

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт наук о Земле  
Кафедра геоэкологии природопользования

Заведующий кафедрой  
Д.б.н., доц. А.В. Синдирева  
\_\_\_\_\_ 2020г

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
магистра

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В  
УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Рациональное природопользование»

Выполнил работу  
студент 2 курса  
очной формы обучения

Гудков Александр Леонидович

Научный руководитель  
к.г.н.

Притужалова Ольга Александровна

Рецензент  
к.г.н., доцент Тюменского  
государственного университета

Жеребятъева Наталья Владимировна

Тюмень  
2020 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	7
1.1 ОБЗОР СИТУАЦИИ В МИРЕ И В РОССИИ.....	7
1.2. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	21
ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	28
2.1. ОБЩЕЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	28
2.2. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	32
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ООО «ВЕКТОР».....	36
3.1. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	36
3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ООО «ВЕКТОР» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	58
3.2.1. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С. КОЛЕСНИКОВО.....	58
3.2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «ВЕКТОР».....	63
3.2.3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ООО «ВЕКТОР».....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	76

## ВВЕДЕНИЕ

В работе рассматривается перспектива внедрения технологий, позволяющих использовать энергию Солнца, в деятельность малых и средних предприятий, с целью увеличения их энергетической эффективности.

Актуальность данной темы исследования связана с тем, что был утверждён проект энергетической стратегии России на период до 2035 года в котором говорится о необходимости «минимизации негативного влияния добычи, производства, транспортировки и потребления энергоресурсов на окружающую среду, климат и здоровье людей» (распоряжение правительства РФ № 1523-р от 09.06.2020) Также Минэкономразвития подготовило проект «Стратегии долгосрочного развития РФ до 2050 года с низким уровнем выбросом парниковых газов» (документ разработан в соответствии с распоряжением Правительства № 2344-р от 03.11.2016) в которой говорится об увеличении генерации на основе ВИЭ (возобновляемых источников энергии), что говорит о перспективе развития данного сектора.

Россия обладает большим потенциалом развития возобновляемых источников энергии. Активное использование ВИЭ смогло бы решить проблему энергетической безопасности, снизить расходы традиционных источников энергии, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Объектом для исследования была выбрана организация Общество с ограниченной ответственностью «Вектор», которая столкнулась с проблемой производства тепловой энергии в селе Колесниково, в Заводоуковском районе. Для оптимизации теплоснабжения ООО «Вектор» была выбрана солнечная энергия. В работе рассматривается возможность использования солнечной энергетики в условиях Тюменской области.

Исследования ученых утверждают, что всего 0,0125% генерируемого излучения Солнца обеспечит современные запросы мировой энергетики. Чтобы удовлетворить запросы потребителей в будущем — достаточно 0,5%. Это говорит о том, что солнечная энергия имеет огромный потенциал, ее запасы превышают все существующие ресурсы нефти, угля, газа и другие источники ископаемого топлива, вместе взятые. Солнечная генерация считается одним из самых перспективных направлений в развитии возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Сегодня солнечные электростанции (СЭС) активно используются в качестве источников энергии во всем мире [37].

Использование возобновляемых источников энергии является более экологичным и безопасным для человека и окружающей среды, чем применение традиционных источников энергии. Объекты ВИЭ в период эксплуатации практически не выделяют каких-либо токсичных веществ и не нарушают энергетический, экологический или баланс [10].

В современном мире на сегодняшний день в сфере энергетики постепенно идут к отказу от традиционных видов топлива в пользу возобновляемых. Это обусловлено постоянным увеличением стоимости добычи и транспортировки ископаемых источников энергии, а также повышенным вниманием мирового сообщества к вопросу экологической безопасности [16].

Необходимость широкого внедрения возобновляемых источников энергии требует учитывать все составляющие понятия их эффективности, а именно энергетическую, экологическую, режимную (эксплуатационную), экономическую и социальную эффективность [8].

Применение возобновляемых источников энергии позволит повысить энергообеспечение и электрооборуженность потребителей без дополнительной нагрузки на централизованную электрическую сеть.

Цель выпускной квалификационной работы: Оценка возможности применения установки солнечной генерации в ООО «Вектор»

Объект исследования: потенциал солнечной генерации для оптимизации теплоснабжения малых поселений

Предмет исследования: экологическая и экономическая эффективность использования солнечной энергии в ООО «Вектор»

Задачи:

1. Изучить состояние и перспективы развития возобновляемых источников энергии в Российской Федерации
2. Исследовать подходы к оценке эколого-экономической эффективности использования возобновляемых источников энергии
3. Провести оценку эколого-экономической эффективности использования солнечной энергии в ООО «Вектор»

Защищаемые положения:

- 1) В Российской Федерации назрела необходимость перехода на возобновляемые источники энергии, в частности, на солнечную генерацию. Особенно актуален данный вопрос для предприятий, расположенных на удалении от имеющихся объектов энергетической инфраструктуры (в зоне децентрализованного энергоснабжения).
- 2) Применение установки солнечной генерации в ООО «Вектор» в современных условиях является экономически и экологически эффективным.

Научная новизна: в данном регионе не проводились исследования об оценке возможности использования и внедрения солнечной энергии на объектах теплоэнергетики.

Методы исследования: сбор и анализ литературы по данной теме, статистическая обработка данных, расчёты эколого-экономической эффективности.

Практическая значимость заключается в обосновании экологической и экономической эффективности перехода к установкам солнечной генерации на малых и средних предприятиях теплоэнергетики.

# ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## 1.1 ОБЗОР СИТУАЦИИ В МИРЕ И В РОССИИ

Процент использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии с каждым годом набирает обороты. Себестоимость энергии из ВИЭ может быть дешевле или иметь такую же стоимость, как энергия, которую получают из традиционных источников. Кроме того, установки по добыче энергии стоят на сегодняшний день больших средств. Выходом из этой ситуации может являться спонсорская деятельность, государственные субсидии и, конечно же, инновационные технологии, которые помогут снизить себестоимость энергии, получаемой нетрадиционным способом. Но одними разработками технологий по снижению себестоимости не добиться гарантии добычи достаточного количества энергии для человечества в будущем. Поэтому всё большую популярность в мире набирают технологии добычи энергии нетрадиционным способом, без использования углеводородного топлива – возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [6]. Внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) набирает популярность даже в странах, располагающих большими запасами нефти и газа. По прогнозам, к 2035 году на долю возобновляемых источников энергии будет приходиться более половины мирового производства электроэнергии.

Сейчас в мире на основе ВИЭ и НВИЭ (нетрадиционные возобновляемые источники энергии) преобладают установки, использующие биомассу в качестве энергоносителя – 56 %, ветровые станции (ВЭС) – 28 % всей производимой на ВИЭ электроэнергии, геотермальные – 15% и солнечные установки – 1% [19]. Наиболее широко используемым возобновляемым источником энергии является гидроэнергетика, при этом глобальная установленная мощность гидроэлектростанций превышает 1295 ГВт, что составляет более 18% от общей

установленной мощности по производству электроэнергии в мире и более 54% от глобальной мощности по производству возобновляемой энергии. Самым же быстрорастущим возобновляемым источником энергии является солнечная энергия: годовой темп прироста совокупной солнечной энергетической мощности составил в среднем 25% за последние пять лет.

