

Энергетическая утилизация как драйвер роста в циркулярной экономике

Мурсалиев А.О.

Энергетическая утилизация, как элемент управления отходами, является значимым фактором развития циркулярной экономики и фактором энергетического и зелёного роста, что определяет объектную область исследования – экономика энергетики. Предметная область исследования – энергетическая утилизация, как фактор роста циркулярной экономики – воспроизводства энергетических ресурсов. Цель исследования – раскрыть теоретическое содержание предмета исследования и форму проявления в экономике замкнутого цикла. Задачи исследования, необходимые для достижения цели исследования: 1. Изучение различных теоретических и практических достижений научных исследований отечественных и зарубежных авторов; 2. Теоретический анализ феномена; 3. Формулировка результатов исследования. Методология исследования выражается в использовании экономико-статистических методов обработки данных с эвристическим анализом информации. Результаты исследования: 1. Уточнено понятие энергетической утилизации; 2. Рассмотрены понятия когенерации и тригенерации, как факторы энергетической утилизации; 3. Обосновано использование тепловых электростанций на газе как наиболее энергоэффективный и экономичный вариант в рамках энергетической утилизации. Теоретическая значимость исследования заключается в актуальности предметной области, содержание которой подразумевает переход на принципиально новые механизмы ведения хозяйственной деятельности, экономию затрат, минимизацию отходов и ресурсов, образовании дополнительной стоимости в процессе повторного использования ресурсов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Мурсалиев А.О. Энергетическая утилизация как драйвер роста в циркулярной экономике // Дискуссия. – 2022. – Вып. 112. – С. 6–14.

ГОСТ 7.1–2003

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Экономика замкнутого типа, повторное использование, регенерация, управление отходами, когенерация, тригенерация.

JEL: q500, q560, q580

DOI 10.46320/2077-7639-2022-3-112-6-14

Energy utilization as a growth driver in the circular economy

Mursaliev A.O.

Energy utilization, as an element of waste management, is a significant factor in the development of the circular economy, is a factor of energy and green growth, which determines the object area of research – energy economics. The subject area of the research is energy utilization as a growth factor of the circular economy – reproduction of energy resources. The purpose of the study is to reveal the theoretical content of the subject of research and the form of manifestation in the economy of a closed cycle. Research objectives required to achieve the research objective: 1. Study of various theoretical and practical achievements of scientific research by domestic and foreign authors; 2. Theoretical analysis of the phenomenon; 3. Formulation of research results. The methodology of the research is expressed in the use of economic and statistical methods of data processing with heuristic analysis of information. Research results: 1. The concept of energy utilization is clarified; 2. The concepts of cogeneration and trigeneration as factors of energy utilization are considered; 3. The use of thermal gas power plants is justified as the most energy-efficient and economical option within the framework of energy utilization. The theoretical significance of the research lies in the relevance of the subject area, the content of which implies the transition to fundamentally new mechanisms of economic activity, cost savings, minimization of waste and resources, the formation of additional value in the process of reuse of resources.

FOR CITATION

Mursaliev A.O. Energy utilization as a growth driver in the circular economy. *Diskussiya [Discussion]*, 112, 6–14.

APA

KEYWORDS

Closed-type economy, reuse, regeneration, waste management, cogeneration, trigeneration.

JEL: q500, q560, q580

Введение

Энергетическая утилизация, как форма управления отходами представляет собой извлечение тепла и энергии из отходов производства и потребления, речь идёт о повторном цикле создания добавочной стоимости из отходов, стоимость которых на момент использования определяется как ликвидационная. Дополнительная цепочка создания стоимости создаёт дополнительный эффект в результате хозяйствования, некоторые авторы используют термин – «энергоэффективная экономика» [1, с. 2]. В контексте проблематики обращения с отходами, обеззараживания, складирования, хранения, энергетическая утилизация является более экономически эффективной фор-

мой обращения с отходами производства и потребления – рисунок 1.

