

УДК 620.953

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Харитонов Максим Сергеевич, канд. техн. наук, доцент
Шульган Владимир Игоревич, студент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: maksim.haritonov@klgtu.ru; st.kalcifer@mail.ru

В статье рассмотрены тенденции развития биоэнергетики с позиции использования твердой биомассы древесного происхождения. Представлен сравнительный анализ методов термохимической переработки древесных отходов для получения электрической энергии. Дана оценка объемов производства древесных отходов на территории Калининградской области, выполнен расчет энергетического потенциала древесной биомассы для развития систем распределенной генерации в соответствии с основными положениями энергетической стратегии России.

Мировые тенденции в области биоэнергетики

Биоэнергетика предполагает использование широкого спектра биологических материалов в энергетических целях. Их можно преобразовать в тепловую энергию, электричество и топливо для транспорта (биотопливо) с помощью различных технологий. Существует множество устоявшихся путей получения энергии из биомассы, которые технически проверены и доступны на коммерческом уровне. В то же время в разработке находится и ряд новых технологий. Традиционным методом использования биомассы является сжигание древесины или древесного угля, а также навоза и других сельскохозяйственных остатков простыми, экологически вредными и неэффективными способами. Учитывая потенциальные экологические, социальные и экономические последствия использования традиционных способов производства энергии, устойчивое использование «чистой» (нетрадиционной) биоэнергии является приоритетной задачей [1].

Биомасса составляет наибольшую долю в мировом энергоснабжении среди всех возобновляемых источников энергии. Она обеспечивает энергией не только системы отопления и транспорт, но и производ-

ство электроэнергии. На долю всех видов биоэнергетики приходится около 12% от общего конечного потребления энергии, при этом современные технологии биоэнергетики обеспечивают приблизительно 5 % от общего мирового потребления энергии (рис. 1) [2].

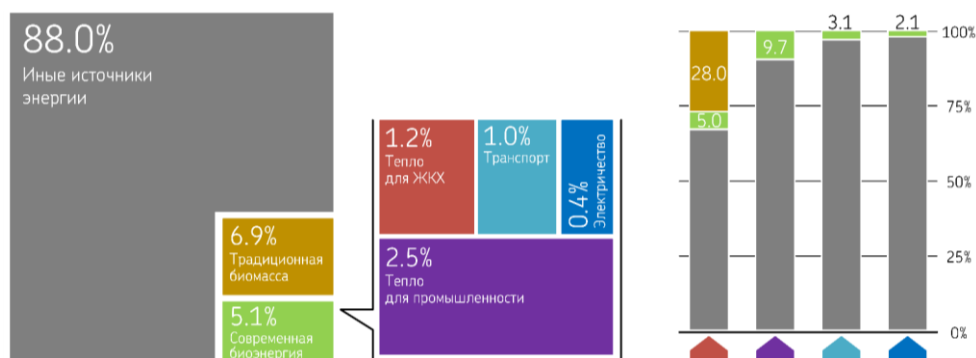


Рис.1 Расчетные доли биоэнергетики в общем конечном потреблении энергии, 2018 г.

Современная биоэнергетика обеспечивает производство около 8,6% мировой энергии, используемой для отопления, 3,1% энергии для транспорта и 2,1% энергии на электроснабжение. Использование современной биоэнергии наиболее быстро растет в электроэнергетическом секторе - примерно на 6,7% в год за последние пять лет - по сравнению с около 4,4% на транспортный сектор и только около 1,1% для отопления.

В странах ЕС для производства электроэнергии из биомассы применяются специализированные электростанции, в том числе на основе когенерационных установок. В качестве источника энергии применяются бытовые и древесные отходы, биогаз и жидкое биотопливо (рис. 2), при этом наибольшая установленная мощность генерирующего оборудования характерна для электростанций на древесных отходах [3].