Лидирующие позиции по количеству ВИЭ (включая гидроэлектроэнергию) на 2018 год занимают: Норвегия - 97,9 %; Новая Зеландия 83,1 %; Бразилия - 82,5 %; Колумбия - 75,7 % (рисунок 1), в России использование ВИЭ составляет 17,5 % [33]. Объясняется это тем, что наша страна сама по себе богата собственными ресурсами, и электричество вырабатывается путём сжигания земных недр: угля, газа и нефти. Поэтому кажется невыгодным устанавливать достаточно дорогие солнечные панели или ветряки там, где уже проведены линии газа и электроэнергии [8].

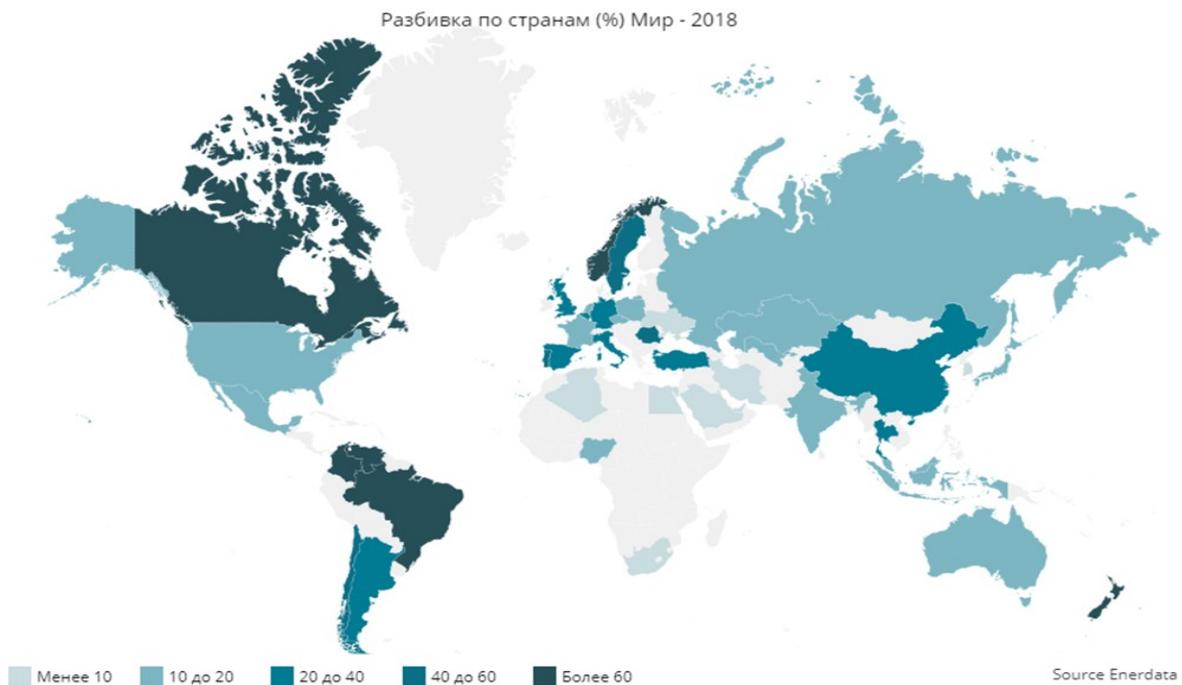


Рис. 1. Карта ВИЭ, разбивка по странам (%) [33]

Если проследить уровень использования ВИЭ в мире, с учетом прогноза развития до 2020 года, то можно отметить положительную динамику развития разных видов ВИЭ, с 2010 года прогнозируется увеличение доли ВИЭ в энергобалансе с 4,1 % до 11,1 % к 2020 году (рисунок 2) [11].



Рис. 2. Динамика развития ВИЭ в мире, с учетом прогноза развития ВИЭ на период до 2020 года [29]

Развитие возобновляемой энергетики российскими исследователями рассматривается как конкурентоспособный, экономически выгодный ресурс, особенно в зоне автономного энергоснабжения, где находится более 70% территории РФ (труднодоступные регионы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири). Основной составляющей проекта энергетической стратегии России на период до 2035 года является: «Минимизация негативного влияния добычи, производства, транспортировки и потребления энергоресурсов на окружающую среду, климат и здоровье людей» [19]. Однако в России отрасль ВИЭ начала развиваться совсем недавно: правительство утвердило рыночные стимулы для

строительства «зеленых» электростанций только в 2013 году, причем всего для 5,4 ГВт (Распоряжение правительства от 28.05.2013 года №861-р «О внесении изменений в Основные направления госполитики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на период до 2020 года»).

График динамики развития разных видов ВИЭ в России, с учетом прогноза развития до 2020 года (рисунок 3) свидетельствует об увеличении доли ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 году, но всего лишь на 4,5 %.

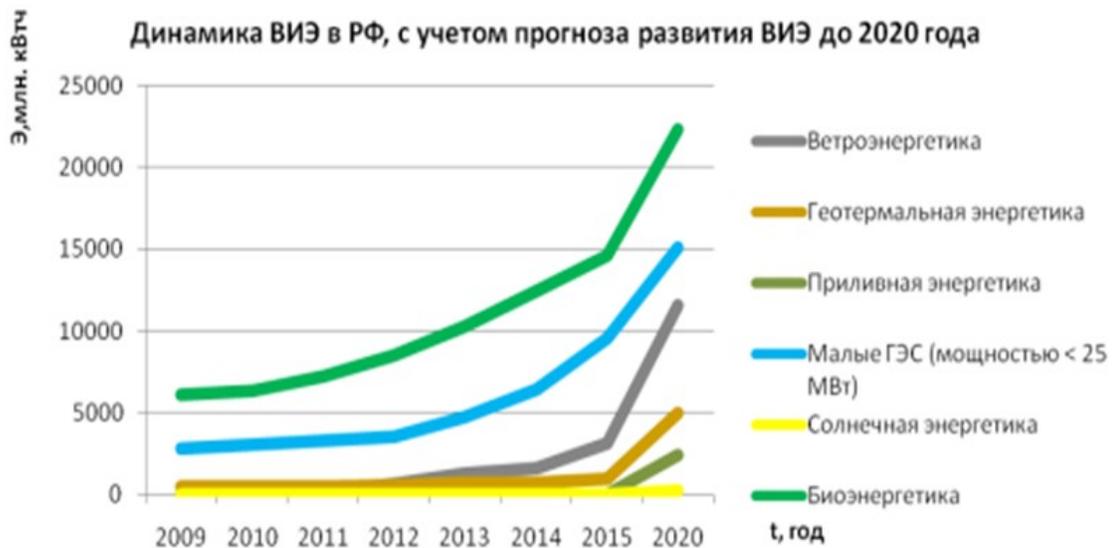


Рис. 3. Динамика ВИЭ в России, с учетом прогноза развития ВИЭ до 2020 года [29]

К 2020 году в России было построено только 184 МВт ветряных электростанций и 1,4 ГВт солнечных электростанций — то есть меньше 1% мощности всей энергосистемы. В ней по-прежнему доминирует традиционная генерация: 66,8% приходится на тепловые электростанции на угле и газе, 20,2% —

на атомные и 12,3% — на гидроэлектростанции (ГЭС), как следует из данных Минэнерго [25].

Установленная мощность электростанций единой энергетической системы России на 01.01.2018 составляла 239,8 ГВт [36].

