

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА В БИОЭНЕРГЕТИКЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

© 2018 А.В. Любимов<sup>1</sup>, А.А. Селиванов<sup>1</sup>, А.Н. Крючков<sup>2</sup>,  
Кхумало Номагсино Номалунгело<sup>1</sup>, Чан Хау Тхин<sup>1</sup>, С.В. Саксонов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

<sup>2</sup> Тольяттинское отделение русского ботанического общества, г. Тольятти

<sup>3</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 04.04.2018

Проблемы энергообеспечения Северо-Западного региона России сохраняют свою актуальность вследствие суровых климатических условий и размещения на территории региона крупных промышленных предприятий. Один из возможных путей улучшения системы энергообеспечения Северо-Запада - развитие биоэнергетики на местных возобновляемых источниках. Северо-Запад России является основной лесозаготовительной базой России, что определяет доступность древесных отходов. Использование отходов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки в качестве сырья для производства древесного топлива помогает решить сразу две острейшие проблемы: утилизация древесных отходов и эффективное энергоснабжение региона.

*Ключевые слова:* запас, прирост, фитомасса, древесное топливо, база картографических и атрибутивных данных, математико-статистическое моделирование, лесопользование.

На Северо-Западе сосредоточены большие запасы природно-сырьевых ресурсов. Здесь созданы крупные минерально-сырьевая, топливно-энергетическая и лесохозяйственная базы, имеющие общероссийское значение. Северо-Запад России – преимущественно индустриальный район, и энергетика оказывает определяющее влияние на функционирование и развитие экономики Северо-Запада [8].

Размещение на территории Северо-Запада крупных энергоемких производств и суровые климатические условия делают вопрос энергообеспечения региона едва ли не самым актуальным на сегодняшний день.

Несмотря на наличие в пределах рассматриваемого региона всего спектра традиционных видов топлива, таких как нефть, природный газ, конденсат угля, Северо-Запад в значительной степени зависит от привозных энергоресурсов [1,4]. Использование местных ресурсов Северо-Западного региона, к которым относится биомас-

*Любимов Александр Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: lyubitoff@yandex.ru*

*Селиванов Анатолий, Архипович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор Института леса и природопользования. E-mail: aa\_selivanov@gmail.ru*

*Крючков Андрей Николаевич, кандидат географических наук, член Российского Ботанического общества. E-mail: land-1967@yandex.ru*

*Кхумало Номагсино Номалунгело, инженер.*

*E-mail: gcinok@yahoo.com*

*Чан Хау Тхин, аспирант. E-mail: thindhv@gmail.com*

*Саксонов Сергей Владимирович, доктор биологических наук, профессор, врио директора.*

*E-mail: sv saxonoff@yandex.ru*

са, позволит в значительной мере освободиться от этой зависимости и существенно увеличить энергетическую безопасность региона.

В исследовании использованы общенаучные методы теоретического анализа, синтеза, индукции, компаративистский и математический методы. В работе реализован комплексный и системный подходы к изучению проблемы.

Биомасса является одним из видов экологически чистых возобновляемых источников энергии, расширение масштабов применения которых признано одной из главных задач Энергетической стратегии России на период до 2020 года. В современных условиях биомасса стала сырьем для получения различных видов биотоплива [9]:

- древесное топливо (woodfuel) – сырье из леса, не прошедшее химическую обработку, в том числе и отходы деревообрабатывающей промышленности;

- аграрные топлива (agriculturalfuel) – топливо сельскохозяйственного происхождения (например, «энергетические» плантации, трава, солома, зерно для производства этанола и растительных масел);

- щелоки (blackliquor) – побочный продукт целлюлозно-бумажных предприятий; образуются при варке щепы и содержат органические соединения, которые можно сжигать;

- биотопливо из отходов (biofuelfromassortedwastes) производится из органического мусора и отходов (например, производство метанола из канализационных газов на очистных сооружениях).

Наибольшим энергетическим потенциалом на Северо-Западе в силу высокого уровня развития отраслей лесного комплекса в регионе обладает древесное топливо.

Древесное топливо определяется как биотопливо, полученное из лесных материалов: дров, коры, хвои, листьев. Понятие «древесное топливо» охватывает все виды топлива, для которых древесина или части дерева, не прошедшие никакой химической обработки, являются исходным материалом. Например, отходы лесозаготовок (сучья, ветки, вершинки) и нетоварная древесина. Кроме того, отходы от рубок ухода (прореживаний, прочисток и осветлений), в также деревообработки (стружка, опилки, щепа и т.д.) [7,12,13].

На территории Северо-Запада сосредоточено около 60% лесов Европейской части России. Удельный вес лесопромышленного комплекса в общем объеме промышленного производства округа составляет более 15% [4]. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная отрасли относятся к ряду доминирующих отраслей промышленности в таких регионах Северо-Запада, как Архангельская область, Карелия, Республика Коми, Ленинградская, Новгородская и Вологодская области.

Таким образом, использование отходов отраслей лесного комплекса в качестве сырья для производства биотоплива способствует решению сразу двух острейших для Северо-Запада проблем: рациональное использование и утилизация отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности и эффективное энергоснабжение региона.

