

# Экономические науки

УДК 338.45  
DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-7-94-102

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЕЛЬНЫХ

### ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE BOILER MODERNIZATION PROJECT



Д. Н. Берген, Байкальский государственный университет, г. Иркутск  
8bdn8@mail.ru

D. Bergen, Baikal State University, Irkutsk

Существующий в сфере теплоэнергетики комплекс проблем остается нерешенным на протяжении многих лет. В качестве основного направления обеспечения деятельности региональных систем теплоснабжения в статье представлена экологическая модернизация основных фондов теплоснабжающих предприятий. *Объект исследования – проект модернизации котельных по производству пара и горячей воды. Предмет исследования – совокупность теоретических, методических и практических аспектов анализа показателей эколого-экономической эффективности проекта модернизации котельных. Цель исследования – научно обосновать экологичность проекта модернизации котельных для замены угля на более экологичные виды топлива. Методология исследования – исследование проведено с использованием совокупности следующих методов: сравнительный анализ, анализ структуры совокупности, финансовый анализ. Использование твердого биотоплива позволяет сократить антропогенную нагрузку от предприятий теплоснабжения. Экологический эффект заключается в сокращении суммарных выбросов в атмосферу в 69 раз, или на 321 т в год котельной на битопливе по сравнению с аналогичной котельной на угле. Экономический эффект для котельной заключается в возможности экономии на плате за негативное воздействие на окружающую среду в зависимости от используемого топлива. Произведенные расчеты показывают, что плата за негативное воздействие на окружающую среду занимает небольшой удельный вес в себестоимости производства пара и горячей воды котельными, в связи с чем не может выступать мотивом уменьшения негативного воздействия. Для усиления экономических стимулов необходимо установить нормативы негативного воздействия и размещения отходов на минимальном уровне для формирования у экономических субъектов материальной заинтересованности в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Произведенный автором расчет экологических и экономических показателей проекта модернизации региональных систем теплоснабжения, основанный на переходе от использования угля в качестве основного топлива, может быть положен в основу государственной программы модернизации тепловой энергетики*

**Ключевые слова:** экономика; промышленность; тепловая энергетика; теплоснабжение; модернизация; реконструкция; экологизация; эффективность; биотопливо; государственное управление; плата за негативное воздействие на окружающую среду

The current set of problems in the field of heat power engineering has remained unresolved for many years. Ecological modernization of fixed assets of heat supply enterprises is defined as the main direction of ensuring the activities of regional heat supply systems in this article.

The subject of the research is a set of theoretical, methodological and practical issues of the analysis of indicators of the ecological and economic efficiency of the boiler house modernization project. The purpose of the study is to analyze the ecological and economic efficiency of the project for the modernization of boiler houses to replace coal with more environmentally friendly fuels.

The study has been carried out using a set of methods: comparative analysis, analysis of structure, financial analysis. The use of solid biofuels makes it possible to reduce the anthropogenic load from heat supply enter-

prises. The ecological effect consists in the reduction of total emissions into the atmosphere by 69 times or by 321 tons per year of the boiler house on bit fuel compared to a similar boiler house on coal. The economic effect for the boiler house lies in the possibility of saving on fees for the negative impact on the environment, depending on the fuel used. The calculations show that payments for negative impact on the environment have a small share in the cost of steam and hot water production by boiler houses. In this connection, this cannot become a motive for reducing the negative impact. It is necessary to establish standards for the negative impact and waste disposal at a minimum level in order to form a material interest among economic entities in reducing the anthropogenic load on the environment. The author has calculated the environmental and economic indicators of the project for the modernization of regional heat supply systems, based on the transition from using coal as the main fuel. This calculation can become the basis for the state program for the modernization of thermal energy

**Key words:** economics; industry; thermal power engineering; heat supply; modernization; reconstruction; ecologization; efficiency; biofuels; public administration; pollution charges

---

**Введение.** Невозможно переоценить роль и значение экологизации топливно-энергетической промышленности для всего государства в целом. На современном этапе безопасность окружающей среды становится принципом, на котором должны основываться все области деятельности человека. Обзор литературы, раскрывающей проблемы в сфере теплоэнергетики, показывает, что актуальные проблемы остаются нерешенными на протяжении многих лет [13. С. 256]. Большинство ученых в настоящее время поддерживает мнение, что система государственного управления «призвана обеспечить равновесие между высоким уровнем рентабельности и экологичностью производства в экономике» [14. С. 268].

