



АНАЛИЗ ЕВРОПЕЙСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ БИОЭНЕРГЕТИКИ И ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.С. Харитонов, канд. техн. наук, доц.,
maksim.haritonov@klgtu.ru

В.И. Шульган, студент, st.kalcifer@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Представлены результаты анализа тенденций развития биоэнергетики в странах ЕС. Рассмотрены тенденции и технологии использования твердых древесных отходов для производства электроэнергии. Дана оценка потенциала твердой биомассы древесного происхождения на территории Калининградской области.

биоэнергетика, распределенная энергетика, твердые древесные отходы, электроэнергетика, тенденции развития, технология переработки, потенциал биомассы

В настоящее время в мире прослеживается тенденция увеличения доли производства электроэнергии за счет использования возобновляемых энергетических ресурсов. В определенной степени это достигается путем реализации потенциала биоэнергетики, в частности, использования твердой биомассы древесного происхождения. Так, в Европе наблюдается устойчивый рост производства электроэнергии за счет биомассы (рис. 1а) [1], а общий вклад биоэнергетики в производство электроэнергии в странах ЕС составляет 5,6 % (рис. 1б), что соизмеримо с долей применения биотоплива в транспортном секторе (4,7 %), но в разы меньше объемов использования биомассы для производства тепла (16,9 %) [2].

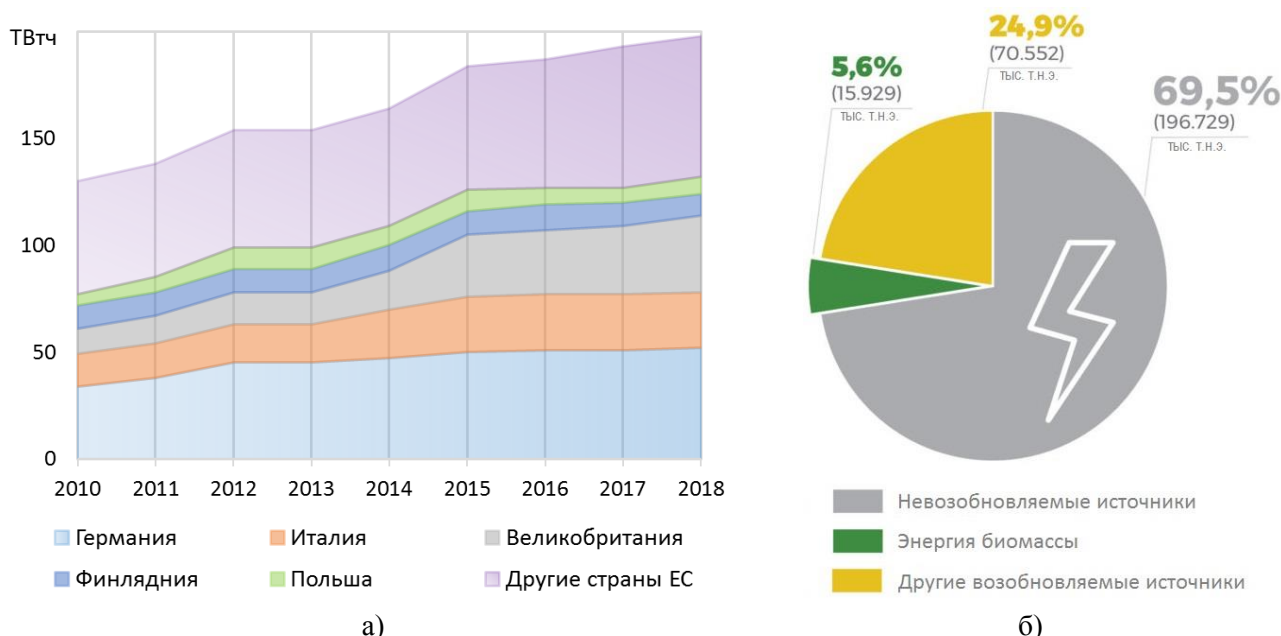


Рисунок 1 – Динамика роста производства электроэнергии за счет биомассы по странам ЕС (а) и общая доля использования биомассы в электроэнергетическом секторе ЕС (б)

Доля биомассы в производстве электроэнергии различается по регионам Европы в зависимости от обеспеченности ресурсами, государственных особенностей развития энергетики и общих объемов производства электроэнергии в странах ЕС (рис. 2) [3].