Основной ресурсной базой биотоплива на Северо-Западе являются отходы лесозаготовок, которые составляют 40-60% объема заготавливаемой древесины, и отходы, образующиеся при переработке древесины (таблица 1) [2,3].

По самым приблизительным оценкам суммарное годовое количество отходов лесопромышленного комплекса Северо-Западного региона России превышает 55 млн.м<sup>3</sup>, что эквивалентно примерно 9,7 млн. т нефтяного эквивалента. Однако доступность энергетических

ресурсов древесной биомассы в отдельных регионах Северо-Запада, а, следовательно, экономическая целесообразность использования различных видов отходов существенно различается.

Технический потенциал биоэнергетики, т.е. то количество биоэнергии, получение которой возможно при данном уровне развития технических средств, на Северо-Западе значительно ниже: он оценивается специалистами в 2,8 - 3 т н.э. (около 4 млн. т условного топлива) [5].

Дрова, топливные балансы, кора, отходы лесопилок, топливная щепа и т.п. классифицируются как необлагороженное древесное топливо. Древесное сырье, подвергнутое специальной механической обработке с целью улучшения физических, механических и теплотворных свойств, называется облагороженным древесным топливом (рис. 1).

Облагороженное топливо отличается более высокими качественными характеристиками: пониженной влажностью, однородным фракционным составом, высокой плотностью, чистотой (отсутствием посторонних включений, таких как камни, куски металла, комья земли) и высоким теплосодержанием.

Облагороженное древесное топливо пока не является конкурентоспособным на внутреннем рынке Северо-Запада, однако оно составляет потенциальную статью дохода среди экспортно ориентированной продукции лесопромышленного комплекса, поскольку спрос на древесные гранулы и брикеты в странах Северной и Западной Европы существенно превышает предложение.

Специалисты отмечают, что, исходя из анализа цен на основные виды энергоресурсов, даже необлагороженная биомасса во многих случаях превосходит традиционные виды топлива по экономике использования (таблица 2) [6,10].

Экономическая выгода использования щепы в качестве топлива для котельных, а в перспективе и для ТЭЦ, не вызывает сомнений. Единица энергии, вырабатываемая при сжигании щепы, дешевле, чем полученная при сжигании угля и мазута, но вдвое дороже по сравнению с газом,

**Таблица 1.** Оценка теоретически возможных энергетических ресурсов древесной биомассы в Северо-Западном регионе [2]

	Объем, млн.м <sup>3</sup> /год	Доля от общероссийских показателей, %	Энергетический эквивалент, млн.т нефти
Отходы лесозаготовок	45,4	26,7	7,95
Отходы лесопереработки	10	22,8	1,75
Итого	55,4	25,9	9,69

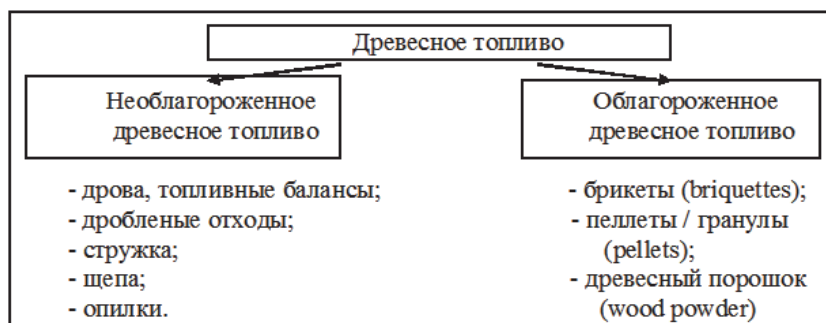


Рис. 1. Классификация древесного топлива по способу и форме производства [7,11]

Таблица 2. Стоимость 1 кВт энергии, произведенного с использованием различных видов топлива [6]

Топливо	Теплотворность, кВт*ч/кг	Цена топлива, €/тонна	Стоимость тепла, €/кВт*ч
Мазут	10,81	133	0,019
Уголь	4,65	45	0,019
Щепа	2,0	19	0,016
Опилки	0,81	6,5	0,016
Гранулы	4,8	90	0,022

что объясняется низкими внутренними ценами на газ [1]. Однако тенденции развития топливно-энергетического комплекса России свидетельствуют о том, что цены на жидкое топливо и газ постепенно вырастут до уровня мировых. Следовательно, использование отходов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки в качестве энергоресурсов становится все более актуальным для Северо-Западного региона.