Необходимость модернизации, реконструкции или строительства новых объектов обеспечения тепловой энергией в связи с неудовлетворительным техническим состоянием множества действующих источников тепловой энергии выступает также предпосылкой для экологической модернизации объектов теплового хозяйства. Выбор между реконструкцией и строительством осуществляется индивидуально для конкретного объекта [11. С. 132].

Объектом исследования выступает проект модернизации котельных по производству пара и горячей воды. Предмет исследования — совокупность теоретических, методических и практических аспектов анализа показателей эколого-экономической эффективности проекта модернизации котельных.

Цель исследования – научно обосновать эколого-экономическую эффективность проекта модернизации котельных для замены угля на более экологичные виды топлива.

Исходя из указанной цели в научной работе поставлены следующие задачи:

- определить экологический эффект от функционирования котельной на щепе по сравнению с угольной котельной;
- рассчитать экономию организации теплоснабжения на плате за негативное воздействие на окружающую среду при использовании щепы взамен угля;
- по результатам расчета показателей эколого-экономической эффективности предложить методы государственного регулирования деятельности предприятий сферы тепловой энергетики, направленные на ускорение экологической модернизации отрасли.

В качестве методологической основы исследования применялся принцип единства теории и практики. В работе использованы общенаучные и частно-научные методы: сравнительный анализ, анализ структуры совокупности, финансовый анализ.

Множеством работ, исследований представлен литературный перечень по вопросам, связанным с модернизацией предприятий теплоснабжения. В них разъясняются сущность понятий и категорий, описывается негативное воздействие теплоэнергетического комплекса на окружающую среду, раскрываются способы модернизации источников теплоснабжения, производятся расчеты показателей эффективности затрат проектов модернизации. Это научные работы В. А. Стенникова, А. В. Пеньковского, И. В. Постникова, Г. А. Артамонова, В. А. Гутникова, Т. И. Макаровой, К. В. Колесниковой, А. В. Спиридовой и др. Вместе с тем, недостаточно исследованы вопросы, относящиеся к разработке способов, направленных на решение проблем экологической безопасности

сти теплоснабжения. Узкий круг работ содержит предложения по экологической модернизации тепловой энергетики. Отсутствуют способы комплексной оценки эколого-экономических показателей проведения природоохранных мероприятий в форме модернизации основных средств.

*Результаты исследования и их обсуждение.* Экологическая эффективность эксплуатации котельных, с одной стороны, характеризуется количеством поступающих в окружающую среду загрязняющих веществ, а с другой стороны, влияет на себестоимость тепловой энергии, формируя плату за нега-

тивное воздействие на окружающую среду (плату за НВОС).

Мировой опыт имеет различные примеры использования различных видов твердого и жидкого биотоплива, а также сформировалась обширная база научных исследований и разработок в данной сфере энергетики [15. С. 23179]. Экологический эффект от функционирования котельной на биотопливе (щепе) мощностью 22 МВт взамен котельной на угле заключается в существенном снижении антропогенной нагрузки на воздушную среду в результате сокращения массы выбросов загрязняющих веществ (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

*Сокращение негативного воздействия на окружающую среду в результате функционирования котельной на биотопливе, т/г / Reducing the negative impact on the environment as a result of a biofuel boiler house operation, tons per year*