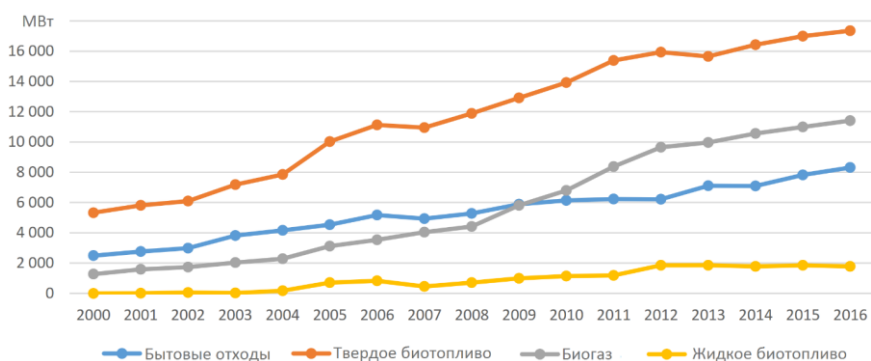


Рис. 2 Динамика изменения установленной мощности европейских био-электростанций

Технологии производства электроэнергии из древесной биомассы

В основе процессов получения электроэнергии из биомассы лежат термохимические технологии: сжигание, быстрый пиролиз и газификация, которые реализуются с использованием различного оборудования и характеризуются различными показателями эффективности (рис. 3).

Простейшим способом является прямое сжигание. Он характеризуется низким электрическим КПД, однако допускает использование широкого спектра оборудования и является наиболее дешевым по капиталовложениям [4].

Технология быстрого пиролиза представляет из себя процесс химического разложения древесных отходов без доступа кислорода. Данный способ позволяет получить высокоэнергоёмкое твердое биотопливо, удобное для транспортировки. КПД технологии быстрого пиролиза значительно выше, чем у прямого сжигания [5,6].

Одной из самых современных является технология газификации древесных отходов. Она имеет наибольшую эффективность среди рассматриваемых способов и позволяет получать газ, который может быть далее использован в газопоршневых установках для производства электроэнергии. Сложностью реализации этого способа является ограниченный выбор оборудования на рынке, а также его высокая стоимость [7,8]. Однако с учетом высоких энергетических показателей технологии газификации данное направление биоэнергетики является одним интенсивно развивающихся.

В частности, американская компания «Aries Clean Energy», образованная в 2010 году, ориентирована на строительство био-электростанций на основе использования технологий нисходящей газификации и

газификации в псевдоожоженном слое (рис. 4) [9]. Предлагаемые компанией технологические решения позволяют превращать отходы в удобный для транспортировки биоуголь. В процессе функционирования таких станций вырабатывается тепловая энергия, которая может быть далее использовано для отопления, горячего водоснабжения или выработки электроэнергии [10].