При потреблении ресурсов (производство или собственно конечное потребление) возникают отходы, очевидно, что доля безотходного потребления в общей массе производства и потребления ресурсов крайне низка, таким образом, отходы производства, возвращаясь обратно в цикл производства на этапе Б дают различие в кривых стоимости 1 и 2 по добавленной стоимости потребления С – рисунок 1.

Также энергетическая утилизация обеспечивает процесс безопасной ликвидации твёрдых бытовых отходов (ТБО) [2, с. 6], что создаёт дополнительный экономический эффект, уменьшая

затраты на хранение и содержание площадки ТБО. Для обеспечения эффективности и снижения затрат на утилизацию необходимо использовать «комплексный подход» [3, с. 294] в рамках экономики замкнутого типа.

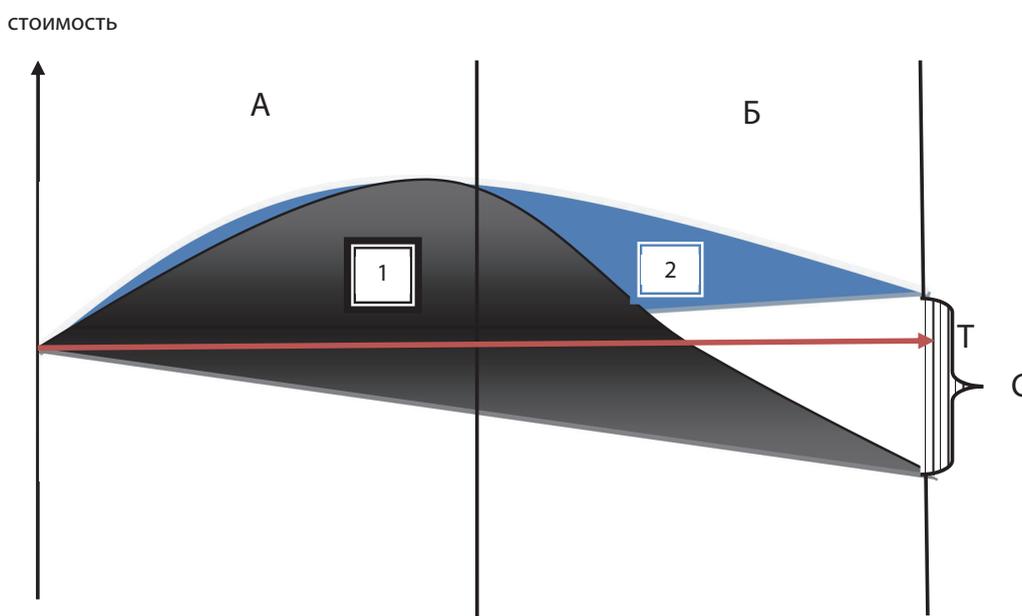
Материалы и методы

Энергетическая утилизация, как способ обращения с отходами различается по виду и ко-

нечному выходу энергии и тепла, виды энергетической утилизации представлены на рисунке 1. В общем виде энергетическая утилизация подразделяется на два типа: тепловая и нетепловая.

Тепловые

Газификация – процесс производства горючего газа, водорода, синтетического топлива.



Источник: разработано автором

Рисунок 1. Стоимость ресурсов при линейном (1) и циклическом (2) потреблении ресурсов



Источник: разработано автором

Рисунок 1. Виды энергетической утилизации

Термическая деполимеризация – процесс производства синтетической сырой нефти, которую можно дополнительно очищать.

Пиролиз – процесс производства горючей смолы, бионефти и угля.

Плазменно-дуговая газификация (другое название – процесс плазменной газификации (PGP)) – процесс производства насыщенного синтетического газа, включающего водород и монооксид углерода, которые можно использовать в качестве топливных элементов или для выработки электроэнергии.

Нетепловые

Анаэробное сбраживание – процесс выработки биогаза богатого метаном.

Производство ферментации – выработка этанола, молочной кислоты, водорода.

