**ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
(РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА)**

**RESEARCH OF YOUNG SCHOLARS
(REGIONAL AND INDUSTRIAL ECONOMIES)**

УДК 338.45

DOI 10.17150/2500-2759.2021.31(3).407-415

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ
РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ:
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Д.Н. Берген

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
31 августа 2021 г.

Дата принятия к печати
30 сентября 2021 г.

Дата онлайн-размещения
22 октября 2021 г.

Ключевые слова

Экономика; тепловая энергетика; теплоснабжение; экологизация; модернизация; альтернативное топливо

Аннотация

В настоящее время одной из ключевых проблем сферы теплоснабжения, оказывающих влияние на все население Земли, выступает загрязнение окружающей среды продуктами сгорания топлива. Цель исследования — обоснование необходимости экологической модернизации объектов теплового хозяйства на примере Иркутской области и использования части твердых коммунальных отходов в качестве альтернативного топлива на объектах тепловой энергетики РФ. В исследовании показано, что использование двух видов топлива (твердого биотоплива и альтернативного топлива) позволяет сократить антропогенную нагрузку, так как данная мера будет способствовать энергетически эффективной утилизации накопленных и ежегодно образующихся отходов производства и потребления. Переход на альтернативное топливо наиболее эффективно может быть реализован именно в котельных в связи с необходимостью меньших капиталовложений по сравнению с модернизацией тепловых электростанций. Произведенные в статье расчеты подтверждают, что осуществление экологической модернизации региональных систем теплоснабжения не является экономически выгодным для предпринимателей. Для ускорения процессов модернизации теплоснабжения в РФ государству следует дополнить методы регулирования отрасли целевым софинансированием программ модернизации объектов тепловой энергетики при условии соблюдения и поддержания получателями средств установленных показателей негативного воздействия на окружающую среду в дальнейшем.

**ALTERNATIVE OPTIONS FOR MODERNIZATION
OF REGIONAL HEAT SUPPLY SYSTEMS: ENVIRONMENTAL
AND ECONOMIC ASPECTS**

Darya N. Bergen

Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation

Article info

Received
August 31, 2021

Accepted
September 30, 2021

Available online
October 22, 2021

Abstract

At present, environmental pollution by fuel combustion products is one of the key problems in the heat supply sector. It affects the entire population of the Earth. The purpose of the research is to substantiate the necessity of ecological upgrading of thermal power facilities in the Irkutsk region and using a part of municipal solid waste as an alternative fuel at thermal power facilities of the Russian Federation. The research shows that the use of the two kinds of fuel (solid biofuel and alternative fuel) can reduce the anthropogenic load. This

Keywords

Economics; thermal power; heat supply; ecologization; modernization; refuse-derived fuel

measure can be a way of energy efficient disposal of accumulated and annually generated production and consumer waste. The transition to alternative fuels can be most efficiently implemented in boiler houses. This is due to lower capital investments in the modernization of boiler houses as compared to the modernization of thermal power plants. The calculations in the article confirm that the implementation of environmental modernization of regional heat supply systems is not economically beneficial for entrepreneurs. The state should supplement the methods of regulation with targeted co-financing of programs for the modernization of thermal power facilities in order to accelerate the processes of modernization of heat supply in the Russian Federation. At the same time, the recipients of support must comply with the established indicators further on.

Ситуация, сложившаяся в сфере теплоснабжения, характеризуется комплексом проблем, которые порождают негативные последствия для общества: высокий уровень физического и морального износа основных фондов, большая доля ручного труда, значительное негативное воздействие на окружающую среду и т.д. Негативное воздействие промышленных предприятий, в том числе теплоснабжающих, на окружающую среду приводит к необратимым изменениям в природе, что в результате ухудшает качество жизни населения Земли. Высокая степень изношенности основных средств предприятий тепловой энергетики становится причиной выбросов значительного количества загрязняющих веществ и выступает мощным сдерживающим фактором на пути экологизации производства. Таким образом, обеспечение экологической безопасности приобретает характер приоритетной задачи для всего мирового сообщества [1, с. 8].