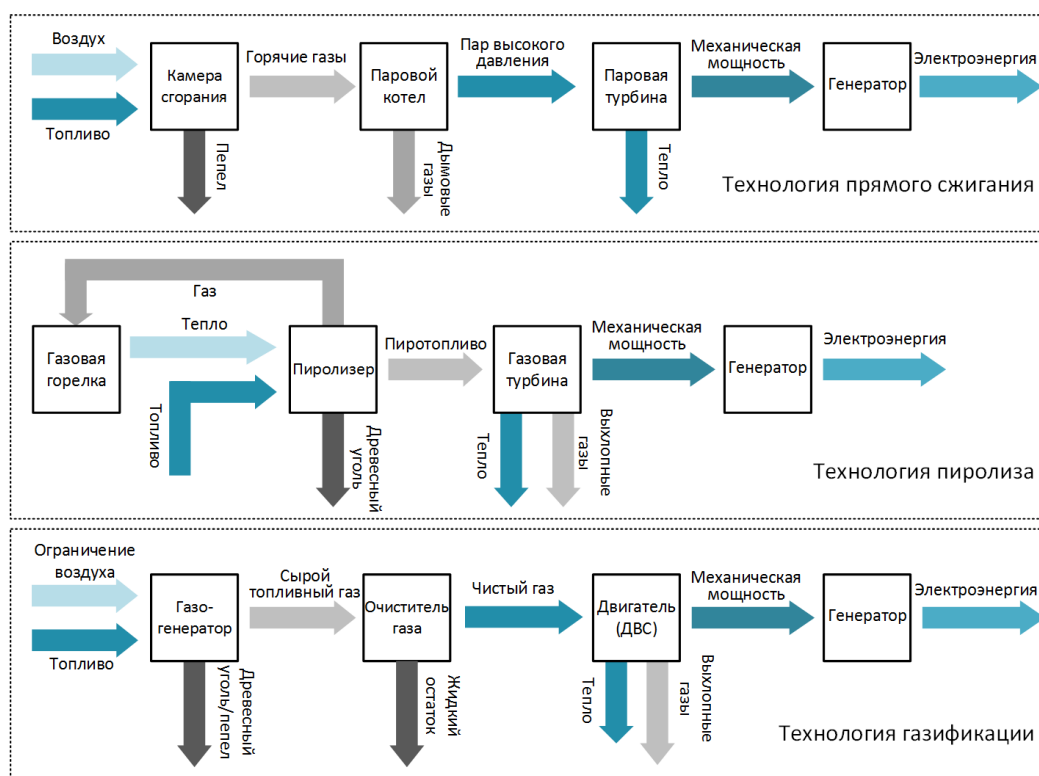


Рис. 3 Наиболее распространенные технологии получения электрической энергии из твердой биомассы

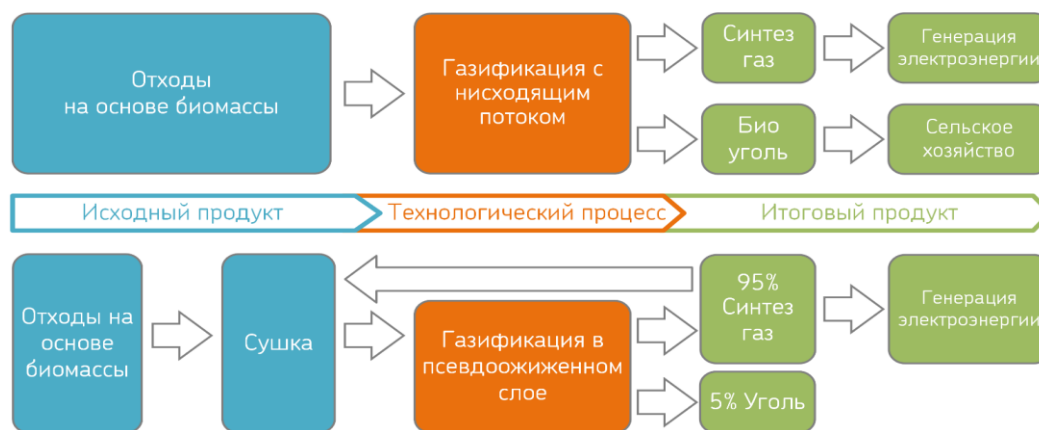


Рис. 4 Технологические схемы процессов газификации твердой биомассы, используемые на био-электростанциях производства «Aries Clean Energy»

Потенциал древесной биомассы в Калининградской области

Древесные отходы образуются в процессе лесозаготовки и дальнейшей лесопереработки. В зависимости от вида производства доля отходов может превышать 80% от исходного объема древесины. В то же время применяются технологии, позволяющие использовать часть отходов для дальнейшего создания готовой продукции. По результатам проведенного анализа данных о величине образования отходов [11] были получены энергетические диаграммы процесса переработки древесины с учетом основных технологических операций (рис. 5).