	Всего, МВт	ТЭС		ГЭС		ВЭС		СЭС		АЭС	
		МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%
<b>ЕЭС РОССИИ</b>	<b>239 812</b>	162 780	67,9	48 450	20,2	134	0,1	534	0,2	27 914	11,6
ОЭС Центра	53 077	37 690	71	1 790	3,4	-	-	-	-	13 597	25,6
ОЭС Средней Волги	27 204	16 112	59,2	6 965	25,6	35	0,1	20	0,1	4 072	15
ОЭС Урала	52 715	49 238	93,4	1 856	3,5	2	0,01	134	0,3	1 485	2,82
ОЭС Северо-Запада	23 865	15 150	63,5	2 950	12,4	5	0,02	-	-	5 760	24,1
ОЭС Юга	21 539	12 180	56,6	5 942	27,6	92	0,4	325	1,5	3 000	13,9
ОЭС Сибири	51 911	26 570	51,2	25 286	48,7	-	-	55	0,1	-	-
ОЭС Востока	9 502	5 842	61,5	3 660	38,5	-	-	-	-	-	-

Рис. 4. Структура установленной мощности электростанций объединенных энергосистем и ЕЭС России на 01.01.2018 [36]

В общем объеме установленной мощности доля солнечной и ветровой энергетики составляет менее 1 %. В общем балансе энергии за 2017 г. в размере 1073,70 млрд Квт.ч, доля возобновляемой энергетики, включая солнечную и ветровую энергетику, составила 0,69 % [36].

	2016	2017	Изменение, %
Выработка электроэнергии, всего	1 071,90	1 073,70	0,2
в т.ч.:			
ТЭС	628,5	622,4	-1
ГЭС	186,7	187,4	0,4
АЭС	196,4	202,9	3,3
ВИЭ	0,61	0,69	13,1
Электростанции промышленных предприятий	59,8	60,3	0,9
Потребление электроэнергии	1 054,6	1 059,70	0,5

Рис. 5. Баланс электрической энергии за 2017 г. млрд кВт.ч [36]

В 2018 г., по сравнению с 2017 г., прирост мощностей гидроэнергетики составил от 48450 МВт до 48506,3 МВт или менее 1%, мощностей ветровой энергетики от 134 МВт до 183,9 МВт или на 37%, солнечной энергетики от 534 МВт до 83462 МВт или на 56%.

Даже принимая во внимание значительную динамику роста в 2018 г., прирост мощностей возобновляемой энергетики в России существенно отстает от мировой динамики (Рисунок 6) [36].



Рис. 6. Установленные мощности возобновляемой энергетики в России и в мире, ГВт [36]

За период с 2009 по 2018 г. рост мощностей возобновляемой энергетики, включая гидроэнергетику, в мире составил 107%, а в России только 11% [36].

Прирост ВИЭ осуществляется за счет локальных и промышленных установок.

На рисунке 7 показано современное состояние рынка европейских производителей локальных установок ВИЭ. На рынке присутствуют такие крупные компании, как компания «SCHOTT» – производитель солнечных тепловых коллекторов, компания «Conergy» – производитель автономных солнечных установок, фирма «SolarWorld» – производитель солнечных панелей, инверторов и автономных солнечных установок, «Alvesta» – производитель солнечных панелей и автономных установок, «Raine or Shine Alternative Energy Solutions Ltd» – производитель тепловые насосов, солнечных тепловых коллекторов, солнечных панелей, гидротурбин, биогазовых установок, а также многие другие производители [29].



Рис. 7. Рынок производителей локальных установок в Европе [29]

На рисунке 8 представлен рынок российских производителей локальных установок. Перечень основных российских производителей автономных установок ВИЭ: компания «СТВС», «Sun Shines» («Сан Шайнс»), завод «Светорезерв», Уральский завод тепловых насосов, ООО «НПО Генерация Инновационных технологий», компания «Ненк», ООО «ЭнерджиВинд» компания «Хевел» и другие [29].

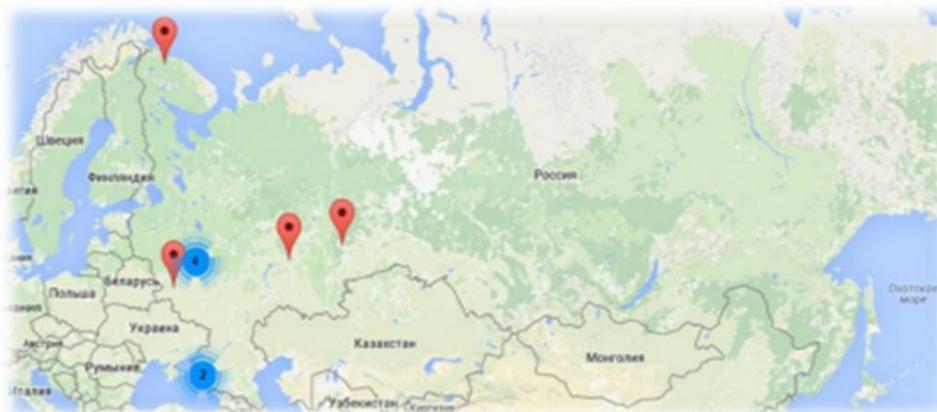


Рис. 8. Российский рынок производителей локальных установок [29]

Данные карты свидетельствуют о том, что рынок локальных установок в России имеет крайне низкую плотность в отличие от европейского рынка.

Ставка на альтернативные источники энергии – это международная тенденция. Стремясь быть инновационным и эффективным государством, Россия не должна оставаться в стороне от процесса выработки энергии за счёт восстанавливаемых источников. Кроме того, выбрасывая большое количество вредных веществ в воздух, страна несет ответственность за экологическое состояние окружающей среды, в том числе и перед мировой общественностью. Поэтому одним из ведущих направлений в развитии энергетики России должны стать инвестиции в подобную инновационную деятельность [11].

К сожалению, пока что нефть, уголь и газ являются более интересными как с позиции государства, так и с позиции бизнеса. Однако их запасы не бесконечны. По мнению главы «Роснано» Анатолия Чубайса, сильного повышения спроса на электроэнергию стоит ожидать только через 10 лет, и стагнирующее положение отрасли в данный момент необходимо использовать для вывода неэффективных электростанций. Готовиться к новой волне спроса пока рано, но совершенно очевидно, что для удовлетворения будущего спроса будет необходимо, по возможности, использовать именно «зеленую» энергию [11]. Постановление Правительства РФ № 449 от 28.05.2013 г. «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» подтолкнуло к строительству новых станций на возобновляемых источниках энергии. Далее необходимо последовательно развивать это направление, чтобы заложить в России прочный фундамент энергетики будущего, свободной от зависимости от истощающихся ископаемых видов топлива. Несомненно, решать вопрос нужно на разных уровнях, в том числе и законодательном. Необходимо государственное регулирование частных энергетических компаний, а также конкретное решение нюансов вроде продажи частными лицами излишков вырабатываемой энергии. Учитывая постоянное удешевление производства и повышение КПД (коэффициент полезного действия)

«зеленого» оборудования, все яснее становится рациональность выбора источников возобновляемой энергии. И однажды альтернативные источники энергии станут безальтернативным выбором [8].

Если говорить об оценке ресурсного потенциала развития возобновляемых источников энергии в России, то следует отметить, что в перспективе развития мощностей ВИЭ Россия имеет хороший потенциал:

- уникальные конкурентные преимущества для развития всех видов альтернативных источников энергии – от геотермальной энергетики (гейзеры на Дальнем Востоке) до приливной энергетики на севере;

- огромные площади, которые можно использовать под ВИЭ (для установки ветряков у нас огромная береговая линия и огромная территория);

- территории с высокой инсоляцией – например Якутия;

- гигантскую часть несетевого энергетика – это Дальний Восток, Якутия, Западная Сибирь, Приполярный Урал, Архангельская область, Мурманская область, т.е. обширные регионы, в которых существуют тысячи устаревших изолированных дизельных электростанций (в Европе изолированная энергетика – всего 0,6%). Цена генерации в тех местах высока, поэтому простая комплексная установка солнце-ветро-дизель абсолютно приемлема даже при нашей современной экономической ситуации [38].