Механико-биологическая очистка (МБТ)

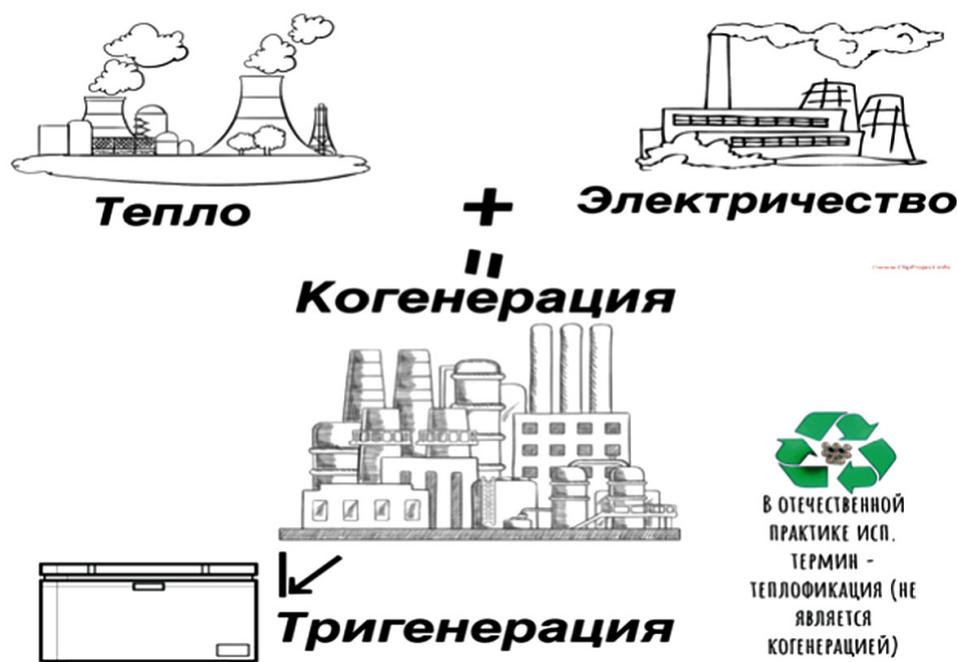
МБТ и анаэробное сбраживание;

Энергетическая утилизация, являясь формой преобразования отходов в энергию (*WtE*) или получения энергии из отходов (*EfW*) как процесс производства энергии в форме электрической и (или) тепловой энергии как результат первичной обработки или переработки отходов производства

в источник топлива – является формой рекуперации энергии.

Наиболее экономически эффективным способом энергетической утилизации является комбинирование тепловой и электрической энергии (ТЭЦ) – это эксплуатация тепловой машины или электростанции для одновременного производства электроэнергии и полезного тепла – когенерация – рисунок 2.