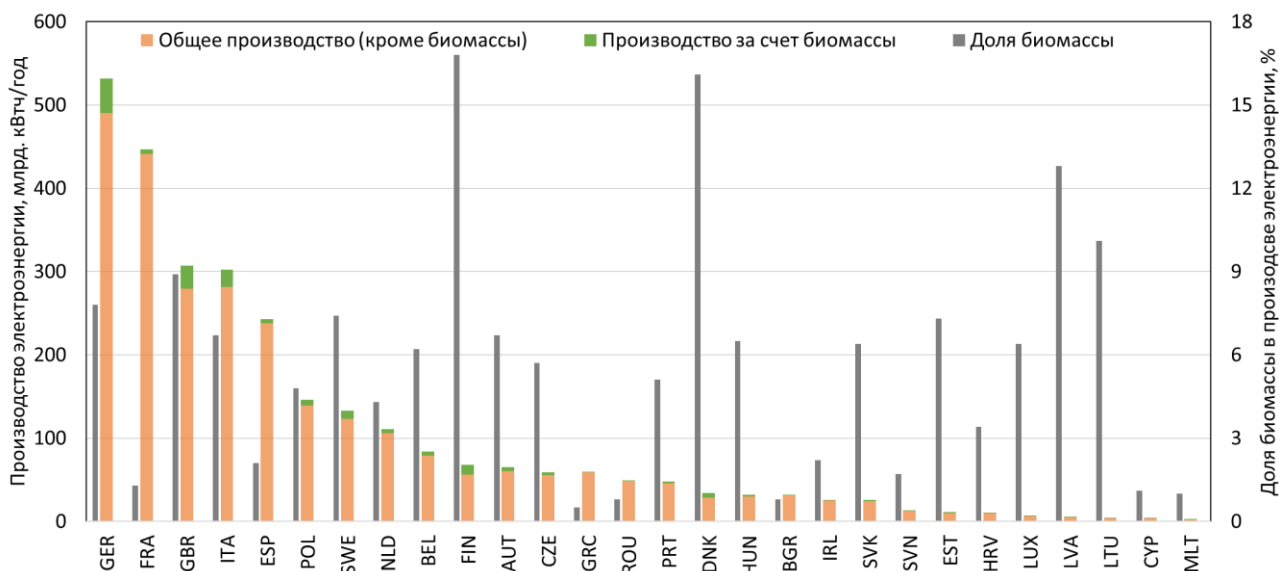


Рисунок 2 – Объёмы производства электроэнергии за счет биомассы по странам ЕС

Производство электроэнергии из биомассы в ЕС осуществляется на специализированных электростанциях (42 %) и когенерационных установках (58 %) при совместном производстве тепловой энергии. Для производства электроэнергии используется твердая биомасса бытовых и древесных отходов, биогаз и жидкое биотопливо (рис. 3) [3]. Следует отметить, что выработка электроэнергии с применением биомассы сопряжена с выбросами CO₂, что не соответствует стратегии ЕС по снижению эмиссии парниковых газов. В связи с этим в долгосрочной перспективе ожидается снижение доли биоэнергетики в энергетическом балансе генерации на основе возобновляемых источников энергии.