Код ве- щества / Substance code	Наименование загрязняющего вещества / Name of pollutants	Масса выбросов загрязняю- щего вещества, т/г / Pollutant emission mass, tons per year		Изменение массы вы- бросов, т/г / Change in mass of emissions, tons per year
		котельной на угле / coal-fired boiler	котельной на биотопливе / biofuel boiler	
304	Азота оксид (Азот (II) оксид) / Nitrogen oxide	4,17600	0,35765	-3,81835
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид) / Nitrogen dioxide	25,69389	0,893	-24,80089
330	Сера диоксид / Sulfur dioxide	56,09	0,0548	-56,03520
337	Углерод оксид / Carbon monoxide	121,6506	2,7396	-118,91100
2908	Пыль неорганическая: 70...20 % двуокиси кремния / Inorganic dust: 70...20 % silicon dioxide	53,848	0,00009	-53,84792
328	Углерод (Сажа) / Carbon	63,84600	0,66795	-63,17805
703	Бенз(а)пирен / Benzo a pyrene	0,00014	0,0000004	-0,00014
2909	Пыль неорганическая: ниже 20 % двуокиси кремния / Inorganic dust: below 20 % of silicon dioxide	0,11589	0,00	-0,11589
123	диЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо) / Diiron trioxide	0,00795	0,00118	-0,00677
143	Марганец и его соединения / Manganese and its compounds	0,00023	0,00009	-0,00014
342	Фтористые газообразные соединения – гидрофторид, кремний тетрафторид / Fluoride gaseous compounds – hydrofluoride, silicon tetrafluoride	0,00005	0,00008	0,00003
Итого / Total		325,42876	4,71444	-320,71432

Совокупная масса выбросов угольной котельной за 2020 г. составила 325,43 т. Наибольший удельный вес в структуре выбросов

котельной на угле в атмосферный воздух в 2020 г. занимает оксид углерода – 37 %, на втором месте по величине стоит углерод (са-

жа) – 20 %, диоксид серы и пыль неорганическая с содержанием двуокиси кремния в диапазоне 20...70 % составляют примерно одинаковую долю – 17 %, азота диоксид (азот

(IV) оксид) имеет удельный вес в общей массе выбросов 8 %, прочие вещества – около 1 % (рис. 1).

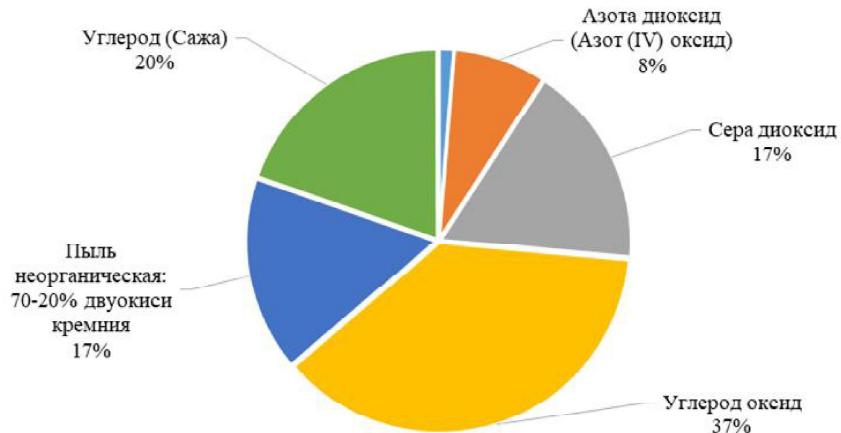


Рис. 1. Структура выбросов угольной котельной в атмосферу, %. /  
Fig. 1. The structure of coal-fired boiler house emissions into the atmosphere, %

Совокупная масса выбросов котельной на биотопливе за 2020 г. составляет 4,71 т. Наибольший удельный вес в структуре выбросов котельной на биотопливе в атмосферный воздух в 2020 г. занимает оксид углерода – 58 %, на втором месте по величине

находится азота диоксид (азот (IV) оксид) – 19 %, углерод (сажа) составляет 17 % в совокупном объеме выбросов, азота оксид (азот (II) оксид) имеет удельный вес 8 %, диоксид серы составляет около 1 % выбросов, прочие вещества – менее 1 % выбросов (рис. 2).