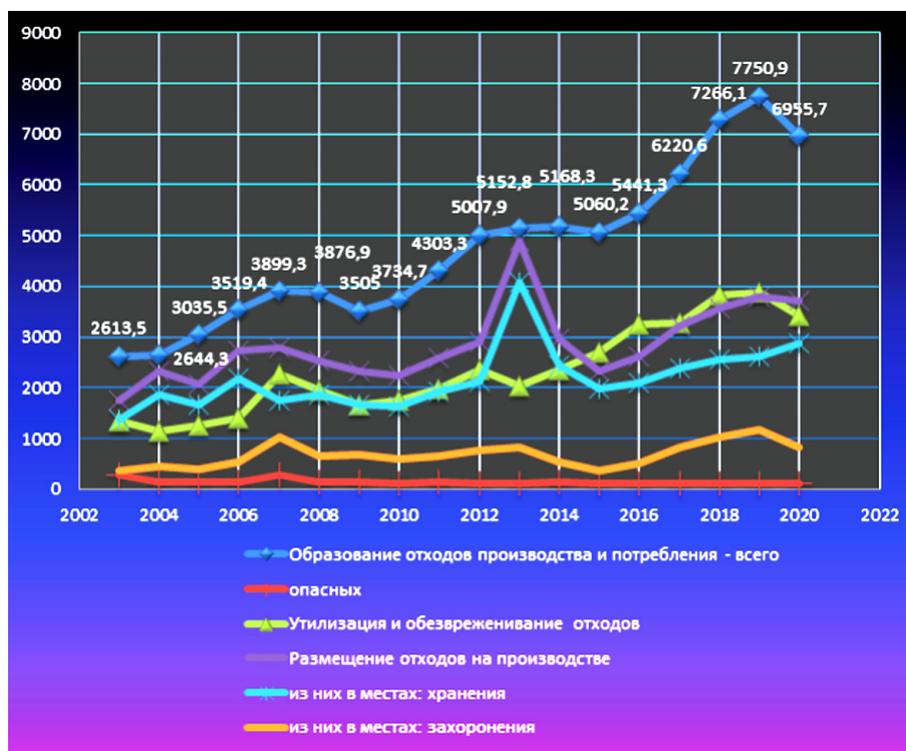
Когенерация – наиболее эффективная форма использования топлива или тепла [4], так как при «стандартной» утилизации тепло, вырабатываемое при производстве электрической энергии, потребляется в цикле производства [5]. Комбинированные теплоэлектростанции (ТЭЦ) воспроизводят тепловую энергию, которая обычно затрачивается на обогрев. По-другому, это называется – комбинированное теплоснабжение и централизованным теплоснабжением. Устройство малых ТЭЦ представляют собой пример децентрализованной энергетики¹. Вырабатываемое тепло при определённых границах температуры (100–180 С, 212–356 F) также может использоваться в абсорбционных холодильниках для охлаждения – «тригенерация» [6, с. 70].



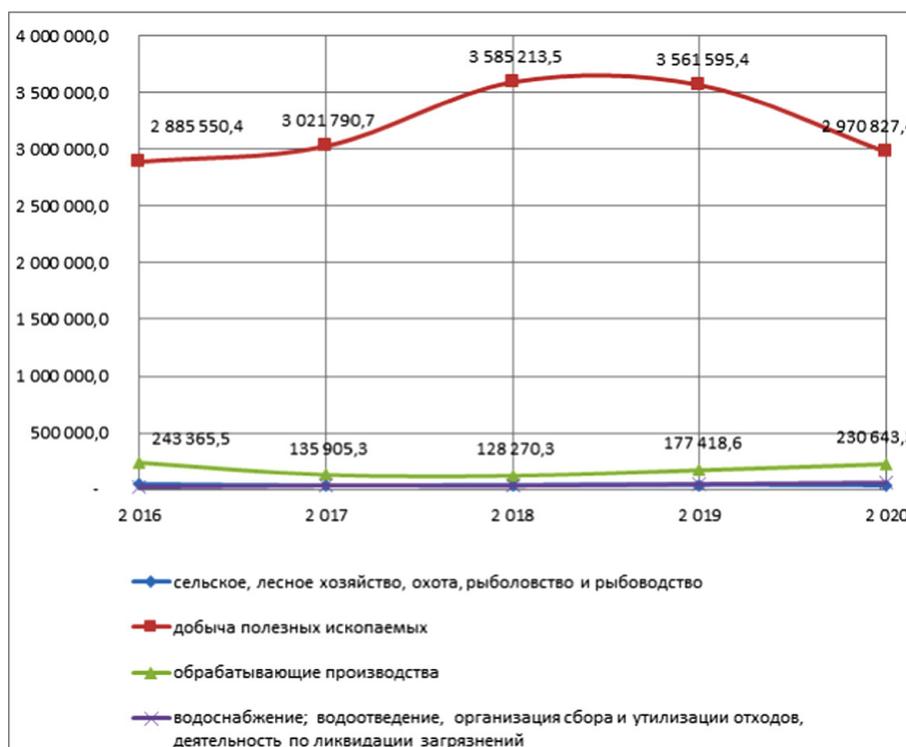
Источник: разработано автором

Рисунок 2. Когенерация и тригенерация

1 "What is Decentralised Energy?". The Decentralised Energy Knowledge Base. Archived from the original on 2008-12-10.