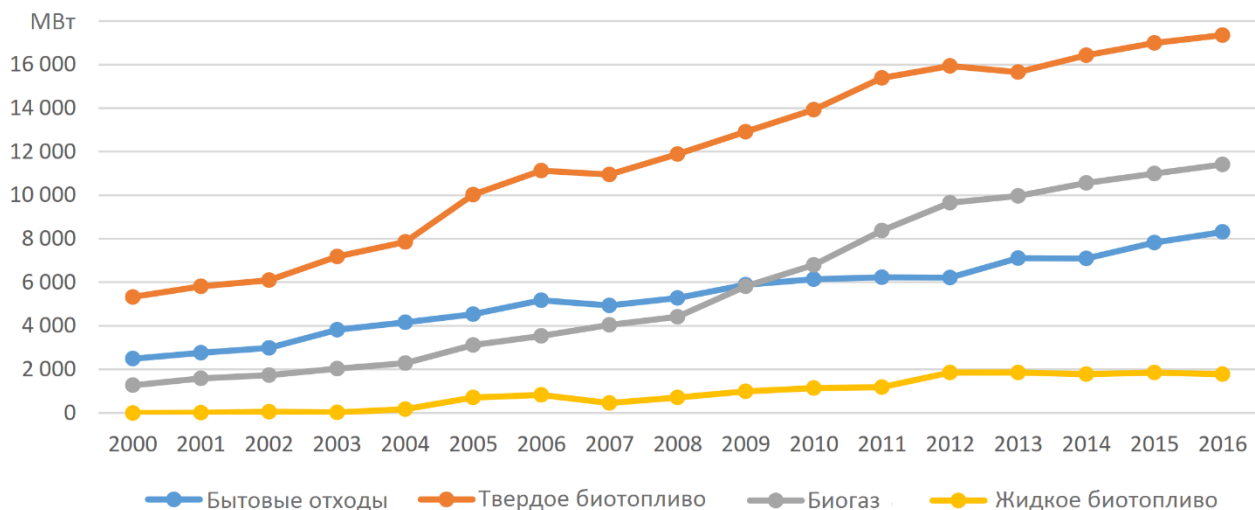


Рисунок 3 – Динамика роста суммарной установленной мощности электростанций по видам топлива

Наибольшая суммарная установленная мощность приходится на долю электростанций, работающих на твердых древесных отходах (рис. 3). Древесные отходы образуются на различных стадиях лесозаготовки и лесопереработки, а их доля может превышать 50% от объёма перерабатываемой древесины (табл. 1) [4]. Часть древесных отходов может быть использована для дальнейшего создания готовой продукции или в плитном производстве и лесохимической промышленности. Остальные становятся источником топливной древесной щепы. Применение древесных отходов для производства тепла и электроэнергии значительно повышает эффективность деревообрабатывающей промышленности по сравнению со складированием для перегнивания или сжиганием в отвалах.

Таблица 1 – Объемы производства отходов по видам деревообрабатывающих производств

Вид производства	Доля выхода, %		
	продукция	отходы	распыл
Лесозаготовки и лесное хозяйство	63-80	20-37	-
Лесопиление и механическая обработка древесины	45-55	38-48	7
Плитное производство	85-90	5-10	5
Фанерное производство	40-50	42-52	8
Комбинированное производство	65-70	22-27	8
Лесохимическое производство	62-68	35-38	-

Производство электроэнергии из биомассы возможно реализовать на основе одной из трех термохимических технологий: сжигание, быстрый пиролиз и газификация [5]. Данные технологии существенно различаются по сложности реализации и используемому оборудованию (рис. 4). В частности, в зависимости от выбранного метода для вращения генератора может использоваться паровая или газовая турбина, двигатель внутреннего сгорания.