Базой устойчивого развития предприятия промышленности является последовательная экологизация хозяйственной деятельности данного хозяйствующего субъекта как процесс управления природоохранной деятельностью предприятия, основанной на современных научно-технических и технологических достижениях, ориентированных на максимально возможное снижение антропогенного воздействия на окружающую среду [2].

Необходимость модернизации, реконструкции или строительства новых объектов обеспечения тепловой энергией в связи с неудовлетворительным техническим состоянием множества действующих в Иркутской области источников тепловой энергии выступает предпосылкой для экологической модернизации объектов теплового хозяйства региона.

Основным топливом для производства тепловой энергии в Иркутской области является уголь. По данным указа губернатора Иркутской области «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Иркутской области на 2021–2025 годы» от 29 апреля 2020 г. № 124-уг, в тепловом балансе области уголь составляет 80–90 % от общего количества сырья, используемого для выработки тепловой энергии, жидкое топливо — около 2 %, газ — менее 1 %. При этом в ТЭЦ ПАО «Иркутскэнерго» (основного поставщика в сфере тепловой энергетики Иркутской области) удельный вес угля среди всех видов используемого топлива достигал 99,64 % в 2019 г.

Отходы лесной и лесоперерабатывающей промышленности используются в качестве топлива на теплоэнергетических предприятиях в незначительном объеме (около 10 %). Использование дров и щепы в качестве топлива наблюдается в основном в котельных области как объектах централизованного теплоснабжения (табл. 1).

Таблица 1

Структура используемого котельными Иркутской области топлива по состоянию на 1 января 2020 г.

Вид топлива	Количество котельных	Удельный вес, %
Уголь	638	64,12
Электроэнергия	179	17,99
Биотопливо (дрова и щепа)	140	14,07
Жидкое топливо	29	2,91
Газ	9	0,90
Всего	995	100,00

Доля твердого биотоплива в виде дров и щепы в производстве тепла и горячей воды котельными составляет 14,07 %, наибольший удельный вес — 64,12 % — имеет уголь. Переход на использование котельными Иркутской области биотоплива вместо мазута и угля в настоящее время является перспективным с точки зрения сокращения предприятиями топливно-энергетического комплекса антропогенной нагрузки на окружающую среду.

До настоящего времени не нашло практического применения использование жидкого биотоплива в качестве топлива для котельных Иркутской области. Несмотря на наличие большой сырьевой базы и экологичность жидкого биотоплива, его использование имеет комплекс существенных недостатков, например, таких как нехватка земельных ресурсов и высокие затраты на его производство [3, с. 67].

Увеличение масштабов использования биомассы для производства энергии является общемировой тенденцией. При этом для выработки тепловой энергии применяются преимущественно традиционные источники биомассы, а именно древесина [4, р. 23178].

В качестве альтернативного топлива для объектов тепловой энергетики РФ существует возможность использования части отходов производства и потребления. Необходимость утилизации накопленных и ежегодно образующихся отходов производства и потребления на сегодняшний день представляет собой острую проблему. В последнее десятилетие наблюдается увеличение массы образованных отходов в 53 раза [5, с. 60]. Сами предприятия коммунальной энергетики столкнулись с проблемой утилизации отходов теплоэнергетического производства, золоотвалы ТЭЦ переполнены. С другой стороны, в результате переработки отходов может быть получено топливо для производства тепловой энергии.

Использование отходов для производства тепловой энергии позволит сократить затраты предприятий тепловой энергетики благодаря более низкой цене топлива, что будет способствовать сокращению субсидирования и повышению инвестиционной привлекательности отрасли.

Данный вид альтернативного топлива (RDF-топливо, Refuse Derived Fuel) применяется в различных странах мира, в том числе в Бельгии, Финляндии, Италии, Нидерландах, Швеции [6]. В Швеции 20 % совокупного количества тепловой энергии вырабатывается в ходе сжигания мусора [7, с. 133]. В ряде стран использование топлива из отходов для

производства тепловой энергии позволило сократить выбросы CO_2 на 40 %, при этом более чем в половину уменьшено количество отходов, направляемых на свалки [8].

В России такое топливо используется для выработки энергии в цементных печах (альтернативное топливо отнесено к наилучшим доступным технологиям) на заводах по производству строительных материалов. Отходы, которые используются для производства RDF-топлива: резина, бумага, дерево, картон, кожа (кожзам), органические отходы, синтетические волокна, текстиль, полимеры и т.п. [9, с. 226].