Источник: разработано автором по данным Федеральной службы государственной статистики РФ
Рисунок 4. Общие показатели управления отходами в России, в динамике, включая утилизацию и размещение отходов, тыс. тонн.



Источник: разработано автором по данным Федеральной службы государственной статистики РФ
Рисунок 5. Объёмы утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности

Результаты

Представим в таблице 1 структуру выработки электроэнергии в России.

Как мы видим в 2020 году из-за последствий пандемии произошло снижение выработки электроэнергии, но к 2022 году наблюдается резкий рост по ВЭС (ветровым электростанциям) и СЭС (солнечным электростанциям) – то есть доля распределения энергии ресурсов выросла более чем вдвое, что свидетельствует об интенсификации механизмов экономики замкнутого типа.

Основная доля генерации приходится на ТЭС на природном газе, при этом доля ВЭС и СЭС ме-

нее 2 процентов (в совокупности). Объясняется данный факт, следующим – рисунком 6.

Как видно из рисунка 6 стоимость электроэнергии ВЭС и СЭС практически в два раза выше по сравнению со стоимостью газовой ТЭС, что очевидно снижает экономическую эффективность и теряется экономическая целесообразность использования ВЭС и СЭС.

Драйверы роста энергетической утилизации:

1. Когенерация – экономически выгодно использование ТЭС, это наглядно видно из рисунка 6, при этом основная доля 49,65 процентов (таблица 2) приходится на ТЭС на газу, учитывая этот

Таблица 1

Структура выработки электроэнергии в России

Год		Всего	ТЭС				ГЭС	АЭС	ВЭС	СЭС
			всего	газ	уголь	прочие виды топлива				
2019	млн кВт.ч	1080555,4	679881,0	528218,4	149658,2	2004,4	190295,4	208773,3	320,8	1284,9
	%		62,9	48,9	13,9	0,2	17,6	19,3	0,0	0,1
2020	млн кВт.ч	1047031,5	620566,8	482515,2	136002,8	2048,7	207416,3	215682,1	1384,1	1982,3
	%		59,3	46,1	13,0	0,2	19,8	20,6	0,1	0,2
2021	млн кВт.ч	1114548,0	676908,0	535105,2	139977,2	1825,6	209519,8	222244,8	3621,7	2253,8
	%		60,7	48,0	12,6	0,2	18,8	19,9	0,3	0,2
2022 (за период с начала года)	млн кВт.ч	109382,0	72323,0	56047,3	16126,4	149,3	16416,6	19983,5	598,9	60,1
	%		66,1	51,2	14,7	0,1	15,0	18,3	0,5	0,1
За отчетный месяц	млн кВт.ч	109382,0	72323,0	56047,3	16126,4	149,3	16416,6	19983,5	598,9	60,1
	%		66,1	51,2	14,7	0,1	15,0	18,3	0,5	0,1

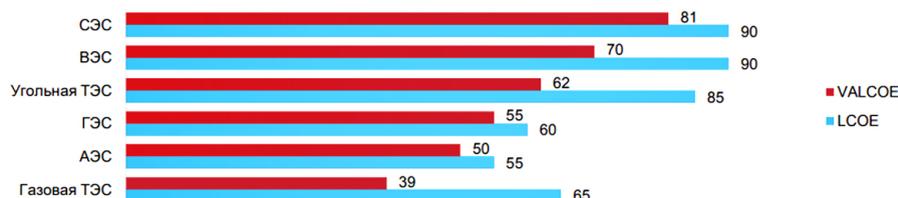
Источник: по данным Системного оператора Единой энергетической системы