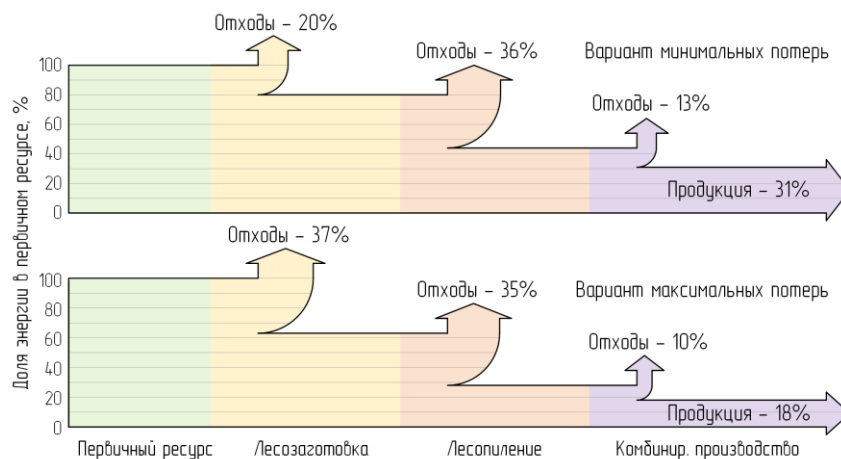


Рис. 5 Доля отходов в процессе производства продукции лесной промышленностью

Лесозаготовительные работы на территории Калининградской области с ведутся с различной интенсивностью во всех девяти лесничествах региона. По отчетным данным за 2018 год общий объем лесозаготовки составил 186 тыс. м³ (табл. 1) [12]. Лесной план на период 2019-2028 г. [12] предполагает ежегодные лесозаготовки в объеме 500-540 тыс. м³ при полном освоении плана. Анализ данных за период 2009-2018 гг. показал усредненное выполнение плана лесозаготовок на уровне 37%. С учетом данной величины была составлена карта-схема планируемого и ожидаемого освоения лесных ресурсов на территории Калининградской области на перспективу до 2025 г. (рис. 6).

Таблица 1

Объем заготовок в лесничествах за период с 2009 по 2017 год по видам вырубок

Наименование лесничества	Объем заготовки при рубке, тыс. м ³ ликвидной древесины					
	спелые и перестойные лесные насаждения		уход за лесами		Поврежденные и погибшие лесные насаждения	
	всего	за год	всего	за год	всего	за год
Багратионовское	8,9	1,0	2,0	0,2	18,5	2,1
Гвардейское	35,5	3,9	5,6	0,6	106,2	11,8
Железнодорожное	44,2	4,9	22,4	2,5	212,1	23,6
Калининградское	16,6	1,8	3,3	0,4	63,7	7,1
Краснознаменское	43,5	4,8	94,7	10,5	211,1	23,5
Нестеровское	7,5	0,8	38,3	4,3	45,8	5,1
Полесское	51,7	5,7	46,1	5,1	240,1	26,7
Славское	7,4	0,8	26,0	2,9	84,1	9,3
Черняховское	36,6	4,1	30,6	3,4	157,4	17,5

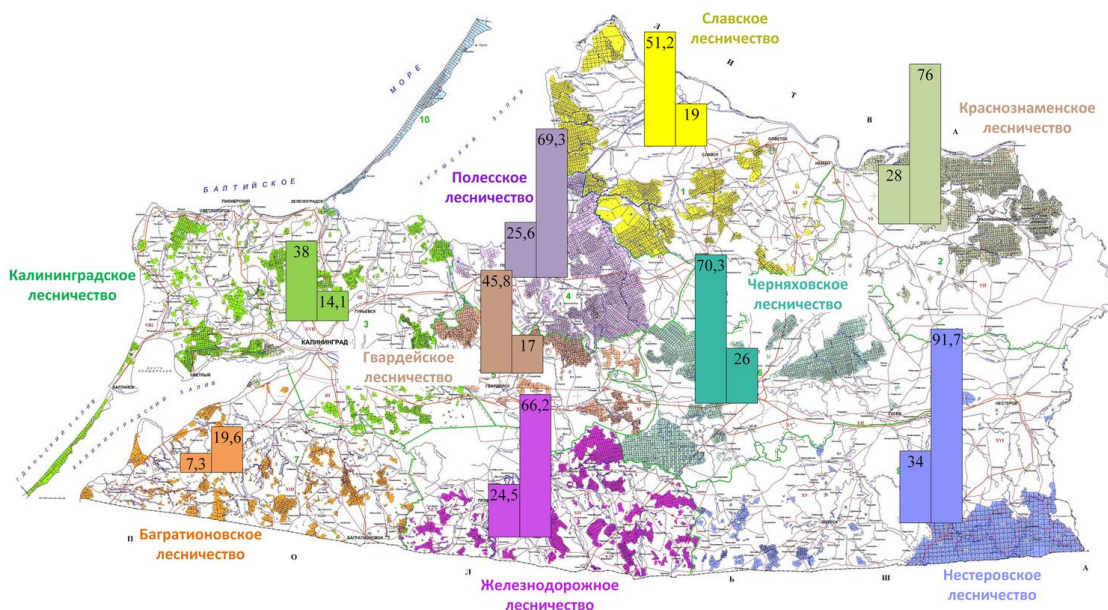


Рис. 6 Запланированные и ожидаемые объемы лесозаготовок в Калининградской области (тыс. м³)