На размещение установок генерации влияют природно-климатические условия [14].

На рисунках 9-13 можно увидеть потенциал солнечной, ветровой, гидро, геотермальной и энергии биогаза в Российской Федерации [20].



Рис. 9. Солнечный потенциал РФ (синяя зона — 1 балл, зелёная зона — 2 балла, жёлтая зона — 3 балла, оранжевая зона — 4 балла, красная зона — 5 баллов) [20].

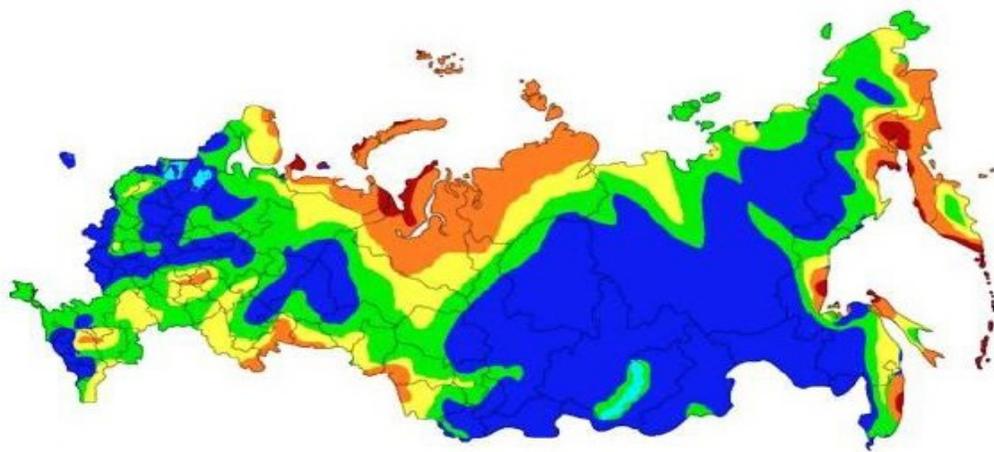


Рис. 10.

Ветровой потенциал РФ (синяя зона — 1 балла, зелёная зона — 2 балла, жёлтая зона — 3 балла, оранжевая зона — 4 балла, красная зона — 5 баллов) [20].

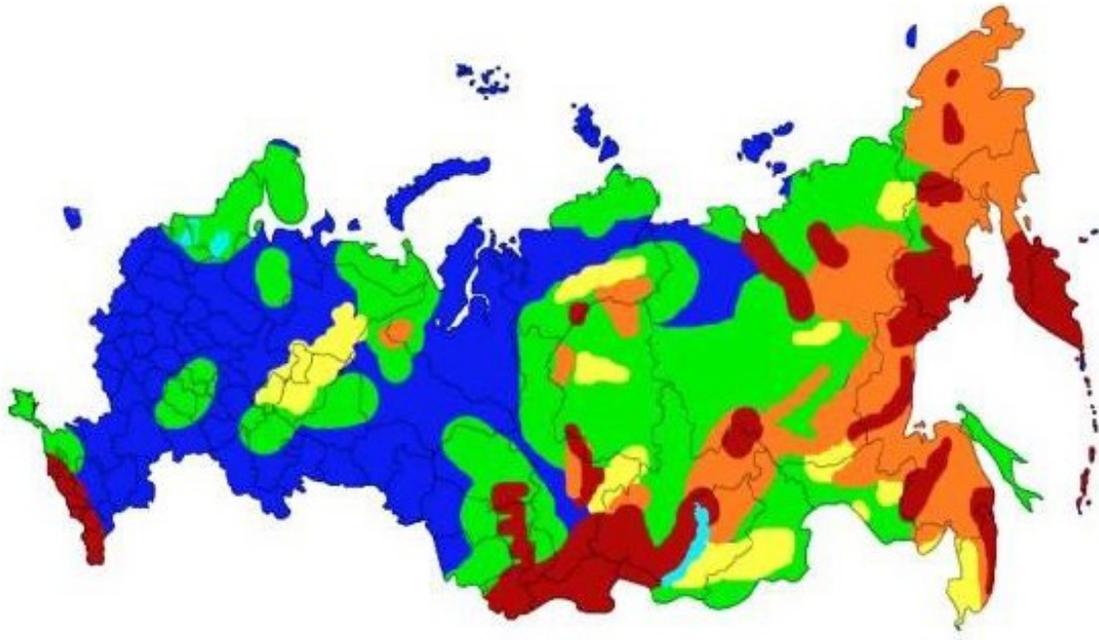


Рис. 11. - Малая гидроэнергетика РФ (синяя зона — 1 балл, зелёная зона — 2 балла, жёлтая зона — 3 балла, оранжевая зона — 4 балла, красная зона — 5 баллов) [20]



Рис. 12. Геотермальная энергетика РФ (синяя зона — 1 балл, зелёная зона — 2 балла, жёлтая зона — 3 балла, оранжевая зона — 4 балла, красная зона — 5 баллов) [20]



Рис. 13. Потенциал производства биогаза РФ (синяя зона — 1 балла, зелёная зона — 2 балла, жёлтая зона — 3 балла, оранжевая зона — 4 балла, красная зона — 5 баллов) [20]

Проанализировав «зонные» характеристики потенциалов альтернативной энергетики РФ, можно сделать вывод о том, что эффективное использование ВИЭ возможно на побережьях северных морей (ветроэнергетика), на территории Дальнего Востока и Камчатки (малая гидроэнергетика, солнечная энергетика), а также на южной границе территории РФ (солнечная и ветроэнергетика, малая гидроэнергетика). Самыми эффективными районами использования биогазовых установок являются Центральный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский Федеральные округа [20].

Среди 5 основных источников возобновляемой энергии остановим внимание на солнечной энергетике.

Солнечная генерация имеет ряд преимуществ и недостатков. Солнце — это нескончаемый источник энергии, который предоставляет человечеству большие возможности в развитии энергетики далекого будущего. Эксплуатация СЭС и сол-

нечной энергии не вредит окружающей среде. С другой стороны, на создание одной установки требуется довольно много дорогостоящих материалов — кремния и алюминия. Еще одним недостатком является низкая интенсивность солнечного излучения. При максимально выгодных погодных условиях плотность потока солнечного света составляет всего 250 Вт/м<sup>2</sup>. Для получения необходимого объема электроэнергии требуется разместить солнечные коллекторы на огромной территории площадью 130 тыс. км<sup>2</sup> [13].

По прогнозу Международного энергетического агентства, доля углеводородного сырья в РФ постепенно снижается, и к 2040 году достигнет 66%, уступив место альтернативным источникам энергии. Сегодня доля солнечной генерации в энергобалансе страны составляет всего 0,001%. В сравнении со значением энергобаланса мировой энергетики этот процент довольно мал. Например, Германия имеет самую высокую долю солнечной энергии (21,58%) в энергетическом балансе, что в несколько десятков тысяч раз превышает российский показатель [14].