Таблица 2

Установленная мощность электростанций на конец 2021 года по видам генерации, МВт

Электростанции	Установленная мощность, МВт	Доля в установленной мощности, %
ЕЭС России, всего	246 623,40	100,00
В том числе:		
ТЭС (тепловые)	163 124,57	66,14
из них ТЭС газ	122 439,33	49,65
ТЭС уголь	39 641,40	16,07
ТЭС прочие	1 043,84	0,42
ГЭС (гидравлические)	49 954,82	20,26
АЭС (атомные)	29 542,99	11,98
ВЭС (ветровые)	2 035,40	0,82
СЭС (солнечные)	1 965,62	0,80

Источник: по данным Системного оператора Единой энергетической системы



Источник: по данным Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации
VALCOE – скорректированная приведенная стоимость электроэнергии, долл./МВт*час
LCOE – приведенная стоимость электроэнергии, долл./МВт*час

Рисунок 6. Стоимость электроэнергии по типу генерации на 2020 год, долл./МВт*час

факт, когенерация выступает основным фактором энергоэффективности.

2. Энергетическая утилизация совместно с ВЭС и СЭС – частично покрывает дороговизну электроэнергии, за счёт использования отвода тепла для нужд хозяйствования, то есть, перераспределение стоимости добавочного продукта на общую стоимость затрат на генерацию.

3. Снижение доли ТЭС на угле – фактор зелёного роста и устойчивого развития в зелёной экономике и смежной с ней циркулярной экономике – значительное снижение затрат на охрану окружающей среды и охрану здоровья.

Обсуждение

Циркулярная экономика, как системный элемент хозяйствования, является также «фактором устойчивого развития» [11, с. 5] в целом народно-хозяйственного комплекса страны, так и «фактором устойчивого развития региона» [12, с. 220].

Энергетическая утилизация, как способ воспроизводства стоимости использованных ресурсов и создания добавленной стоимости из отходов производства и потребления является основным триггером развития циркулярной экономики.

Заключение

В данном исследовании раскрыто содержание и форма энергетической утилизации, как способа управления отходами производства и потребления. Изменение способа экономического мышления, ограниченность и дороговизна ресурсов, требует создание условий бережливого производства и сохранения экологического пространства для будущих поколений. На сегодняшний момент энергетическая утилизация является основным инструментом, способным удовлетворять условиям зелёного роста, устойчивого развития и циркулярного производства.

Список литературы

1. *Зайченко В.М.* Энергетическая утилизация отходов - приоритетное направление создания энергоэффективной экономики // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 5. С. 2-6.
2. *Потравный И.М., Дорис Б.* Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов в контексте низкоуглеродного развития // Управленческие науки. 2021. № 3. С. 6-22. DOI: 10.26794/2404-022X-2021-11-3-6-22.
3. *Налетов И.Д., Новикова О.В., Амосов Н.Т.* Создание промышленного кластера обращения с отходами, его перспективы и преимущества // Неделя науки СПбПУ. 2018. С. 293-297.
4. *Егорова Д.А.* Экономический эффект когенерации в рамках энергоснабжения // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Т. 7. № 8А. С. 34-41.
5. *Домников А.Ю., Домникова Л.В.* Конкурентное развитие системы когенерации энергии. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 364 с.
6. *Смирнова С.В.* Опыт применения и перспективы развития систем тригенерации в России и мире // Энергоэксперт. 2019. № 4. С. 70-73.
7. *Филиппов С.П., Дильман М.Д., Илюшин П.В.* Распределенная генерация и устойчивое развитие регионов // Теплоэнергетика. 2019. № 12. С. 4-17.
8. *Jiayi H., Chuanwen J., Rong X.* A review on distributed energy resources and MicroGrid // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2008. Т. 12. № 9. С. 2472-2483. DOI: 10.1016/j.rser.2007.06.004.
9. *Eid C. et al.* Managing electric flexibility from Distributed Energy Resources: A review of incentives for market design // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Т. 64. С. 237-247. DOI: 10.1016/j.rser.2016.06.008.
10. *Долотовский И.В., Ларин Е.А.* Энергоснабжение и утилизация отходов газовой отрасли // Энергия: экономика, техника, экология. 2014. № 6. С. 54-59.
11. *Мочалова Л.А.* Циркулярная экономика в контексте реализации концепции устойчивого развития // Journal of new economy. 2020. Т. 21. № 4. – С. 5-27. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-4-1.
12. *Путинцева Н.А.* Совершенствование процесса утилизации коммунальных отходов как фактор устойчивого развития региона / Н.А. Путинцева // Цифровая экономика, умные инновации и технологии: Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2021 года. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 220-222. DOI 10.18720/IEP/2021.1/67..