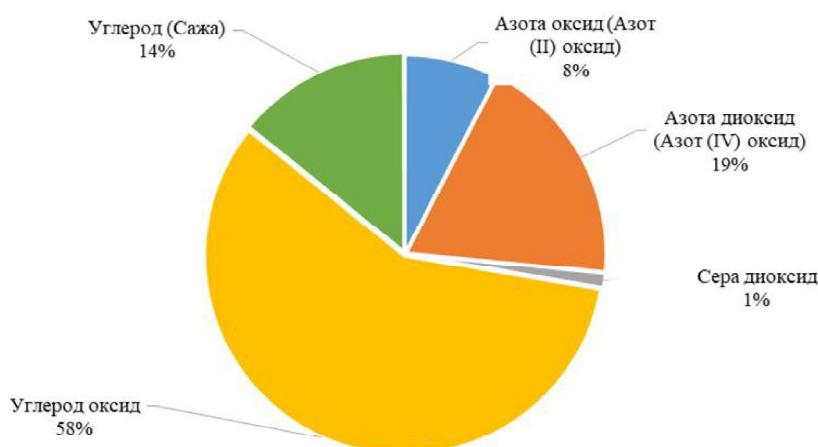


Рис. 2. Структура выбросов котельной на биотопливе в атмосферу, %. /  
Fig. 2. The structure of biofuel boiler house emissions into the atmosphere, %

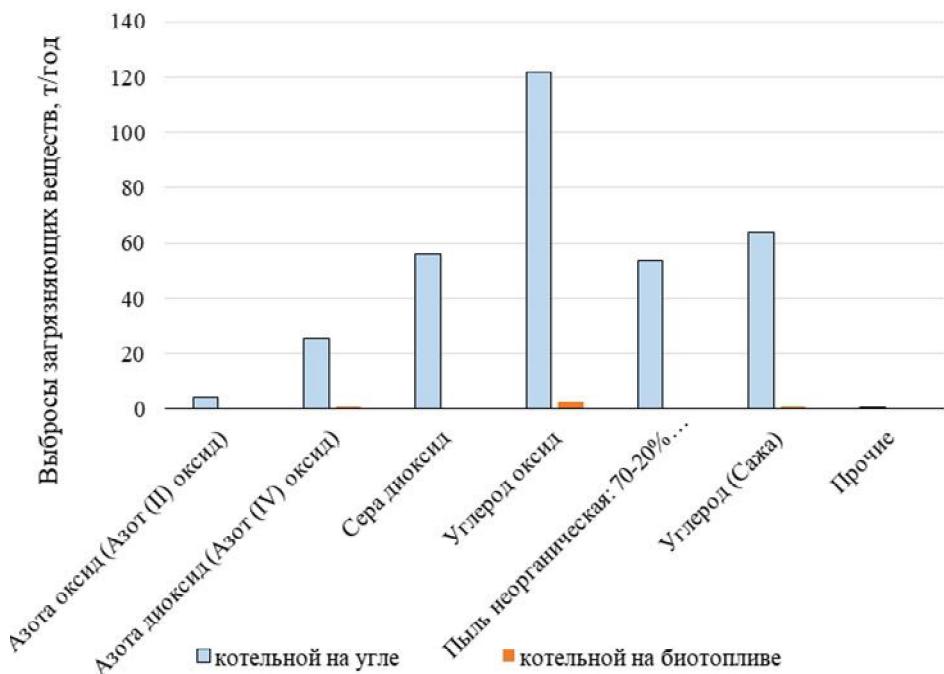


Рис. 3. Суммарные выбросы в атмосферу от котельных, т/г /  
Fig. 3. Total air emissions from boiler houses, tons per year

Совокупная масса выбросов от работы котельной на биотопливе меньше в 69 раз, или на 321 т/год по сравнению с аналогичной котельной на угле.