За 2020 г. в РФ, по данным ППК «Российский экологический оператор», населением образовано 65 млн т отходов. Это отходы, которые образованы жителями и сотрудниками предприятий. Всего около 5–7 % отходов переработано для вторичного использования. Потенциал повторного использования отходов в качестве топлива определяется количеством и структурой твердых коммунальных отходов (ТКО) (рис. 1).

Из представленных данных следует, что около 30 % всех ТКО может быть использовано для производства RDF-топлива, в результате чего может быть произведено около 20 млн т топлива. В Иркутской области потенциально возможна выработка до 0,3 млн т RDF-топлива.

Теплотворная способность альтернативного топлива мало отличается от теплотворной способности биотоплива (табл. 2). Сходные параметры теплопроизводительности могут позволить эффективно сочетать биотопливо и альтернативное топливо в одной котельной.

Рис. 1. Структура ТКО, образуемых в РФ, %

Таблица 2

Теплотворность различных видов топлива

Материал	Теплотворность, ккал/кг
RDF (смесь бумаги и полимеров)	4 300–4 800
Бумага	3 950
Картон	3 220
Твердые бытовые отходы	От 1 800
Древесные опилки	4 587

Источник: Компания АРК : офиц. сайт. URL: <https://a-r-c.ru/rdf-2>.

Особое значение для обеспечения экологической безопасности топлива из ТКО имеют сортировка мусора и предотвращение попадания опасных отходов в топливо. В случае отсутствия раздельного сбора мусора опасные вещества с отходами будут поступать на мусороперерабатывающий завод, где должна проводиться тщательная его сортировка. Это первый этап, который следует подготовить и реализовать на пути к наиболее рациональному использованию отходов. Данный процесс играет самую главную роль в обеспечении экологичности отходов. В Иркутской области предварительная сортировка отходов и сам процесс производства RDF-топлива могут осуществляться на мусороперерабатывающем заводе, строительство которого запланировано в г. Ангарске.

К топливу для котельных могут предъявляться более высокие критерии экологичности, в связи с чем появится необходимость разработать специальное топливо с меньшим количеством компонентов.

В России неразвитость использования вторичного топлива из отходов вызвана комплексом обстоятельств: относительно низкая стоимость и доступность горючих полезных ископаемых, отсутствие эффективно функционирующей системы сортировки и переработки отходов, высокие транспортные издержки при перевозке вторсырья [10, с. 127].

От используемого котельными топлива напрямую зависит объем (масса) загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, и количество образующихся отходов. Таким образом, в связи со значительным удельным весом угля, применяемого в качестве основного топлива для объектов тепловой энергетики Иркутской области, перспективным направлением в целях сокращения негативного воздействия на окружающую среду является замена угля на более экологичное топливо.

Повышение экономической эффективности работы котельных путем снижения удельного расхода топлива на отпуск 1 Гкал тепла может быть осуществлено путем

проведения модернизации, реконструкции действующих котельных или строительства новых. Проведение комплекса мероприятий по модернизации производственных фондов теплоснабжающих предприятий будет способствовать увеличению их производственного потенциала [11, с. 323].

Для того чтобы снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, следует выполнить переход на использование более экологичного топлива. Взаимосвязь экологической и экономической составляющих проекта модернизации является тесной, при этом экологические результаты участвуют в формировании показателей экономической эффективности [12, с. 422].

Проведем анализ экономической эффективности эксплуатации котельной на биотопливе (щепе), угольной котельной, котельной на RDF-топливе по следующим показателям:

- затраты на строительство котельной на биотопливе;
- себестоимость тепловой энергии;
- финансовый результат деятельности котельных;
- состав и количество выбросов загрязняющих веществ, отходов производства;
- величина платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Затраты на строительство котельной на биотопливе (щепе) мощностью 22 МВт в Иркутской области включают в себя затраты на приобретение и создание следующих основных средств:

- здание котельной;
- котельная установка первой очереди;
- котельная установка второй очереди;
- тепловой пункт;
- трансформаторная подстанция;
- теплотрасса протяженностью 0,5 км

(табл. 3).