References

1. *Zaichenko V.M.* Energy waste disposal is a priority direction for creating an energy-efficient economy // Energy: economics, technology, ecology. 2018. № 5. P. 2-6.
2. *Potravnny I.M., Doris B.* Energy utilization of municipal solid waste in the context of low-carbon development // Management sciences. 2021. № 3. P. 6-22. DOI: 10.26794/2404-022X-2021-11-3-6-22.
3. *Naletov I.D., Novikova O.V., Amosov N.T.* Creation of an industrial waste management cluster, its prospects and advantages // SPbPU Science Week. 2018. P. 293-297.
4. *Egorova D.A.* Economic effect of cogeneration in the framework of energy supply // Economy: yesterday, today, tomorrow. 2017. Vol. 7. № 8A. P. 34-41.
5. *Domnikov A.Yu., Domnikova L.V.* Competitive development of the energy cogeneration system. Yekaterinburg: USTU-UPI, 2008. 364 p.
6. *Smirnova S.V.* Experience of application and prospects of development of trigeneration systems in Russia and the world // Energoexpert. 2019. № 4. P. 70-73.
7. *Filippov S.P., Dilman M.D., Ilyushin P.V.* Distributed generation and sustainable development of regions // Thermal power engineering. 2019. № 12. P. 4-17.
8. *Jiayi H., Chuanwen J., Rong X.* A review on distributed energy resources and MicroGrid // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2008. Vol. 12. № 9. P. 2472-2483. DOI: 10.1016/j.rser.2007.06.004.

9. *Eid C. et al. Managing electric flexibility from Distributed Energy Resources: A review of incentives for market design // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 64. P. 237-247. DOI: 10.1016/j.rser.2016.06.008.*
10. *Dolotovskiy I.V., Larin E.A. Energy supply and utilization waste from the gas industry // Energy: economics, technology, ecology. 2014. № 6. P. 54-59.*
11. *Mochalova L.A. Circular economy in the context of the implementation of the concept of sustainable development // Journal of new economy. - 2020. Vol. 21. № 4. P. 5-27. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-4-1.*
12. *Putintseva N.A. Improving the process of municipal waste disposal as a factor of sustainable development of the region / N.A. Putintseva // Digital economy, smart innovations and technologies: St. Petersburg, 18-20 April 2021. Saint Petersburg: POLYTECH PRESS, 2021. P. 220-222. DOI 10.18720/IEP/2021.1/67.*

Информация об авторе

Мурсалиев А.О., кандидат юридических наук, ведущий аналитик Центра стратегических исследований в области энергетики и цифровой экономики Международного института энергетической политики и дипломатии Московского государственного института международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (г. Москва, Российская Федерация). Почта для связи с автором: mursalievao@mail.ru

Информация о статье

Дата получения статьи: 12.05.2022
Дата принятия к публикации: 15.06.2022

© Мурсалиев А.О., 2022.

Information about the author

Mursaliev A.O., PhD in law, leading Analyst, Center for Strategic Studies in Energy and Digital Economy, International Institute for Energy Policy and Diplomacy, Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation (Moscow, Russian Federation). Corresponding author: mursalievao@mail.ru

Article Info

Received for publication: 12.05.2022
Accepted for publication: 15.06.2022

© Mursaliev A.O., 2022.