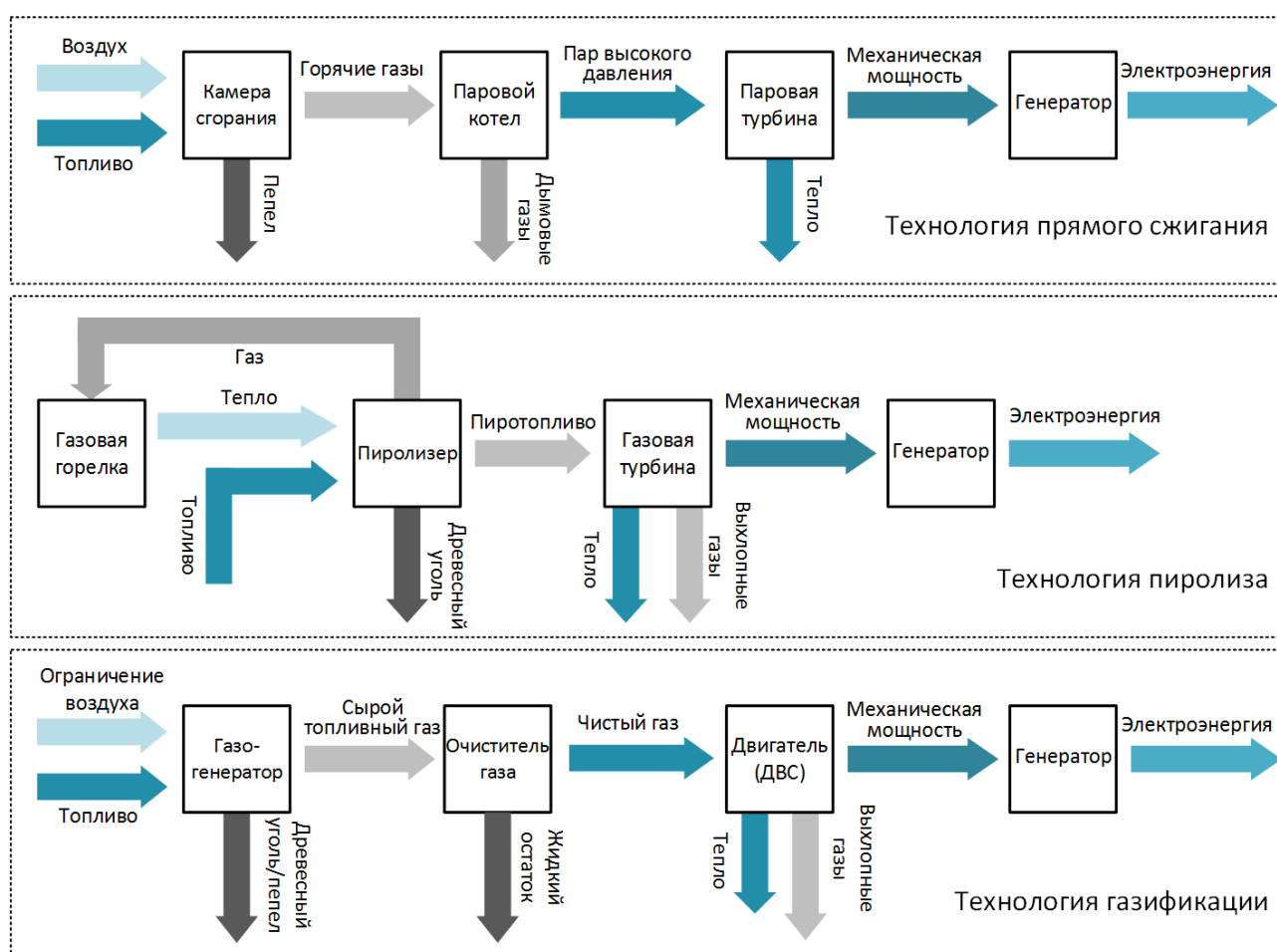


Рисунок 4 – Технологические схемы процесса производства электроэнергии из твердой биомассы

Прямое сжигание является наиболее простым способом получения энергии из древесных отходов и подходит для получения большого количества тепловой энергии (КПД около 75%). Но электрический КПД довольно низок – всего 8-13 %. Для получения электроэнергии отходы сжигаются в паровом котле с дальнейшим использованием пара в турбине [5].

Быстрый пиролиз – процесс быстрого нагрева древесных отходов в кипящем слое инертного материала внутри реактора до высокой температуры в условиях отсутствия воздуха. На выходе получают частицы древесного угля, конденсирующиеся пары (пиролизный газ) и пиролизный газ, который используется для работы пиролизера. Электрический КПД технологии составляет 20-30 %. Тепловой КПД современных установок достигает 91-93 % [6].

Технология газификации древесных отходов реализуется в условиях высокой температуры и давления при ограничении доступа воздуха. Полученный газ может быть использован в газопоршневых установках. Электрический КПД около 40 %, тепловой 40-45 %. Применение технологии когенерации и тригенерации повышает общий КПД до 90 % [7].