Наиболее развитыми регионами нашей страны в отрасли солнечной генерации можно назвать Республику Алтай, Краснодарскую и Белгородскую области. Самая крупная на сегодняшний день отечественная станция мощностью 5 МВт была запущена в 2014 году в Республике Алтай — Кош-Агачская СЭС. Не уступают ей и крымские СЭС. В связи с геополитическими проблемами и отсутствием необходимой инфраструктуры Крымский полуостров вынужден опираться на альтернативные источники энергии. «Перово» — самая крупная солнечная электростанция Крыма мощностью 105 МВт [13].

Как известно, энергетическая безопасность страны формируется на региональном уровне, именно поэтому широкое применение ВИЭ в энергетике соответствует высшим целям и задачам энергостратегии Российской Федерации. Наличие собственных энергетических ресурсов в регионах является показателем их устойчивости к угрозам энергетической безопасности. Так, изучение и

последующее использование возобновляемых энергоресурсов даст возможность многим регионам России перейти на энергетическое обеспечение только за счет ВИЭ, что в свою очередь позволит обеспечить энергетическую независимость страны в целом. Страна, имеющая большие запасы природных ресурсов, должна обладать способностью рационально и эффективно их использовать. Поэтому проблема использования ВИЭ напрямую и тесно связана с программой энергосбережения. Например, в России есть такие регионы, для которых стоимость вырабатываемого 1 кВт/ч электричества дизельными электростанциями составляет примерно 8 руб., что превышает средние разумные значения примерно в 8-9 раз. Если же использовать ветроэнергетическую установку, то 1 кВт/ч обойдется в 1-2 руб. Это наглядно отображает эффективность использования ВИЭ. Поэтому развитие ВЭ в России имеет весьма большое будущее, а также способствует поднятию национальной промышленности, увеличению экспорта электричества, и поможет найти применение научно-техническому потенциалу страны, следовательно, созданию дополнительных рабочих мест, что положительно отразится на экономике страны. И самое главное, позволит существенно сократить выбросы вредных химических веществ в атмосферу и окружающую среду [10].

Таким образом, можно сделать вывод: ВИЭ является не только перспективным, но и экономически и экологически оправданным направлением в энергетике.

## 1.2. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Основными целями развития возобновляемой энергетики в мире являются сокращение вредных выбросов в атмосферу, создание условий для развития производственной, научно-технической базы и новых рабочих мест, энергетиче-

ская безопасность, диверсификация энергобаланса. В соответствии с указанными целями в зарубежных странах были определены виды возобновляемых источников, которые поддерживаются государством, и приняты механизмы их поддержки – установлены повышенные тарифы за произведенную на ВИЭ электрическую энергию и обеспечена ее первоочередная покупка, снижены ставки налогообложения, введены экологические платежи и др.

В «Основных направлениях государственной политики в области ВИЭ» в качестве целей развития ВИЭ в России определены:

- повышение энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии, необходимое для надежного, устойчивого и долгосрочного энергообеспечения экономического развития РФ;
- вовлечение инновационных наукоемких технологий и оборудования в энергетическую сферу;
- развитие локального производства высокотехнологичного генерирующего и вспомогательного оборудования;
- выполнение международных обязательств РФ по ограничению выбросов парниковых газов [4].

В России принята нормативно-правовая база, призванная в соответствии с национальными стратегическими целями обеспечить поддержку для проектов в сфере ВИЭ.

Федеральным законом от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» были определены виды возобновляемых источников энергии, в отношении которых будет установлена поддержка, и механизмы поддержки:

- на оптовом рынке электрической энергии и мощности (ОРЭМ) – продажа мощности квалифицированных генерирующих объектов в объеме производства электрической энергии на основе использования ВИЭ с примени-

ем механизма торговли мощностью, предусмотренного правилами оптового рынка для продажи мощности указанных генерирующих объектов;

- на розничном рынке электрической энергии и мощности (РРЭ) – продажа электрической энергии, произведенной функционирующими на основе ВИЭ квалифицированными генерирующими объектами, сетевым компаниям с целью компенсации потерь в электрических сетях и предоставление из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами [1].

Одновременно с принятием механизмов поддержки Распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.01.2009 № 1-р «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.» определены цели и принципы использования возобновляемых источников энергии, целевые показатели объёма производства электрической энергии с их использованием и ее потребления в совокупном балансе производства и потребления электрической энергии (1,5% - к 2010 г., 2,5% – к 2015 г., 4,5% – к 2020 г.), меры по достижению этих показателей [4].

В постановлении от 23 января 2015 года №47 определены меры стимулирования производства электрической энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии [2].

21.12.2016 на заседании президиума Совета при Президенте России по стратегическому развитию и приоритетным проектам был утверждён приоритетный проект «Чистая страна», в одной из частей которого говорится о необходимости принятия следующих ключевых решений относительно развития использования ВИЭ [30]:

1. Разработать и отразить в «Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года» план по масштабному использованию возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электроэнергии до 2035 года, увеличив целевой показатель совокупной установленной мощности ВИЭ к 2035 году не менее чем до 30 ГВт.
2. Разработать комплекс мер на период после 2024 года для обеспечения технологической независимости в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
3. Включить планы по развитию альтернативной энергетики в стратегии социально-экономического развития субъектов Российской Федерации.
4. Ввести меры налогового вычета и льготного кредитования на расходы по приобретению отечественного микрогенерирующего оборудования (мощностью до 15 кВт) [30].

В качестве источника правового регулирования отношений в сфере энерго-снабжения с использованием возобновляемых источников энергии следует отметить и Государственную программу Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» от 3 апреля 2013 года №512-р (28 марта 2019 г. постановлением Правительства Российской Федерации № 335 Государственная программа получила новое наименование «Развитие энергетики», а срок реализации продлен на период до 2024 года) [4].

Данная государственная программа разработана для надежного обеспечения России топливно-энергетическими ресурсами, а также для повышения эффективности их использования и снижения антропогенного воздействия. Одной из основных задач данной программы является развитие и использование возобновляемых источников энергии вместе с повышением экологической эффективности энергетики.

09.06.2020 г. распоряжением Правительства РФ была утверждена «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года», в которой говорится о том, что до 2035 года должен быть достигнут достаточно высокий уровень инвестиций в развитие и использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [24].

В «Энергетической стратегии» обозначены основные задачи развития ВИЭ:

1. Ввод в эксплуатацию новых генерирующих мощностей, функционирующих на основе ВИЭ, при условии их экономической эффективности.

2. Развитие отечественной научно-технической базы и освоение передовых технологий в области использования ВИЭ, наращивание производства на территории Российской Федерации основного генерирующего и вспомогательного оборудования для ВИЭ [24].

Для решения поставленных задач потребуется совершенствование механизмов стимулирования производства электрической энергии генерирующими объектами, функционирующими на основе ВИЭ, и поддержки использования ВИЭ в субъектах Российской Федерации, формирование инфраструктурных условий для привлечения инвестиций в развитие сектора ВИЭ, а также координация мероприятий в области развития электроэнергетики и возобновляемой энергетики [24].

По итогам анализа результатов реализации действующих ДПМ (договор о предоставлении мощности) ВИЭ будет принято решение о необходимости применения дальнейших механизмов поддержки ВИЭ.

Кроме того, решению задач развития ВИЭ в экономически обоснованных случаях будут способствовать следующие меры:

- эффективное урегулирование порядка подключения установок возобновляемой энергетики к сетям общего пользования,

- обеспечивающее учет интересов всех сторон и требований к надежности и другим необходимым параметрам энергоснабжения;
- субсидирование процентных ставок по кредитам, привлеченным для развития производства организациями, производящими энергию на основе ВИЭ;
  - создание системы контроля и статистической отчетности о выполнении целевых показателей по вводу мощности и производству электрической энергии с использованием ВИЭ.
  - стандартизация и контроль качества оборудования ВИЭ; трансферт технологий и локализация на российских предприятиях производства комплектующих для электростанций, работающих на ВИЭ;
  - интенсификация международного сотрудничества в области передачи технологий и обмена опытом развития ВИЭ.