Суммарные затраты на строительство котельной на биотопливе составляют 231 473 740,81 р.

Себестоимость тепловой энергии определяется структурой и суммой затрат котельных, а также количеством выработанной

Таблица 3

Затраты на строительство котельной на биотопливе, р.

Статьи затрат / объекты основных средств	Здание котельной	Оборудование и теплотрасса протяженностью 0,5 км	Итого
Стоимость приобретения	–	97 026 094,10	97 026 094,10
Общестроительные работы	16 592 583,41	–	16 592 583,41
Строительно-монтажные работы	48 708 806,94	42 638 381,35	91 347 188,29
Пусконаладочные работы	4 934 553,57	7 334 073,30	12 268 626,87
Прочие	1 114 461,51	1 656 389,44	2 770 850,95
Разработка сметной и проектной документации	2 351 371,82	3 494 770,71	5 846 142,53
Составление спецификации на оборудование	–	774 193,70	774 193,70
Страхование оборудования	–	18 570,70	18 570,70
Транспортные расходы по доставке оборудования	–	3 238 793,74	3 238 793,74
Анализ технико-эксплуатационных характеристик оборудования	–	28 118,43	28 118,43
Оценка рыночной стоимости	175 792,00	–	175 792,00
Исследовательские работы	–	1 262,20	1 262,20
Разработка схемы теплоснабжения	–	784 032,20	784 032,20
Расчет сметной стоимости строительства	601 491,70	–	601 491,70
<i>Всего</i>	<i>74 479 060,95</i>	<i>156 994 679,87</i>	<i>231 473 740,81</i>

тепловой энергии. Структура затрат угольной котельной, котельной на биотопливе, котельной на RDF-топливе в целом является идентичной. Различия заключаются в суммовом выражении затрат в зависимости от состояния основных фондов и используемого основного сырья.

Большая степень физического устаревания действующих угольных котельных обуславливает невысокую величину амортизации основных средств при более высоких затратах на ремонт основных средств. Различие в материальных затратах определяется нормой расхода топлива на выработку единицы тепловой энергии и ценой топлива. Расчет суммы затрат на производство 40 тыс. Гкал тепловой энергии котельной на угле за 2020 г. представлен в табл. 4.

Общая сумма затрат на производство 40 тыс. Гкал тепловой энергии котельной на угле за 2020 г. составила 94 256 975 р. Сто-

имость затрат на топливо рассчитана для бурого угля с нормативом расхода 0,44 т/Гкал и ценой 2 289 р./т.

Существенную долю в производственной себестоимости новой котельной на биотопливе будет составлять амортизация основных средств.

Постепенный перенос стоимости объектов основных средств на себестоимость вырабатываемой тепловой энергии осуществляется организацией на основании самостоятельно установленного в учетной политике метода амортизации. В качестве ускоренного метода амортизации в соответствии со стандартами бухгалтерского учета для амортизации объектов котельной на биотопливе может применяться способ уменьшаемого остатка с коэффициентом 2. Ежегодная стоимость амортизации рассчитывается путем умножения остаточной стоимости основного

Таблица 4

Годовые затраты на производство тепловой энергии котельной на угле

Статья затрат	Сумма затрат, р.	Удельный вес, %
Амортизация	2 000 000	2,12
Ремонт основных средств	8 000 000	8,49
Сырье и материалы	40 286 400	42,74
Вспомогательное производство	9 106 413	9,66
Услуги поставщиков	8 943 561	9,49
Оплата труда, страховые взносы, налоги, сборы	17 939 066	19,03
Итого затраты производства	86 275 441	91,53
Управленческие расходы	7 981 534	8,47
<i>Всего</i>	<i>94 256 975</i>	<i>100,00</i>

средства и нормы амортизации, установленной в зависимости от срока его полезного использования, на коэффициент, равный 2.

Срок полезного использования оборудования котельной определяется на основании технической документации и может составлять от 7 лет и более, здания котельной — от 15 лет и более. Расчет ежегодной амортизации котельной с учетом указанных параметров представлен в табл. 5.

Наибольшая сумма амортизации в размере 60 766 316 р., согласно выбранному методу, включается в себестоимость в первый год функционирования новой котельной. Ежегодно происходит уменьшение величины амортизационных отчислений с полным их прекращением по истечении срока полезного использования.