Наибольший положительный экологический эффект от функционирования котельной на биотопливе вместо угольной котельной будет прослеживаться в сокращении массы выбросов оксида углерода в 44 раза (около 119 т/г), выбросы сажи уменьшатся в 96 раз, или на 63 т/г, в 1024 раза, или на 56 т/г, меньше будут осуществляться выбросы диоксида серы (рис. 3).

Одним из действующих способов государственного регулирования антропогенного воздействия на экологию, который установлен органами государственной власти для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в ФЗ «Об охране окружающей среды», выступает плата за НВОС. Мы присоединяемся к мнению К. В. Колесниковой и Т. И. Макаровой: «экономическая составляющая является неотъемлемой частью механизма охраны окружающей среды» [5. С. 162].

Плату за НВОС можно оценить как негативную санкцию в связи с тем, что размер платы за НВОС напрямую зависит от объемов или массы выбросов определенных

загрязняющих веществ, а также от ставок платы за конкретное вещество. Вследствие этого организаций, которые стремятся к оптимизации расходов на оплату в связи сокращением негативного воздействия на окружающую среду, могут использовать различные имеющиеся возможности, например, модернизация основных средств, применение лучших доступных технологий, реализация программ природоохранных мероприятий. В зарубежной литературе отмечают, что экологические платежи повышают эффективность использования ресурсов и способствуют экономическому росту [16. С. 250].

Нормирование в России негативного воздействия организаций на окружающую среду в настоящее время развивается путем реформирования действующего законодательства и формирования эффективной системы регулирования, отвечающей современным требованиям. В литературе данный этап совершенствования правового регулирования именуют «переходным» [12. С. 181]. Выдвигаются прогнозы полного отказа от платы за НВОС в связи с потерей ее актуальности при повсеместном применении организациями лучших доступных технологий [6].

Различные варианты построения экологической политики котельной в отношении

выбросов в атмосферу и размещения отходов обуславливают формирование различной итоговой суммы платы за НВОС, подлежащей уплаты в бюджет. Следовательно, применение организацией в зависимости от характера ее деятельности конкретных положений нормативного регулирования воздействия на природную среду носит индивидуальный характер [2. С. 76]. В результате от степени финансовой нагрузки платы за НВОС на предприятия тепловой энергетики

определяется роль платы как меры воздействия на экологизацию производственного процесса.

Расчет экономического эффекта от сокращения негативного воздействия для котельной в результате снижения платы за НВОС представлен в табл. 2.

Годовая экономия во время функционирования котельной на биотопливе на плате за НВОС примерно равна сумме такой платы для угольной котельной.

Таблица 2 / Table 2

*Годовая экономия на плате за НВОС при работе котельной на биотопливе, р. / Annual savings on payments for negative impact on the environment when operating a biofuel boiler house, rub.*

<b>Наименование показателя / Indicator name</b>	<b>Плата за НВОС / Payment for negative impact on the environment</b>				<b>Плата за НВОС на особо охраняемых территориях (Кот=2) / Payment for negative impact on the environment in specially protected areas (K=2)</b>			
	в пределах НДВ и при утилизации отходов	в пределах НДВ и при спец. размещении отходов	в пределах НДВ, лимитов отходов	сверх НДВ, лимитов отходов	в пределах НДВ и при утилизации отходов	в пределах НДВ и при спец. размещении отходов	в пределах НДВ, лимитов отходов	сверх НДВ, лимитов отходов
Плата за НВОС котельной на угле / Payment for negative impact on the environment coal-fired boiler	13 854	21 303	38 685	2 006 164	27 708	42 606	77 370	4 012 328
Плата за НВОС котельной на биотопливе / Payment for negative impact on the environment biofuel boiler	207	904	2 530	78 776	414	1 808	5 060	122 519
Годовая экономия / Annual savings	13 647	20 399	36 155	1 927 388	27 294	40 799	72 310	3 889 809

