]. Проблема видится вдругом, по оценкам экспертов, внутреннего рынка пеллет практически нет, что и неудивительно, при тех условиях, когда спрос на европейском рынке биотоплива все еще превышает предложения. И все же, несмотря на неоспоримую экономическую привлекательность экспортного ориентирования производимой продукции, предложим рассмотреть альтернативный подход к использованию пеллет на внутреннем рынке.

Одной из главных проблем в энергетической отрасли страны сегодня остается неудовлетворительное состояние основных фондов, в частности котельных. Около 90% котлов эксплуатируются более 30 лет, их технический уровень, экономические и экологические показатели, не соответствуют современным требованиям. Кроме того, большинство небольших поселковых котельных работают на дорогостоящем топливе – мазуте или угле. С учетом транспортной составляющей, низким КПД устаревших котлов и большого количества обслуживающего персонала, стоимость выработки тепла в таких котельных значительно завышена. В таблице 5 приведено сравнение основных характе-

ристик топливных гранул с другими видами используемого топлива.

В этих условиях, одним из способов решения данного вопроса, мог бы стать вариант взаимовыгодного сотрудничества власти и бизнеса, предусматривающий строительство или модернизацию морально устаревших котельных и их перевод на биологически чистое местное древесное топливо. Такой подход позволит сократить численность обслуживающего персонала на 30%, увеличить КПД котельной с 50-55% до 90% и повысить надежность теплоснабжения.

Помимо экономического аспекта и независимости от поставщиков традиционного топлива стоит сказать и об экологической безопасности данного оборудования. Использование подобных котельных позволяет добиться сокращения вредных выбросов с дымовыми газами [3]. Лесопильные компании, производящие биотопливо выражают заинтересованность в подобном сотрудничестве и готовы взять на себя значительную часть затрат, связанных с реализацией совместных проектов. Такой новый формат отношений основывается на социальном партнерстве и экологической ответственности.

Таблица 5
Сравнительная характеристика различных видов топлива

Вид топлива	Уголь	Мазут	Гранулы
1. Теплота сгорания, МДж/кг	15-25	40-42	18,5
2. Выделение серы, %	1-3	1,2	<0,1
3. Выделение углекислого газа, кг/ГДж	60	78	0
4. Зола, %	25-35	1,5	1
5. КПД котла	70	80	93

Механизм реализации проекта может выглядеть следующим образом: создается государственная компания, задачами которой является разработка и реализация программ по привлечению инвестиций, отбору инвесторов, разработки и утвер-

ждению проектов по модернизации котельных. Инвестор, в качестве которого, может выступать лесозаготовительное или деревообрабатывающее предприятие, обладающее значительными объемами отходов лесопиления, как правило, за свой счет осуществляет строительство новой котельной или перевод котла на биотопливо. Органы государственной власти, также участвуют в проекте, вкладывая бюджетные средства в улучшение инфраструктуры котельной и капитальный ремонт сетей.

Плюсы реализации подобных проектов очевидны для всех его участников. Инвестор получает дополнительный стабильный рынок сбыта продукции (в случае использования топливных гранул) или отходов производства (при использовании щепы). Государство, помимо решения проблем с отоплением отдаленных поселков, значительно экономит бюджетные средства необходимые на покупку и доставку привозного топлива, получает дополнительный доход в виде налоговых поступлений и значительно снижает негативное воздействие, оказываемое на окружающую среду.

Оценим экономическую эффективность проекта строительства блочно-модульной котельной контейнерного типа, мощностью 6,4 МВт (5,5 Гкал/час). Котельная изготавливается на заводе совместно со складом топлива. Для ее установки необходимо подготовить фундамент и подвести инженерные сети. Котельная работает в автоматическом режиме. Предусматривается установка двух котлов, работающих на топливных гранулах, монтаж современных систем автоматики и химводоподготовки. Автоматика управляет работой котлов и отслеживает показание датчиков по состоянию рабочих параметров. Оператор котельной может регулировать процесс выработки тепла со щита управления [5].

В таблице 6 приведен календарный график строительства котельной с указанием сроков и сумм, затраченных на выполнение каждого этапа.