Расчет суммы затрат на производство 40 тыс. Гкал тепловой энергии котельной на биотопливе в первый год функционирования представлен в табл. 6.

В расчете не учитывается изменение величины платы за негативное воздействие на

окружающую среду (НВОС). Платежи в бюджет приняты в качестве неизменной величины в связи с многочисленностью вариантов расчета платы за НВОС в зависимости от установленных нормативов загрязняющего воздействия.

Общая сумма затрат на производство 40 тыс. Гкал тепловой энергии котельной на биотопливе (щепе) за 2020 г. составила 150 276 091 р. Стоимость затрат на топливо рассчитана для щепы с нормативом расхода 1 плотн. м³/Гкал и ценой 1 113,48 р./1 плотн. м³.

Для определения экономической целесообразности перевода котельной на использование альтернативного топлива из ТКО в табл. 7 произведен расчет полной себестоимости выпуска тепловой энергии за год. Для расчета себестоимости сумма амортизации определена исходя из затрат на строительство новой котельной (аналогично котельной на биотопливе).

Амортизация имеет наибольший удельный вес — 46,75 %. Использование топли-

Таблица 5

Амортизация основных средств котельной на биотопливе

Наименование основного средства	Первоначальная стоимость, р.	Срок полезного использования, мес.	Норма амортизации	Коэффициент	Амортизация, р.		
					Первый год	Второй год	Третий год
Котельная установка первой очереди	56 107 745	84	14,29	2	16 030 784	11 450 560	8 178 972
Тепловой пункт	34 842 252	84	14,29	2	9 954 929	7 110 664	5 079 046
Теплотрасса протяженностью 0,5 км	15 697 898	36	33,33	2	10 465 266	3 488 422	1 162 807
Трансформаторная подстанция	3 247 246	84	14,29	2	927 785	662 703	473 360
Котельная установка второй очереди	47 099 537	84	14,29	2	13 457 011	9 612 150	6 865 822
Здание котельной	74 479 060	180	6,67	2	9 930 541	8 606 469	7 458 940
Всего	231 473 741	—	—	—	60 766 316	40 930 969	29 218 946

Таблица 6

Годовые затраты на производство тепловой энергии котельной на биотопливе

Статья затрат	Сумма затрат, р.	Удельный вес, %
Амортизация	60 766 316	40,44
Ремонт основных средств	1 000 000	0,67
Сырье и материалы	44 539 200	29,64
Вспомогательное производство	9 106 413	6,06
Услуги поставщиков	8 943 561	5,95
Оплата труда, страховые взносы, налоги, сборы	17 939 066	11,94
Итого затраты производства	142 294 557	94,69
Управленческие расходы	7 981 534	5,31
Всего	150 276 091	100,00

Таблица 7

Годовые затраты на производство тепловой энергии котельной на RDF-топливе

Статья затрат	Сумма затрат, р.	Удельный вес, %
Амортизация	60 766 316	46,75
Ремонт основных средств	1 000 000	0,77
Сырье и материалы	24 242 424	18,65
Вспомогательное производство	9 106 414	7,01
Услуги поставщиков	8 943 561	6,88
Оплата труда, страховые взносы, налоги, сборы	17 939 066	13,80
Итого затраты производства	121 997 782	93,86
Управленческие расходы	7 981 534	6,14
<i>Всего</i>	<i>129 979 316</i>	<i>100,00</i>

ва, произведенного из отходов, позволяет сократить удельный вес материальных затрат до 18,65 %. Стоимость затрат на топливо рассчитана с нормативом расхода 0,40 т/Гкал и расчетной ценой 1 500 р./т.

Стоимостная оценка остальных статей расходов (расходы на оплату труда, налоговые платежи, вспомогательное производство, управленческие затраты) является одинаковой для котельных на различном топливе для обеспечения сопоставимости расчетов.

Сопоставление величины затрат на производство тепловой энергии позволяет определить наиболее экономичный способ осуществления хозяйственной деятельности (табл. 8). Теплопроизводители являются коммерческими организациями, их деятельность направлена на получение прибыли, поэтому минимизация расходов — одна из приоритетных задач для получения наилучшего финансового результата.