В связи с тем, что сумма платы в пределах установленных нормативов составляет и для котельной на биотопливе, и для котельной на угле величину в пределах 100 000 р., экономия на размере платы в данных случаях является незначительной (13 647...36 155 р.). Такая сумма составляет незначительную величину себестоимости производства пара и горячей воды котельными и не может выступить мотивом уменьшения негативного воздействия. Кроме того, в современных условиях возмещения расходов (при недополучении доходов в рамках тарифного регулирования) путем предоставления государ-

ственных субсидий оптимизация расходов не является приоритетом предприятий тепловой энергетики, поэтому использование финансового стимулирования является затруднительным.

Наибольшая сумма экономии составляется 1 927 388 р. при превышении нормативов допустимых выбросов и лимитов отходов, что обусловлено значительным снижением массы выбросов загрязняющих веществ.

В случае, когда нормативы установлены на таком уровне, который соответствует текущей хозяйственной деятельности котельных и массе образующихся загрязняющих

веществ и отходов, сумма платы не создает значительной финансовой нагрузки для бюджета предприятия и не становится одной из предпосылок модернизации производства. Считаем актуальным мнение И. О. Кирильчук: «Природопользователям намного выгоднее в настоящее время платить за загрязнение и продолжать загрязнять, чем инвестировать средства в природоохранные мероприятия» [4. С. 121]. Однако последствия загрязнения атмосферного воздуха являются трудноустранимыми, «ликвидация последствий от выбросов загрязняющих веществ не может быть осуществлена за счет средств самого загрязнителя» [3. С. 115].

Вопрос о соответствии ставок платы реальным последствиям антропогенного воздействия остается дискуссионным по настоящему времени [1. С. 174].

В связи с тем, что расчет НДВ и инвентаризация негативного воздействия производится экономическими субъектами самостоятельно, становится актуальным вопрос подтверждения достоверности отчетности, содержащей указанные сведения. Считаем целесообразным законодательно установить требование о привлечении независимых экологических аудиторов для обеспечения достоверности показателей негативного воздействия. Такой подход обеспечит реальное сокращение массы и объемов выбросов, сбросов, размещенных отходов.

Современная практика показывает, что осуществление программ экологической модернизации в России наибольшими темпами реализуется крупными предприятиями, располагающими достаточным объемом финансовых ресурсов [8. С. 21]. На предприятиях теплоэнергетического комплекса реализация экологической ответственности бизнеса замедлена, количество проводимых природоохранных мероприятий является минимальным. В условиях непрерывного осуществления деятельности источниками тепловой энергии последствия негативного воздействия являются глобальными и необратимыми. В то же время авторы в научной литературе констатируют, что «целостная система правового регулирования государственной поддержки инвестиционной деятельности в сфере охраны окружающей среды в РФ окончательно не сложилась» [9. С. 75]. Некоторые авторы высказывают мнение, что для улучшения качества оказания

услуг необходимо создание конкурентной модели на рынке теплоэнергетики [10. С. 9]. В настоящее время в большинстве регионов конкуренция на рынке теплоснабжения практически отсутствует [7. С. 27].

**Заключение.** Положительный экологический эффект от проекта модернизации котельной путем замены угля на биотопливо оценен на основании расчетов путем определения ожидаемого снижения выбросов в результате реализации программы модернизации котельной. Суммарные выбросы в атмосферу сократятся в 69 раз, или на 321 т/год по сравнению с аналогичной котельной на угле, на основании чего можно сделать вывод о достижении высоких результатов в снижении негативного воздействия на окружающую среду, а именно на атмосферный воздух.