Определим общий объем тепловой энергии, вырабатываемый котельной в год:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{зас}} \cdot (6)$$

где $Q_{\text{от}}$ – энергия, вырабатываемая котельной для нужд отопления;

$Q_{звс}$ – энергия, вырабатываемая котельной для нужд горячего водоснабжения.

$$Q_{от} = M_{от} \times t \times \eta \times T, \quad (7)$$

где $M_{от}$ – мощность котлов для нужд отопления, Гкал/час;

t – время работы котла в сутках, час;

η – КПД котла;

T – отопительный период, дней.

$$Q_{от} = 5,5 \times 24 \times 0,9 \times 193 = 22928,4 \text{ Гкал}$$

$$Q_{звс} = M_{звс} \times t \times \eta \times T \times \lambda, \quad (8)$$

где $M_{звс}$ – мощность котлов для нужд горячего водоснабжения;

T – время работы котла вне отопительного периода, дней;

λ – коэффициент использования мощности котла.

$$Q_{звс} = 2,75 \times 24 \times 0,9 \times (365 - 193) \times 0,7 = 7151,8 \text{ Гкал}$$

$$Q_{общ} = 22928,4 + 7151,8 = 30080,2 \text{ Гкал}$$

Стоимость реализуемой энергии:

$$S = Q_{общ} \times K, \quad (9)$$

Где K – тариф на тепловую энергию для населения, руб./Гкал [6].

$$S = 30080,2 \times 1980,5 = 59,57 \text{ млн. руб.}$$

Годовые затраты на производство энергии:

$$Z_{сум} = Z_{мат} + Z_{опл.тр.}, \quad (10)$$

где $Z_{мат}$ – материальные затраты (расходы на сырье и затраты энергоресурсов);

$Z_{опл.тр.}$ – затраты, связанные с оплатой труда персонала и отчислением на социальные нужды.

Учитывая теплотворную способность топливных гранул 4,6 кВт\кг, для выработки 30080,2 Гкал энергии в год потребуется 7265 тонн гранул.

Затраты энергоресурсов определены исходя из их расхода для производства 1 Гкал энергии и находятся на уровне 27,4 руб.

Потребность в трудовых ресурсах оценена на основании имеющихся проектов-аналогов, а также с учетом данных, предоставленных производителями оборудования. Общая численность персонала котельной 5 человек. Годовой фонд оплаты труда с отчислениями на социальные нужды составляет 2,42 млн руб. Итоговые затраты на производство энергии составят 51,19 млн рублей в год.

Результаты расчета коммерческой эффективности проекта приведены в табл. 7.

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что экономическая целесообразность реализации подобных проектов просматривается.

Таблица 6

Календарный график строительства котельной

Наименование этапа	Срок выполнения			
	Сумма, млн.руб.	1 мес.	2 мес.	3 мес.
1. Проектные работы	1,5			
2. Выбор оборудования, заключение контрактов и поставка	15,6			
3. Строительство и монтажные работы	4,3			
4. Пусконаладочные работы	0,4			

Строительство комплекса подобных модульных котельных различной мощности, работающих на биотопливе, способно решить имеющиеся проблемы в обеспечении теплом жителей отдаленных поселков.

Таблица 7

Расчет показателей коммерческой эффективности

Наименование показателя	Значение
Чистый дисконтированный доход, млн.руб.	19,85
Внутренняя норма доходности, %	31,58
Простой срок окупаемости, лет	3,60
Дисконтированный срок окупаемости, лет	4,17

Можно утверждать, что использование биотоплива позволяет значительно снизить стоимость выработанного тепла в сочетании с сокращением негативного влияния на окружающую среду. Такой

альтернативный подход представляется согласованным решением между экологическими и экономическими интересами государства и бизнеса. Использование биокотельных позволит обеспечить автономность удаленных предприятий и мест проживания, сократит объем вредных выбросов в атмосферу, значительно улучшит экологическую обстановку и позволит использовать более дешевое местное топливо взамен привозного.

Подведем итоги.

Вопрос более эффективного использования отходов лесопиления назрел давно. Производство гранул, основанное на использовании современной

технологии, является одним из перспективных и эффективных способов его решения. Внедрение технологии их производства на лесопильных предприятиях позволит решить проблему рационального использования отходов лесопиления, а также повысить рентабельность производства за счет получения дополнительных средств. Предложенный альтернативный способ реализации продукции способен решить ряд проблем в области энергообеспечения, значительно снижая при этом негативное воздействие оказываемое на окружающую среду.