Наибольшую себестоимость производства тепловой энергии — 150 276 091 р. — имеет котельная на биотопливе. Себестоимость производства энергии котельной на щепе на 59 % выше, чем котельной на угле, и на 16 % выше, чем котельной на альтернативном топливе.

Превышение суммарной себестоимости тепловой энергии, произведенной котель-

ной на биотопливе, обусловлено большей фондоемкостью вырабатываемой энергии. С учетом выбранного способа амортизации и установленных сроков полезного использования основных средств ежегодное уменьшение величины амортизационных отчислений приведет к тому, что начиная с восьмого года эксплуатации котельной на щепе величина амортизации будет меньше, чем аналогичные затраты при эксплуатации котельной на угле. Такой же сценарий изменения себестоимости характерен и для котельной на RDF-топливе.

В настоящее время наименьшая себестоимость производства тепла котельными на угле определяет выбор этого топлива поставщиками тепловой энергии (рис. 2).

Разница между доходами и расходами котельной определяет финансовый результат ее деятельности. Выручка для котельных определяется исходя из количества поставленной тепловой энергии и установленного тарифа. Для Иркутской области в расчетах использован тариф 1 900 р./Гкал (табл. 9).

Представленные расчеты демонстрируют убыточность предприятий коммунальной энергетики. При этом для котельной на биотопливе величина убытка примерно равна величине выручки организации (97,73 %).

Таблица 8

Затраты на производство тепловой энергии котельными, р.

Статья затрат	Котельная на щепе	Котельная на RDF-топливе	Котельная на угле
Амортизация	60 766 316	60 766 316	2 000 000
Ремонт основных средств	1 000 000	1 000 000	8 000 000
Сырье и материалы	44 539 200	24 242 424	40 286 400
Вспомогательное производство	9 106 414	9 106 414	9 106 414
Услуги поставщиков	8 943 561	8 943 561	8 943 561
Оплата труда и страховые взносы, налоги, сборы	17 939 066	17 939 066	17 939 066
Итого затраты производства	142 294 557	121 997 782	86 275 441
Управленческие расходы	7 981 534	7 981 534	7 981 534
<i>Всего</i>	<i>150 276 091</i>	<i>129 979 316</i>	<i>94 256 975</i>

Рис. 2. Затраты на производство тепловой энергии котельными, тыс. р.

Таблица 9

Финансовый результат деятельности котельных, р.

Показатель	Значение показателя по видам котельных		
	Котельная на биотопливе	Котельная на RDF-топливе	Котельная на угле
Выручка	76 000 000	76 000 000	76 000 000
Себестоимость полная	150 276 091	129 979 316	94 256 975
Прибыль (убыток)	-74 276 091	-53 979 315	-18 256 975
Отношение убытка к выручке, %	97,00	71,00	24,02

Установленное в РФ тарифное регулирование теплоснабжения и предоставление поставщикам тепла субсидий на возмещение выпадающих доходов позволяют сделать вывод о косвенном софинансировании государством проектов модернизации котельных. Механизм компенсации недополученных доходов в связи с превышением величины расходов котельной над суммой выручки, полученной от потребителей тепловой энергии, обеспечивает ежегодное частичное покрытие стоимости мероприятий по модернизации, реконструкции или строительству новой котельной в размере суммы амортизации.