В итоге к 2035 году возможен рост производства электрической энергии электростанциями на основе ВИЭ более чем в 20 раз (до 29 - 46 млрд кВт-ч с 2,3 млрд кВт-ч в 2015 году) [28].

Актуальность использования ВИЭ обозначена и в проекте Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. В стратегии рассматриваются два основных сценария низкоуглеродного развития: Базовый, который принят за основу, и Интенсивный [23].

В Базовом сценарии предусматривается стимулирование генерации на основе ВИЭ и развития распределенной генерации (в том числе изолированных энергосистемах) как одна из мер перехода на низкоуглеродное развитие в энергетике страны.

Интенсивный сценарий предполагает принятие дополнительных мер по снижению углеродоемкости производимых товаров, энергии, работ и услуг: введения

ценового регулирования парниковых газов, кардинальное увеличение генерации на основе ВИЭ [23].

Результатом реализации указанной Стратегии должен стать переход Российской Федерации на траекторию устойчивого развития с низким уровнем выбросов парниковых газов, характеризующуюся:

- увеличением валового внутреннего продукта при стабилизации или сокращении выбросов парниковых газов;
- высокими показателями энергетической и экологической эффективности основных технологических процессов;
- низкими значениями энерго- и углеродоемкости российской продукции [23].

Таким образом, стратегические установки Российской Федерации в области использования возобновляемых источников энергии свидетельствуют о заинтересованности государства в развитии использования возобновляемых источников энергии.

Для дальнейшего успешного развития энергетической сферы в России, необходимо продолжать разрабатывать на государственном уровне предложения по усовершенствованию действующего законодательства.

## ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

### 2.1. ОБЩЕЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В принятой в 2002 г. Экологической доктрине Российской Федерации одной из стратегических целей государственной экологической политики определена необходимость соблюдения принципа устойчивого развития, предполагающая равное внимание к его экономической, социальной и экологической сторонам [3].

Принимая решение о переходе к устойчивому развитию предприятий, важно определиться с критериями оценки эффективности их деятельности, т.к. именно эффективность дает возможность выявить результативность проделанной работы и произвести дальнейшее изменение планов для достижения поставленных целей и задач [3].

Любая производственная деятельность, осуществляемая с учетом экологического аспекта, содержит две стороны проблемы: возможный ущерб обществу от нанесения вреда природе и предполагаемые экономические и внеэкономические эффекты от этих мероприятий. Следовательно, оценка ее эффективности, по мнению занимающейся исследованием данной проблемы д.э.н. Ферару Г.С., должна опираться на три методологических подхода [35]:

- оценка ущерба народному хозяйству от повреждения и преобразования природы
- оценка эффективности природоохранных мероприятий
- оценка эффективности деятельности предприятий [35].

Таким образом, оценка эколого-экономической эффективности деятельности предполагает комплексное изучение, измерение и обобщение влияния факторов на результаты деятельности предприятия, путём обработки

показателей плана, учёта, отчётности и других источников информации с целью повышения эффективности работы предприятия [22].

При проведении экономико-экологического анализа в современных условиях некоторые авторы методик предлагают использовать традиционные методы экспертных оценок. Большая часть этих методов не закреплена нормативными правовыми документами, а существует в виде рекомендаций, стандартов, руководств или иных документов международных финансовых и оценочных институтов.

Данными документами допускается гибкий выбор методов расчета, исходящий из наличия методик, подходящих для оценки последствий определенного типа воздействия и их целесообразности, наличия исходной информации, времени проведения анализа и имеющихся финансовых ресурсов [18].

Современные подходы к оценке эффективности эколого-экономической деятельности хозяйствующих субъектов представлены в таблице 1 [35].

Таблица 1

Современные подходы к оценке эффективности хозяйственной деятельности с учетом экологического аспекта [35]

Методологический подход	Методический подход	Методы
Оценка ущерба народному хозяйству от повреждения и преобразования природы	1. Использование имеющихся (рыночных) цен для оценки воздействия на товары и услуги	1. «Метод потери дохода» 2. Оценка сокращения сроков службы имущества 3. Оценка альтернативной стоимости 4. Оценка изменения продуктивности, урожайности

	2. Оценка непосредственных затрат, расходов	1. Затратная оценка ценности природных благ 2. Оценка приведенных затрат (анализ затраты/эффективность) 3. Прямой счет (это сумма величин убытков у всех объектов, подвергшихся воздействию вредных выбросов (сбросов)) 4. Сопоставление состояния объекта в контрольном и незагрязненном районе 5. Расчет эмпирических зависимостей 6. Расчет натурального ущерба с использованием удельных показателей и др.
Оценка эффективности управления (оценка эффективности природоохранных мероприятий)	1. Природоохранный подход	1. Оценка сопоставления затрат и результатов 2. Оценка экоэффективности 3. Расчет семейства экологических фондовых индексов
	2. Ресурсный подход	1. Оценка затрат на освоение (воспроизводство) ресурсов 2. Оценка доходов от эксплуатации ресурсов без учета затрат на освоение ресурса 3. Оценка по эффективности эксплуатации – дифференциальной ренте (кадастровая оценка, планово-перспективная (сравнительная) оценка)
Оценка эффективности функционирования хозяйствующих субъектов	Природоохранный подход	Оценка альтернативной стоимости по эквиваленту оценки платы за выбросы, сбросы и размещение отходов

В настоящее время степень экологического воздействия хозяйствования определяется наличием достаточно большого числа количественных и качественных показателей, выступающих критериями эффективности экономической деятельности предприятия. Данное обстоятельство требует использования комплексного и систематизированного подхода к формированию системы показателей.

Эффективность хозяйственной деятельности можно оценивать по таким показателям как:

- Рост прибыльности;

- Эффективность использования основных производственных фондов, оборотных активов и капитальных вложений;
- Эффективность использования результатов инновационной деятельности;
- рациональное использование имеющихся ресурсов [18]

Экономическое обоснование внедрения любого проекта, в том числе, в области электроэнергетики, состоит в оценке эффективности инвестиционных проектов согласно Методическим указаниям по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденных Госстроем, Министерством экономики РФ, Министерством финансов и Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищно-коммунальной политике. В документе говорится о необходимости учета влияния инвестиционных проектов на окружающую среду [28].

Для оценки эколого-экономической эффективности проектов обычно применяются подходы, основанные на анализе «затраты-выгоды» либо на анализе «затраты-эффективность». При этом используются виды экологические, экономические и социальные затраты и выгоды.

В качестве главных критериев оценки метода «затраты-выгоды» – экономической эффективности инвестиционных проектов с учетом экологического фактора рекомендуется использовать следующие показатели (критерии оценки):

- чистая приведенная стоимость (NPV);
- внутренняя ставка отдачи (IRR);
- соотношение затрат и выгод [18].

Метод «затраты-эффективность» применяется при оценке эколого-экономической эффективности осуществления инвестиционных проектов, социальные или экологические выгоды от которых сложно измерить в денежном выражении, при отборе природоохранных программ, конкретных природоохранных мероприятий, технологий, оборудования. Суть метода заключается в выявлении наиболее

эффективного способа использования средств для достижения поставленных целей. Его целесообразно применять при сравнении ряда вариантов для выбора из них оптимального, то есть такого, который позволяет добиться лучших результатов при наименьших затратах [16].