Библиографический список

1. Безрукова Т. Л. Эффективное развитие промышленного предприятия в условиях его вертикальной интеграции [Текст] / Т. Л. Безрукова, А. Н. Борисов, И. И. Шанин // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 2. – С. 155–163.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [Текст]: вторая редакция, утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 №ВК477 / В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – М.: Изд-во «Экономика», 2000. – 421 с.
3. Обухов, Д. Биотопливные котельные установки и их преимущества в условиях современного рынка энергопотребления [Текст] / Д. Обухов // Дерево.Ru. – 2017. - №1. – С. 50-54.
4. Обухов, Д. Гранулирование древесных отходов [Текст] / Д. Обухов // Дерево.Ru. – 2016. - №5. – С. 70-73.
5. Передерий, С.Э. Пеллетные котельные: перспективы для России [Текст] / С. Э. Передерий // Леспротформ. – 2011. - №4. – С. 146-156.
6. Adams, P. W. R. Comparative cradle-to-gate life cycle assessment of wood pellet production with torrefaction [Text] / P. W. R. Adams, J. E. Shirley, M. C. McManus // Applied Energy. - 2015. – vol.138. – Pp.367-380.
7. Enplus-pellets.eu. Quality certification scheme for wood pellets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.enplus-pellets.eu/downloads/enplus-handbook>.
8. Lester, W. T. Assessing the economic impact of alternative biomass uses: biofuels, wood pellets, and energy production [Text] / W. T. Lester, M. G. Little, G. J. Jolley // Journal of Regional Analysis & Policy. - 2015. – vol.45. – Pp.36-46.
9. Moneymakerfactory.ru. Бизнес-портал. Производство пеллет как бизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moneymakerfactory.ru/biznes-idei/obzor-proizvodstvo-pellet>.
10. Sukhanov, G. G, Sukhanova, E. V. Economic aspects of solid wood waste use -Hannover, EuropaisheWissenschaftlicheGesellschaft, 2013, c.130-131.
11. Trømborg, E. Economic sustainability for wood pellets production - Acomparative study between Finland, Germany, Norway, Sweden and the US [Text] / E. Trømborg, T. Ranta, J. Schweinle, B. Solberg, G. Skjevraak, D. G. Tiffany // Biomass and Bioenergy Journal. – 2013. – vol.57. – Pp.68-77.

References

1. Bezrukova T.L., Borisov A.N., Shanin I.I. *Effektivnoe razvitie promyshlennogo predpriyatiya v usloviyakh ego vertikal'noy integratsii* [Effective development of an industrial enterprise in the context of its vertical integration]. *Forestry Engineering Journal*. 2012, no.2, pp.155-163.
2. Kossov V.V., Livshits V.N., Shakhnazarov A.G. eds. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov* [Methodological recommendations on the evaluation of the effectiveness of investment projects]. Moscow: EconomicsPubl., 2000 – 421 p. (in Russian).
3. Obuhov D. *Biotoplivnye kotel'nye ustanovki I ikh preimushchestva v usloviyakh sovremennogo rynka energopotrebleniya* [Biofuel boiler plants and their benefits in today's energy market]. *Derevo.Ru*, 2017, no.1, pp.50-54 (in Russian).
4. Obuhov D. *Granulirovanie drevesnykh otkhodov* [Granulation of wood waste]. *Derevo.Ru*, 2016, no.5, pp.70-73 (in Russian).
5. Perederiy S.E. *Pelletnye kotel'nye: perspektivy dlya Rossii*. [Pellet boiler houses: perspectives for Russia]. *Lesprominform*, 2011, no.4, pp.146-156 (in Russian).
6. Adams. P.W.R., Shirley J.E., McManus M.C. Comparative cradle-to-gate life cycle assessment of wood pellet production with torrefaction. *Applied Energy*, Volume 138, 2015, Pages 367-380.
7. Enplus-pellets.eu. Quality certification scheme for wood pellets. Available at: <http://www.enplus-pellets.eu/downloads/enplus-handbook/> (accessed 30 May 2017).
8. Lester W.T., Little M.G., Jolley G.J. Assessing the economic impact of alternative biomass uses: biofuels, wood pellets, and energy production. *Journal of Regional Analysis & Policy*, Volume 45, 2015, Pages 36-46.
9. *Proizvodstvo pellet kak biznes* [Production of wood pellets as a business]. Available at: <http://moneymakerfactory.ru/biznes-idei/obzor-proizvodstvo-pellet/> (accessed 30 May 2017).
10. Sukhanov G.G, Sukhanova E.V. Economic aspects of solid wood waste use - Hannover, *Europaishe Wissenschaftliche Gesellschaft*, 2013, Pages 130-131.
11. Trømborg E., Ranta T., Schweinle J., Solberg D., Skjevrak G., Tiffany D. G. Economic sustainability for wood pellets production - A comparative study between Finland, Germany, Norway, Sweden and the US. *Biomass and Bioenergy Journal*, Volume 57, 2013. Pages 68-77.

Сведения об авторе

Ванин Максим Владимирович – аспирант ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра «Финансы и кредит», г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: vanin.mv@gmail.com.

Information about author

Vanin Maxim Vladimirovich - Post-graduate student Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», chair of Finance and Credit, Arkhangel'sk, Russia federation; e-mail: vanin.mv@gmail.com.