Переход на использование сочетания двух видов топлива — биотоплива и RDF-то-

плива — позволит значительно сократить степень негативного воздействия коммунальной энергетики на экологию. Для ускорения темпов проведения модернизации теплоснабжения в РФ государству следует дополнить методы регулирования отрасли целевым софинансированием программ модернизации объектов тепловой энергетики. В качестве условий предоставления целевого софинансирования следует определить соблюдение получателями средств установленных показателей НВОС, подтвержденное экологическими аудиторами (экологическая эффективность проекта), а также уменьшение нормативного годового уровня расходов по статьям затрат (экономическая эффективность проекта).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приходько Т.В. Право на благоприятную окружающую среду в контексте обеспечения экологической безопасности: проблемы федерального и регионального правового регулирования (на примере Иркутской области) / Т.В. Приходько, А.К. Рожкова. — DOI 10.18572/1813-1247-2020-2-8-12 // Государственная власть и местное самоуправление. — 2020. — № 2. — С. 8–12.
2. Епифанцева Е.И. Эколого-экономический механизм достижения устойчивого развития промышленного предприятия / Е.И. Епифанцева. — DOI 10.17150/2411-6262.2015.6(5).3 // Baikal Research Journal. — 2016. — Т. 6, № 5. — URL: <http://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=20374>.
3. Боровицкая П.С. Проблемы и перспективы развития российского рынка биотоплива / П.С. Боровицкая, Е.С. Варламова, Ю.В. Крылова // Экономические исследования и разработки. — 2021. — № 2. — С. 63–76.
4. Archer S.A. Systematic analysis of biomass derived fuels for fuel cells / S.A. Archer, R. Steinberger-Wilckens. — DOI 10.1016/j.ijhydene.2018.10.161 // International Journal of Hydrogen Energy. — 2018. — Vol. 43, № 52. — P. 23178–23192.
5. Шипнягова Л.В. Факторы влияния на состояние земель / Л.В. Шипнягова, Э.В. Батоева // Global and Regional Research. — 2020. — Т. 2, № 2. — С. 56–63.
6. Обращение с бытовыми отходами в странах Северной Европы и России / Р.Г. Джамалов, А. Карлссон, С.И. Юшманова [и др.]. — DOI 10.52176/2304831X_2021_01_208 // Муниципальная академия. — 2021. — № 1. — С. 208–217.
7. Соколова О.Г. Формирование модели управления твердыми коммунальными отходами / О.Г. Соколова, М.В. Полежаева, Е.В. Чухарева. — DOI 10.24411/2071-6435-2019-10095 // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. — 2019. — № 3. — С. 130–143.
8. Gasification of refuse-derived fuel from municipal solid waste for energy production: a review / Y. Yang, W. Peng, S.S. Lam [et al.]. — DOI 10.1007/s10311-020-01177-5 // Environmental Chemistry Letters. — 2021. — URL: https://www.academia.edu/50426718/Gasification_of_refuse_derived_fuel_from_municipal_solid_waste_for_energy_production_a_review.
9. Валинеева А.А. RDF-топливо — перспективный возобновляемый источник энергии на основе твердых коммунальных отходов / А.А. Валинеева, Д.П. Хорошевская // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сб. науч. ст. Всерос. науч. конф., Курск, 17–18 окт. 2018 г. В 4 т. Т. 4. — Курск, 2018. — С. 225–227.
10. Комплексная система по обращению с отходами в России / Е.А. Томшин, Е.А. Ширяева, Б.Ю. Зязев, О.Г. Любская. — DOI 10.18411/lj-01-2021-34 // Тенденции развития науки и образования. — 2021. — № 69 1. — С. 125–128.
11. Тертышник М.И. Производственный потенциал предприятия и оценка экономической эффективности производства / М.И. Тертышник. — DOI 10.26140/anie-2021-1001-0079 // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2021. — Т. 10, № 1 (34). — С. 322–324.
12. Горбунова А.И. Развитие методов оценки эко-эффективности как основное требование реализации принципов «зеленой экономики» / А.И. Горбунова, Л.В. Каницкая. — DOI 10.18334/vines.9.2.40609 // Вопросы инновационной экономики. — 2019. — Т. 9, № 2. — С. 419–434.

Информация об авторе

Берген Дарья Николаевна — аспирант, кафедре отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: 8bdn8@mail.ru.

Author

Darya N. Bergen — Ph.D. Student, Department of Sectoral Economics and Natural Resource Management, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: 8bdn8@mail.ru.

Для цитирования

Берген Д.Н. Альтернативные варианты модернизации региональных систем теплоснабжения: эколого-экономические аспекты / Д.Н. Берген. — DOI 10.17150/2500-2759.2021.31(3).407-415 // Известия Байкальского государственного университета. — 2021. — Т. 31, № 3. — С. 407–415.

For Citation

Bergen D.N. Alternative Options for Modernization of Regional Heat Supply Systems: Environmental and Economic Aspects. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2021, vol. 31, no. 3, pp. 407–415. DOI: 10.17150/2500-2759.2021.31(3).407-415. (In Russian).