## ВЫВОДЫ

Обобщая вышесказанное, отметим, что целесообразность вовлечения в топливный баланс Северо-Запада такого вида биомассы как отходы лесной и деревообрабатывающей отраслей промышленности обусловлена целым рядом причин:

- накоплением значительного теоретического и практического мирового опыта использования органических веществ растительного происхождения в качестве альтернативного источника энергии;
- тенденциями развития ТЭК России, ориентированного на расширение применения местных возобновляемых источников энергии;
- экологичностью биомассы, как топлива, использование которого существенно снижает выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе и главных «парниковых газов»;
- доступностью отходов отраслей лесного комплекса в Северо-Западном регионе;
- комплексным решением проблем утилизации отходов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки в процессе заготовки древесного

сырья для производства биотоплива;

- возможностью повысить экспортный потенциал региона, в частности, и страны, в целом, за счет экономии традиционных энергоресурсов (газ, продукты нефтепереработки);
- стимулированием увеличения лесозаготовок, вследствие создания спроса на низкокачественную и дровяную древесину, отходы рубок прореживания и осветления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенин А.А. Проблемы использования энергоресурсов в регионах, имеющих лесной фонд (на примере Ленинградской области) // Записки горного института. 2000. Т. 145(1). С. 93-98.
2. Зысин Л.В., Кошкин Н.Л. Некоторые итоги применения растительной биомассы в энергетике развитых стран // Теплоэнергетика. 1997. № 4. С. 28-32.
3. Зысин Л.В., Кошкин Н.Л., Финкер Ф.З. Вопросы энергетического использования биомассы отходов лесопроизводства // Теплоэнергетика. 1994. № 11. С. 30-35.
4. Основные направления стратегии социально-экономического развития Северо-Западного Федерального округа Российской Федерации на период до 2015 года / С.Д. Воронцова, М.Н. Григорьев, С.М. Климов, Л.П. Совершаева, Е.Г. Слущкий, Е.В. Хазова, А.М. Ходачек. СПб., 2003.
5. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России [под общей ред. П.П. Безруких]. СПб., 2002.
6. Технологические аспекты сжигания биотоплива. Официальный сайт компании ООО «ТЭКО-лтд». URL: [www.teco.karelia.ru](http://www.teco.karelia.ru) (дата обращения 14.02.2018).
7. Форнлинг К. Древесное топливо. Руководство по использованию // Программа развития приро-

- досберегающих энергосистем в странах Балтики и Восточной Европы. Лисинский лесхоз-техникум, 11 апреля 1996. С.1-41.
8. Энергетический рынок Северо-Запада России. 4-е сценария вывода из эксплуатации старых реакторов Кольской и Ленинградской АЭС. Норвежское общество охраны природы NORGES NATURVERNFORBUND. URL: [www.decomatom.org.ru](http://www.decomatom.org.ru) (дата обращения 14.02.2018).
  9. Bioenergy – a Review // Bioenergy. No. 1, 2003.
  10. Hakkira P., Nurmi J. Logging residue as a source of energy in Finland // Forest Management for Bioenergy. The Finnish Forest Research Institute. Research Papers 640, pp. 91-101, 1997.
  11. Lundborg A.A Sustainable Forest Fuel System in Sweden // Biomass and Bioenergy. 1998. Vol.15, Nos 4/5, pp. 399-406.
  12. Woodfuels // Bioenergy. No. 2, 2004.
  13. Wood fuel from Forestry and Arboriculture. London. 2002

## PARTICULARITY OF THE WOODEN FUEL UTILIZATION IN BIOENERGY COMPLEX OF RUSSIAN NORTH-WEST

© 2018 A.V. Lyubimov<sup>1</sup>, A. A. Selivanov<sup>1</sup>, A.N. Kryuchkov<sup>2</sup>,  
Khumalo Nomagcino Nomalungelo<sup>1</sup>, Trun Hau Thin<sup>1</sup>, S.V. Saksonov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov

<sup>2</sup> Togliatti Branch of the Russian Botanical Society, Togliatti

<sup>3</sup> Institute of Ecology of Volga basin of RAS, Togliatti

The question of the energy supply of the North-West of Russia keeps urgency due to the severe climate conditions and the allocation of the large-scale industrial enterprises. One of the possible ways of improving the energy system of the region is the development of bioenergy by using the local renewable source of energy. The North-West region is considered to be the main base of logging and wood industries in Russia, that determines the availability of wood residues. The using of the forest residues, the logging residues and the by-products of wood industry as a raw material for production woodfuel helps to solve two sharp problems at once – the utilization of residues and the effective power supply.

*Keywords:* reserve, increase, phytomass, wood fuel, database of cartographic and attribute data, mathematical and statistical modeling, forest management.

---

Alexandr Lyubimov, Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor. E-mail: [lyubimoff@yandex.ru](mailto:lyubimoff@yandex.ru)

Anatoly Selivanov, Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor, Director of the Institute of Forest and  
Environmental Management. E-mail: [aa\\_selivanov@gmail.ru](mailto:aa_selivanov@gmail.ru)

Andrey Kryuchkov, Candidate of Geography, Member of the  
Russian Botanical Society. E-mail: [land-1967@yandex.ru](mailto:land-1967@yandex.ru)

Khumalo Nomagcino Nomalungelo, Engineer.

E-mail: [gcinok@yahoo.com](mailto:gcinok@yahoo.com)

Tran Hau Thin, Post-Graduate Student.

E-mail: [thindhv@gmail.com](mailto:thindhv@gmail.com)

Sergey Saksonov, Doctor of Biology, Professor, Director.

E-mail: [svsaxonoff@yandex.ru](mailto:svsaxonoff@yandex.ru)