В Великобритании в графстве Чешир функционирует одна из крупнейших в стране биоэлектростанций на основе технологии газификации (рис. 5). При установленной мощности 22 МВт станция потребляет в год 170 тыс. т древесных отходов [8].



Рисунок 5 – Биоэлектростанция на древесных отходах мощностью 22 МВт в графстве Чешир, Англия

На данный момент на российском рынке представлено отечественное оборудование для реализации термохимических технологий: котельные, пиролизные и газопоршневые установки. Наличие необходимого оборудования в совокупности с обеспеченностью древесными ресурсами создаёт предпосылки для развития биоэнергетики, в частности – объектов распределенной генерации в соответствии с Энергетической стратегией России [9].

В Калининградской области существуют благоприятные условия для использования энергии биомассы древесного происхождения. При площади 1511,2 тыс. га Калининградская область имеет лесистость 18,6 %. Общая площадь лесов на землях регионального лесного фонда составляет 273,3 тыс. га. На территории региона представлена одна лесорастительная зона хвойно-широколиственных лесов, которая разделена на девять лесничеств (рис. 6). Общий запас насаждений на январь 2018 года составлял 51,82 млн. м³ [10].

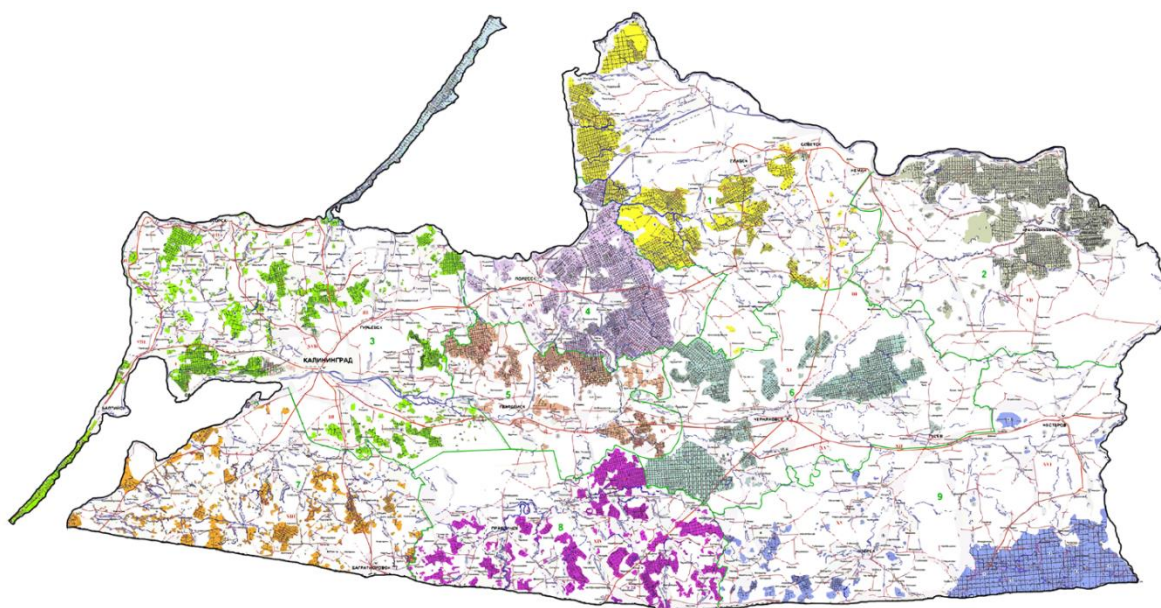


Рисунок 6 – Карта лесных ресурсов Калининградской области (цветом обозначены лесничества)

Лесозаготовительные работы ведутся на территории всех лесничеств региона. Анализ данных о лесозаготовках за период с 2009 по 2017 год [10] показывает, что фактический объём вырубki лесов составил 1682,9 тыс. м³. Данные по суммарному и ориентировочному среднегодовому объёму заготовки древесины приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Объём лесозаготовок в лесничествах за период с 2009 по 2017 год по видам рубок

Наименование лесничества	Объём 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

В соответствии с Лесным планом Калининградской области на период с 2020 по 2026 г. также запланированы лесозаготовки (табл. 3). За период с 2009 по 2017 г. фактическое освоение плановых показателей лесозаготовок составило 37% от расчетного [10]. Согласно данным исследования [11] усредненный показатель выхода древесных отходов по всем видам рубок в Калининградской области 43,3 %. В табл. 3 приведены результаты оценки ежегодного объема производства древесных отходов в зависимости от освоения плановых показателей. При средней плотности древесных отходов 450 кг/м³ ежегодное производство отходов составит 45-100 тыс. т в зависимости от освоения плана.