С учетом особенностей технологических процессов получения электрической энергии путем сжигания, быстрого пиролиза и газификации древесных отходов [11,13,14] по данным о планируемых объемах лесозаготовок в отдельных лесничествах были рассчитаны приближенные значения установленной мощности электростанций при условии использования исключительно местных древесных отходов (табл. 2).

Таблица 2

Расчетная установленная мощность перспективных ТЭЦ по лесничествам региона

Наименование лесничества	Количество отходов в час в м ³	Мощность электрическая/тепловая, МВт		
		Сжигание	Быстрый пиролиз	Газификация
Нестеровское	1,16	0,16/0,40	0,27/0,67	0,72/0,65
Краснознаменское	0,96	0,13/0,33	0,22/0,55	0,59/0,54
Черняховское	0,89	0,12/0,31	0,20/0,51	0,55/0,50
Полесское	0,88	0,12/0,30	0,20/0,50	0,54/0,49
Железнодорожное	0,84	0,12/0,29	0,19/0,48	0,52/0,47
Славское	0,65	0,09/0,23	0,15/0,37	0,40/0,36
Гвардейское	0,58	0,08/0,20	0,13/0,33	0,36/0,32
Калининградское	0,48	0,07/0,17	0,11/0,28	0,30/0,27
Багратионовское	0,25	0,03/0,09	0,06/0,14	0,16/0,14

С учетом программы развития региональной энергетики [15] и планов муниципалитетов [16] по результатам проведенных исследований была составлена обобщенная карта с указанием наиболее перспективных с позиции развития распределенной генерации площадок для размещения ТЭЦ на древесных отходах в пределах населенных пунктов (рис. 7). На карте отмечены районы сбора древесных отходов и годовой объем отпуска тепловой энергии [15] в рассматриваемых городах. Сооружение мини-ТЭЦ в центрах электрических и тепловых нагрузок позволит решить проблему утилизации древесных отходов и обеспечить электро- и теплоснабжение потребителей по принципу распределенной энергетики.

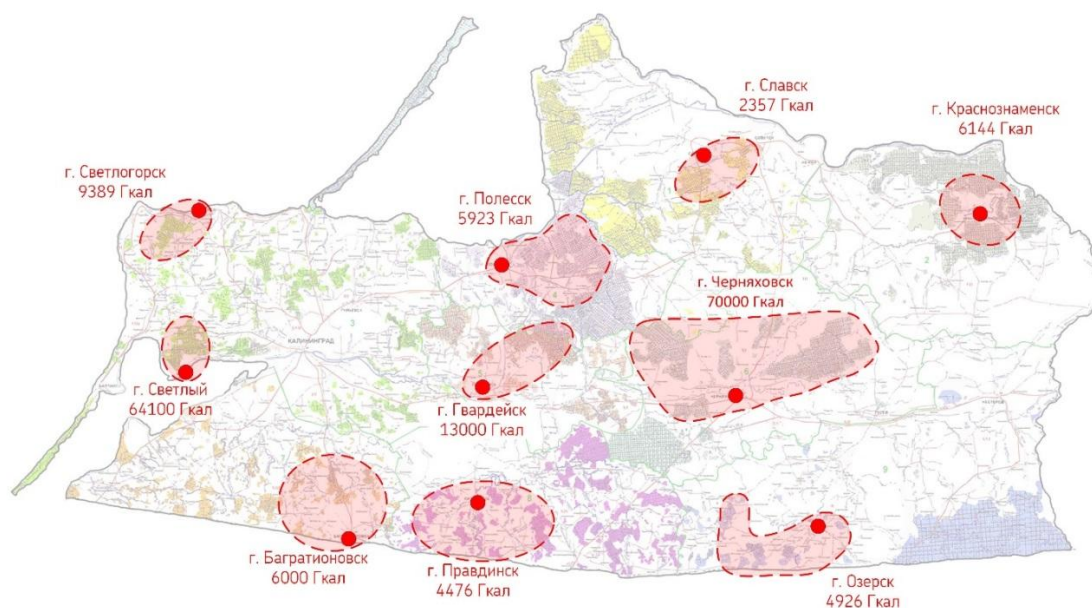


Рис. 7 Перспективные площадки размещения мини-ТЭЦ на территории Калининградской области