Плата за НВОС составляет менее 1 % в себестоимости произведенной тепловой энергии. Максимальный удельный вес составляет около 4 % при превышении НДВ и лимитов отходов. Годовая экономия во время функционирования котельной на биотопливе на плате за негативное воздействие на окружающую среду составляет незначительную величину себестоимости производства пара и горячей воды котельными и не может выступать мотивом уменьшения негативного воздействия.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости установления нормативов негативного воздействия и размещения отходов на минимальном уровне для формирования у экономических субъектов материальной заинтересованности в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Грамотное установление нормативов допустимого негативного воздействия и контроль их фактического соблюдения может создать необходимость значительного снижения массы выбросов загрязняющих веществ. Наличие строгого экологического условия осуществления деятельности может выступить рычагом для проведения экологической модернизации, реконструкции или строительства новых основных фондов котельной.

Убыточность котельных, использующих различные виды топлива, выступает существенным препятствием на пути экологической модернизации теплоснабжения. Для ускорения процессов модернизации теплоснабжения в РФ государству следует дополнить методы регулирования целевым со-

финансированием программ модернизации объектов тепловой энергетики с соблюдением в дальнейшем нормативного уровня рас-

ходов по статьям затрат и показателей негативного воздействия на окружающую среду.

### Список литературы

---

1. Аблаев Р. Р., Аблаев А. Р., Абрамова Л. С., Севриков И. В. Направления развития экономического механизма защиты окружающей природной среды // Московский экономический журнал. 2020. № 5. С. 169–179.
2. Грачев В. А., Курышева Н. И. Новые законодательные механизмы регулирования природоохранной деятельности // Проблемы региональной экологии. 2019. № 4. С. 69–76.
3. Дмитриева О. А., Короткова Л. Н., Латыпова Ф. М. Экономический механизм охраны окружающей среды // Вестник Академий знаний. 2018. № 2. С. 112–116.
4. Кирильчук И. О. Подходы к совершенствованию расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду // Наука Красноярья. 2019. № 1. С. 114–137.
5. Колесникова К. В., Макарова Т. И. К вопросу об элементах экономического механизма охраны окружающей среды и природопользования в странах ЕАЭС // Гуманитарные и юридические исследования. 2021. № 1. С. 161–167.
6. Носко П. А. Современные тенденции в российской системе платежей за загрязнение окружающей среды. Текст: электронный // Вестник Евразийской науки. 2019. № 5, т. 11. URL: <https://esj.today/PDF/86ECVN519.pdf> (дата обращения: 13.08.2021).
7. Романова В. В. Проблемы и тенденции правового регулирования рынка тепловой энергии в Российской Федерации и правового обеспечения конкуренции на рынке тепловой энергии // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина (МГЮА). 2020. № 3. С. 24–30.
8. Скараник С. С. Экологическая ответственность в современной практике корпоративного управления российских компаний // Экономика строительства и природопользования. 2020. № 2. С. 15–23.
9. Спиридонова А. В. Экологическое инвестирование в Российской Федерации: теоретико-правовой подход // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Право». 2020. № 1. С. 72–79.
10. Стенников В. А., Пеньковский А. В. Теплоснабжение потребителей в условиях рынка: современное состояние и условия развития // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2019. № 3. С. 8–20.
11. Суходаева С. Е., Айзенберг И. И. Реконструкция локальной системы теплоснабжения на основе анализа технического состояния тепловых сетей и теплоисточников // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. № 3. С. 130–141.
12. Татаренко В. И., Петрова Н. В., Усикова О. В., Лоницкая Д. Н. Система нормирования негативного воздействия на окружающую среду: новые подходы к формированию и возникающие проблемы // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 171–184.
13. Терентьева А. С. Анализ основных проблем централизованного теплоснабжения в России на современном этапе // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2020. № 18. С. 253–273.
14. Троянская М. А. Управление охраной окружающей среды: теория и практика // Вестник Академии знаний. 2021. № 42. С. 266–273.
15. Archer S. A., Streinberger-Wilckens R. Systematic analysis of biomass derived fuels for fuel cells // International Journal of Hydrogen Energy. 2018. № 43. P. 23178–23192.
16. Shi H., Qiao Y., Shao X., Wang P. The effect of pollutant charges on economic and environmental performances: Evidence from Shanhong Province in China // Journal of Cleaner Production. 2019. № 232. P. 250–256.