Негативное воздействие предприятий на окружающую среду ведет к истощению природных ресурсов и снижению качества жизни в целом. При этом хозяйственная деятельность этих предприятий остается главным инструментом достижения целей экономического роста. В этих условиях вопрос оценки эффективности эколого-экономической деятельности хозяйствующих субъектов является важным шагом на пути устойчивого развития [18].

## 2.2. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Утвержденных методик, позволяющих дать комплексную оценку эколого-экономической эффективности проектов возобновляемой энергетики и инвестиционных проектов в Российской Федерации нет. Вместе с тем необходимость оценки эффективности и комбинирования энергетических установок по преобразованию различных по природе и характеру действия НВИЭ требует использования единого системного подхода к анализу как отдельных технологий преобразования энергии, так и комбинированных систем.

Эколого-экономическая эффективность проекта – показатель, характеризующий соотношение общих экономических выгод и потерь от проекта, включая внешние экологические эффекты, и связанные с ними социальные и экономические последствия, затрагивающие интересы населения и будущих поколений в результате реализации данного проекта [22].

Целью оценки эколого-экономической эффективности проектов является включение в проектный анализ экологических аспектов (связанных с данным

проектом экологических затрат и выгод) намечаемой деятельности, выраженных в стоимостном выражении, посредством сравнения общих экономических выгод от намечаемого проекта и связанных с ним затрат от непредвиденных отрицательных воздействий на окружающую среду [39].

Основными критериями эколого-экономической эффективности являются:

- ресурсная значимость (технический потенциал категорий возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в регионе);
- экономическая значимость (средняя цена производства электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ и т.д.);
- социальная значимость (создание дополнительных рабочих мест; содействие развитию местной промышленности и т.д.);
- внеэнергетическая значимость (дополнительный доход от производства неэнергетической продукции и т.д.);
- бюджетная значимость (поступление налогов в местный бюджет; содействие развитию местной промышленности и т.д.);
- экологическая значимость (снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, в том числе парниковых газов; рациональное использование органического топлива и т.д.);
- энергетическая значимость (величина энергоотдачи ресурса ВИЭ; снижение дефицита электроэнергии в республике, в районе, на предприятии; снижение потерь энергии в сетях; снижение завоза ископаемого топлива и т. д.) [32].

На основе оценки этих критериев определяется интегральная значимость для каждого объекта возобновляемой энергетики. Путем сопоставления интегральных оценок определяются первоочередные объекты для финансирования, перспективные направления развития возобновляемой энергетики (ВЭ) и объемы их вовлечения в ТЭБ.

Для оценки прямого и косвенного влияния на окружающую среду, сравнения недостатков и достоинств объектов возобновляемой энергетики могут быть использованы следующие критерии:

- влияние на человека;
- воздействие на животный и растительный мир;
- влияние на земельные ресурсы;
- влияние на водные ресурсы [21].

Общепринятыми являются также показатели, оценивающие в CO<sub>2</sub>-эквиваленте эмиссию “парниковых” газов, образующихся во время жизненного цикла ВИЭ-оборудования (“Life-Cycle Global Warming Emissions”).

Экологическая значимость объектов возобновляемой энергетики проявляется в разном воздействии на окружающую среду. Разная экологичность объекта определяется тем ущербом, который наносится окружающей среде созданием и функционированием объекта [32].

Возможны два способа его учета:

1) непосредственное экономическое определение самого ущерба и включение его в затраты, связанные с функционированием того или иного объекта. Такой путь дает возможность относительного сопоставления различных объектов по их воздействию на окружающую среду;

2) определение тех затрат, которые требуются по каждому объекту для поддержания окружающей среды в приемлемом состоянии (непревышение допустимых пределов вредности, изъятий). В этом случае сопоставляются системы по затратам, связанным с уравниванием их воздействия на окружающую среду. В сравнительных расчетах могут использоваться оба способа. При этом надо иметь в виду, что экологическая составляющая крайне дифференцирована территориально [30].

При экономическом сравнении ПВЭ (проектов возобновляемой энергетики)

с проектами, использующими традиционные технологии, не применяется стоимость размера экологического ущерба, и собственно, размеры экологических санкций. Также нужно учитывать сложность учета многих эффектов воздействия на окружающую среду в силу их разнообразия (ухудшение здоровья населения, миграция) [28].

Экономическая значимость. Объекты ВЭ имеют различные экономические характеристики, которые в свою очередь определяют экономическую значимость объекта.

Цель технико-экономических оценок – определить прибыльность создания объекта ВЭ как в целом для общества, так и для конкретных хозяйствующих субъектов, реализующих проекты.

Критерием экономической эффективности варианта служит величина отношения суммарного дисконтированного дохода за расчетный период к суммарному дисконтированному расходу за этот же период. Если дисконтированные доходы за расчетный период превышают расходы, то объект возобновляемой энергетики считается более предпочтительным, чем альтернативный [32].

По изученному опыту можно сделать вывод о необходимости дальнейшего изучения вопроса эколого-экономической эффективности использования возобновляемых источников энергии.

В дальнейшем Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерству экономического развития, и Министерству энергетики в дальнейшем будет необходимо разработать и утвердить официальные методики, чтобы облегчить внедрение объектов возобновляемой энергетики

## ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ООО «ВЕКТОР»

### 3.1. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На современном этапе развития энергетики использование ВИЭ является одной из ведущих тенденций, при этом замена традиционных источников энергии нетрадиционными даёт возможность повысить эколого-экономическую эффективность малых предприятий расположенных в зоне автономного энергосбережения.

В России есть примеры перевода малых и средних предприятий, социальных объектов, коммерческой недвижимости, жилых комплексов на возобновляемые источники энергии.

1. Автономное тепло- и электроснабжение КФХ (крестьянско-фермерского хозяйства).

Объект расположен в городе Анапа, Краснодарский край.

Проблема энергообеспечения, с которой столкнулось предприятие - отсутствие подключений к коммуникациям. Вследствие этого было принято решение об установке солнечной электростанции, которое будет обеспечивать круглогодичное электроснабжение [27].



Рис. 14. Установка солнечных панелей [27]

Объекты ВИЭ, которые были установлены:

- Солнечные панели – микроморфные, Pramac (Швейцария) номинальной мощностью 3,125 кВт,
- Контроллер – российский, профессиональная серия,
- Инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 6 кВт, пиковая – 9 кВт,
- Аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 48 В × 400 А·ч,
- Система мониторинга – встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления.
- Твердотопливный котёл с пеллетной горелкой 25 кВт – российского производства.

Ориентировочные затраты составили 450 тыс. рублей [27].

2. Автономное электроснабжение круглогодичного полевого стана в крестьянско-фермерском хозяйстве. Объект расположен в Тимашевском районе Краснодарского края.

Проблема и решения энергообеспечения КФХ - отсутствие подключений к коммуникациям. Вследствие этого было принято решение об установке

автономной солнечной электростанции.

Объекты ВИЭ, которые были установлены:

- Солнечные панели – микроморфные, Pramac (Швейцария) номинальной мощностью 1,875 кВт,
- Контроллер – российский, профессиональная серия,
- Инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 3 кВт, пиковая – 5 кВт,
- Аккумуляторы – российские, панцирные, глубокого разряда 48 В × 210 А·ч,
- Система мониторинга – встроенная в систему, опционально – с возможностью организации дистанционного управления [27].