Заключение

По результатам выполненного комплекса исследований можно сделать вывод о наличии на территории Калининградской области доступного для освоения потенциала древесных отходов, главным образом в виде отходов лесозаготовки. В то же время его освоение затруднено в виду территориальной разобщённости районов проведения лесозаготовительных работ. В заданных условиях в качестве перспективного решения возможно рассмотреть когенерационные установки малой мощности в составе систем распределенной генерации. Применение установок данного типа возможно, как на предприятиях лесной промышленности в непосредственной близости к месту образования древесных отходов, так и в ближайших муниципальных образованиях вблизи центров электрических и тепловых нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Renewables 2020. Global status report // Электрон. дан. Режим доступа URL: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf (дата обращения: 05.09.2020).
- 2 Перспективы глобального перехода к возобновляемой энергетике // Электрон. дан. Режим доступа URL: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/1900916_GSR_2019_Perspectives_Russian.pdf (дата обращения: 05.09.2020).
- 3 European bioenergy day: What is the EU-28 Bioenergy Consumption? // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.europeanbioenergyday.eu/bioenergy-facts/bioenergy-in-europe/what-is-the-eu28-bioenergy-consumption/> (дата обращения: 20.11.2019)
- 4 Попель О.С. Энергия биомассы // Энергия: экономика, техника, экология. – 2016. – № 11. – С. 2-11.
- 5 Энергетическое использование жидких продуктов быстрого пиролиза древесины / С.А. Забелкин, Д.В. Тунцев, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // Лесной вестник. – 2010. – № 4. – С. 79-83.
- 6 Технология быстрого пиролиза // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://energolesprom.ru/tehnologiya/> (дата обращения: 18.03.2020).
- 7 Газификация древесных отходов / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, Д.А. Ахметова, Р.Р. Зиятдинов, А.Р. Хабибуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 8. – С. – 108-111.
- 8 Газификация древесины и сельскохозяйственных отходов // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://c-a-m.narod.ru/techno/wood_gasification_theory.html (дата обращения: 18.03.2020).
- 9 Delivering clean electrical or thermal energy from organic materials // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://ariescleanenergy.com/gasification/> (дата обращения: 03.09.2020).
- 10 Case Studies & Projects // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://ariescleanenergy.com/resources/case-studies/> (дата обращения: 03.09.2020).
- 11 Харитонов М.С., Шульган В.И. Перспективы использования древесных отходов в системах распределенной генерации на территории Калининградской области // Вестник молодежной науки. – 2020. – №2 (24). – 8 с.
- 12 Лесной план Калининградской области. – 2018. 24 с.
- 13 Головков С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 224 с.
- 14 Лямин В. А. Газификация древесины. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 260 с.
- 15 Схема и программа перспективного развития Калининградской области на 2020-2024 годы. – 2019. 19 с.
- 16 Муниципальные образования Калининградской области // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://gov39.ru/vlast/muni/> (дата обращения: 18.03.2020).

ANALYSIS OF THE WOOD BIOMASS POTENTIAL FOR THE DEVELOPMENT OF THE DISTRIBUTED GENERATION IN THE KALININGRAD REGION

Kharitonov Maxim Sergeevich, Dr.Sc.(eng.), associate professor
Shulgan Vladimir Igorevich, student

FSBEI HE "Kaliningrad state technical university",
Kaliningrad, Russia, e-mail: maksim.haritonov@klgtu.ru

The article concerns the development trends of bioenergy from the standpoint of solid wood biomass. The authors provide comparative analysis of thermochemical methods for wood waste processing to obtain electrical energy. An assessment of the wood waste volumes production in the Kaliningrad region is given. The calculation of the wood biomass energy potential for the development of distributed generation systems is made in accordance with the main provisions of the Energy Strategy of Russia.