### References

---

1. Ablayev R. R., Ablayev A. R., Abramova L. S., Sevrikov I. V. *Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal* (Moscow economic journal), 2020, no. 5, pp. 169–179.
2. Grachev V. A., Kurysheva N. I. *Problemy regionalnoy ekologii* (Problems of regional ecology), 2019, no. 4, pp. 69–76.
3. Dmitrieva O. A., Korotkova L. N., Latypova F. M. *Vestnik Akademiy znanij* (Bulletin of the Academies of Knowledge), 2018, no. 2, pp. 112–116.
4. Kirilchuk I. O. *Nauka Krasnoyarska* (Science of Krasnoyarsk), 2019, no. 1, pp. 114–137.
5. Kolesnikova K. V., Makarova T. I. *Gumanitarnye i yuridicheskiye issledovaniya* (Humanitarian and legal research), 2021, no. 1, pp. 161–167.

6. Nosko P. A. *Vestnik Yevraziyskoy nauki* (Bulletin of Eurasian Science, 2019, no. 5, v. 11. Available at: <https://esj.today/PDF/86ECVN519.pdf> (date of access: 13.08.2021). Text: electronic.
7. Romanova V. V. *Vestnik Universiteta imeni O. Ye. Kutafina (MGYUA)* (Bulletin of the OE Kutafin University) (MSLA), 2020, no. 3. P. 24–30.
8. Skaranik S. S. *Ekonomika stroitelstva i prirodopolzovaniya* (Economics of construction and environmental management), 2020, no. 2, pp. 15–23.
9. Spiridonova A. V. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Pravo"* (Bulletin of the South Ural State University. Series "Right"), 2020, no. 1, pp. 72–79.
10. Stennikov V. A., Penkovskiy A. V. *Vserossiyskiy ekonomicheskiy zhurnal EKO* (All-Russian economic journal ECO), 2019, no. 3, pp. 8–20.
11. Sukhodayeva S. Ye., Ayzenberg I. I. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost* (Institutes News. Investments. Construction. Real estate), 2018, no. 3, pp. 130–141.
12. Tatarenko V. I., Petrova N. V., Usikova O. V., Lonitskaya D. N. *Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal* (Moscow economic journal), 2019, no. 10, pp. 171–184.
13. Terentyeva A. S. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaystvennogo prognozirovaniya RAN* (Scientific works: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences), 2020, no. 18, pp. 253–273.
14. Troyanskaya M. A. *Vestnik Akademii znanii* (Bulletin of the Academy of Knowledge), 2021, no. 42, pp. 266–273.
15. Archer S. A., Streinberger-Wilckens R. *International Journal of Hydrogen Energy* (International Journal of Hydrogen Energy), 2018, no. 43, pp. 23178–23192.
16. Shi H., Qiao Y., Shao X., Wang P. *The effect of pollutant charges on economic and environmental performances: Evidence from Shanhong Province in China* // Journal of Cleaner Production. 2019. № 232. P. 250–256.

**Информация об авторе****Information about the author**

**Берген Дарья Николаевна**, аспирант, кафедра отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Россия. Область научных интересов: экономика, управление предприятиями, отраслями, комплексами (промышленность, энергетика), региональная экономика, государственное регулирование экономики  
8bdn8@mail.ru

*Darya Bergen*, postgraduate, Sectoral Economics and Natural Resource Management department, Baikal State University, Irkutsk, Russia. Scientific interests: economics, management of enterprises, industries, complexes (industry, energy), regional economics, state regulation of the economy

**Для цитирования**

*Берген Д. Н. Анализ эколого-экономической эффективности проекта модернизации котельных // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 7. С. 94–102. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-7-94-102.*

*Bergen D. Analysis of the ecological and economic efficiency of the boiler modernization project. Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 94–102. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-7-94-102.*

Статья поступила в редакцию: 17.09.2021 г.

Статья принята к публикации: 22.09.2021 г.