Таблица 3 – Планируемый объём лесозаготовок и расчетный объём отходов по годам

Объём древесины	Год						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Заготовка (100% плана), тыс. м ³	502,5	507,5	512,6	517,7	522,9	528,1	230,96
Заготовка (40% плана), тыс. м ³	201	203	205,04	207,08	209,16	211,24	100,01
Отходы (100% плана), тыс. м ³	217,58	219,75	221,96	224,16	226,42	228,67	69,29
Отходы (40% плана), тыс. м ³	94,21	95,15	96,11	97,06	98,04	99,01	30,00

Таким образом, Калининградская область обладает потенциалом к развитию биоэнергетики. Полученные расчетным путем объёмы древесных отходов соответствуют процессу лесозаготовки. При дальнейшей обработке древесины возникают дополнительные отходы (табл. 1), следовательно, результирующий биопотенциал региона будет выше. Использование древесных отходов для производства электроэнергии позволит внести вклад в развитие распределенной генерации и российского сектора возобновляемой энергетики, что соответствует общемировым тенденциям и энергетической стратегии России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Agora Energiewende and Sandbag: The European Power Sector in 2018. Up-to-date analysis on the electricity transition. –2019.
2. European bioenergy day: What is the EU-28 Bioenergy Consumption? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.europeanbioenergyday.eu/bioenergy-facts/bioenergy-in-europe/what-is-the-eu28-bioenergy-consumption/> (Дата обращения: 20.11.2019)

3. Bioenergy Europe, Statistical Report, 2018 Edition [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://achbiom.cl/wp-content/uploads/2019/02/STATISTICAL-REPORT-2018.pdf> (Дата обращения: 20.11.2019).
4. Мохирев, А.П. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования / А.П. Мохирев, Ю.А. Безруких, С.О. Медведев // Инженерный вестник Дона. –2015. –№ 2-2 (36). –С. 81.
5. Попель, О.С. Энергия биомассы / Энергия: экономика, техника, экология. –2016. – № 11. –С. 2-11.
6. Газопоршневые установки [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.ros-energy.ru/scripts/1.html> (Дата обращения: 20.11.2019).
7. Energie aus holz. Vergleich der verfahren zur produktion von wärme, strom und treibstoff aus holz // Bundesamt für Energie. – 1997. - 2. Auflage 1998. – S. 14-27.
8. Ince Bio Power. Bioenergy infrastructure group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bioenergyinfrastructure.co.uk/site/ince-bio-power/> (Дата обращения: 20.11.2019)
9. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утв. Распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 N 1715-р
10. Указ Губернатора Калининградской области от 29.12.2018 N 218 "Об утверждении Лесного плана Калининградской области"
11. Рагулина, И.Р. Биоэнергетический потенциал Калининградской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Рагулина И.Р. –Калининград, 2007. – 24 с.

ANALYSIS OF EUROPEAN BIOENERGY DEVELOPMENT TRENDS AND THE WOOD BIOMASS POTENTIAL OF KALININGRAD REGION

M.S. Kharitonov, Dr.Sc.(eng.), Associate Professor, maksim.haritonov@klgtu.ru
V.I. Shulgan, student, st.kalcifer@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

The paper concerns the analysis of bioenergy development trends in the EU countries. The authors analyze trends and technologies of solid wood waste usage for electricity production, giving an assessment of the solid wood biomass potential in Kaliningrad region.

bioenergy, distributed energy, solid wood waste, electricity, development trends, processing technology, biomass potential