Рис. 15. Установка солнечных панелей [27]

Затраты составили 350 тыс. рублей.

3. Крестьянское-фермерское хозяйство "Адбрахманов". Объект расположен в Республике Татарстан.

Проблема энергообеспечения, с которой столкнулось КФХ, - высокие затраты на приготовление горячей воды. Было принято решение об установке солнечного водонагревателя на 300 листов, который снизит затраты на электроэнергию.

Для организации горячего водоснабжения козьей фермы на 500 голов (КФХ "Адбрахманов", Республика Татарстан) используется промежуточный бойлер 120 литров и 2 плоских солнечных коллектора российского производства с немецкой рабочей группой и автоматикой [27].



Рис.16.Бойлер 120 литров [27]



Рис. 17. Установка солнечных коллекторов [27]

Затраты составили около 200 тыс. рублей.

4. Колхоз "Родина", занимающийся содержанием крупнорогатого скота. Объект расположен в Удмуртской Республике.

Проблема и решение: Высокие затраты на приготовление горячей воды. Вследствии этого было принято решение организовать горячее водоснабжение за счёт солнечных водонагревателей, которые снизят затраты на электроэнергию.

Для горячего водоснабжения от солнечных водонагревателей используется промежуточный бойлер 200 л и 2 вакуумных 24 трубчатых солнечных коллектора китайского производства с рабочей группой, и автоматикой водонагреватель общим объемом 300 литров, которые обслуживаются автоматически [27].



Рис. 18. Промежуточные бойлеры 200 л [27]

Затраты составили около 350 тыс. рублей.

5. Энергоэффективная мини-гостиница (3 этажа) с магазином и офисом. Объект расположен в городе Анапа, Краснодарский край.

Проблема и решение: минимальное потребление от внешних сетей. Применены гибридные солнечные коллекторы, солнечные батареи, система пассивного охлаждения/ отопления, ветрогенератор, теплый плинтус, фанкойлы, воздушная система отопления. Вследствие принятых мер гостиница получила возможность максимального потребления энергии за счёт возобновляемых источников [27].

Результаты проекта: минимальное потребление от внешних сетей, собственное потребление 15-20 Вт на 1 кв. м, что на 10-12 % выше по сравнению с предыдущим годом. В дальнейшем планируется переход на автономное существование без присоединения к внешним сетям [27].



Рис. 19. Мини-гостиница [27]

Бюджет проекта – около 5-5,5 млн руб. Период окупаемости проекта – 3-3,5 года.

6. Гостиница с горячим водоснабжением от солнечного водонагревателя. Объект расположен в городе Менделеевск (Республика Татарстан).

Проблема и решение: Высокие затраты на приготовление горячей воды. Для снижения затрат было принято решение обеспечить преднагрев воды от солнечного водонагревателя.

В данном случае используется промежуточный бойлер 300 л и 3 плоских солнечных коллектора российского производства [27].



Рис. 20 — Гостиница [27]



Рис. 21. Бойлер [27]

Затраты составили около 350 тыс. рублей.

7. Гелиосистема для подсобных помещений на базе отдыха "Чайка". Объект расположен в городе Анапа, Краснодарский край.

Проблема и решение: высокие затраты на приготовление горячей воды. Было принято решение установить гелиосистему для поддержки отопления и охлаждения. Были установлены объекты ВИЭ: СК плоские «АльтЭнергия» – 24 шт., бойлеры «СТанк»: 1 т – 2 шт., 0, 5т – 1 шт., контроллер (Китай) – 1 шт., насосная станция 2-х трубная (Италия) – 1 шт., ИБП «Эксморк» 600 Вт, 12 В – 1 шт., АКБ 180 А·ч – 1 шт., система отопления/охлаждения – фанкойлы, 8 шт. При

общих затратах примерно в 1,5 млн руб. и экономии полученной от гелиосистемы в 540 тыс. руб. по году эксплуатации, окупаемость составляет менее 3х лет [27].



Рис. 22. Гелиосистема [27]

Экономия по году эксплуатации:

1. Режим эксплуатации – лето.

Ежедневный нагрев ГВС (горячее водоснабжение) с 15 до 60 градусов в объеме 4,5 тонны. Примерно 162 тыс. руб. за летний сезон (3 месяца).

2. Режим эксплуатации – зима.

Ежедневный нагрев 500 л с 15 до 60 градусов – примерно 55 тыс. руб. за 9 месяцев.

3. Нагрев системы отопления – примерно 180 тыс. руб. за сезон на отопление.

Итого получается экономия за год эксплуатации около 400 тыс. руб. (+140 тыс. руб. за счет отключения трансформатора) [27].

8. Частная стоматологическая клиника в жилом многоэтажном доме, 90 м<sup>2</sup>.  
Объект расположен в городе Сочи.

Проблема и решение: отсутствие вентиляции, высокая стоимость централизованного теплоснабжения. Вследствие этого было принято решение обеспечить отопление, вентиляцию и ГВС тепловыми насосами.

Частная стоматологическая клиника (90 м<sup>2</sup>) в жилом многоэтажном доме эксплуатируется с сентября 2016 г. имеет следующее оборудование: тепловой насос «Mammoth» MAC 12H, «воздух-вода», схема EVI, тепловая мощность 12 кВт [27].



Рис. 23. Частная стоматологическая поликлиника [27]



Рис. 24. «Mammoth» MAC 12H [27]

Объём затрат на установку ТН «под ключ» составил 450 тыс. руб. Срок окупаемости составил 2 года.

9. Автоматизированная пеллетная котельная с ИБП на солнечной энергии на нефтебазе (п.Верхнее Нуркеево, Татарстан ООО "МНКТ").

Проблема и решение: дорогое обслуживание и требования для природного газа на опасных объектах нефтедобычи. Было принято решение заменить газовую котельную на автоматизированную пеллетную котельную с буферной емкостью и ИПБ на СЭС. Были установлены объекты ВИЭ [21]:

1. Солнечные панели –поликристаллические, SanDay (Китай) номинальной мощностью 0,5 кВт,
2. Контроллер –российский, профессиональная серия,
3. котел с автоматической загрузкой и очисткой – российский, номинальной мощностью 45 кВт,
4. Инвертор – российский, профессиональная серия, максимальная мощность 6 кВт, пиковая – 9 кВт,
5. Аккумуляторы – китайские, гелевые, 1 ком-плект 24 В x 200 А·ч,
6. Система мониторинга – дистанционная.
7. Блочно-модульная котельная со складом пеллет [27].



Рис. 25. Установка солнечных панелей [27]



Рис. 26. Котел с автоматической загрузкой и очисткой [27]

Затраты в 2017 г. ориентировочно 1,75 млн руб.

9. Детский лагерь ОАО «РЖД». Объект расположен в городе Дедеркой, Краснодарский край.

Проблема и решение: возникла необходимость отказаться от использования устаревшей дизельной котельной. Были применены плоские солнечные коллекторы и бойлеры из нержавеющей стали - в итоге детский лагерь полностью

обеспечивается горячей водой от солнца.

Площадь установленного гелиополя 240 кв.м. Это 120 шт. солнечных коллекторов JSolar с суммарной мощностью до 180 кВт. Солнечные коллекторы нагревают горячую воду в 4 бойлерах объемом 3000 литров каждый [27].



Рис. 27. Солнечные коллекторы [27]

Бюджет проекта – 7,9 млн рублей. Расчетный период окупаемости проекта – 4 года.

10. Отопление и снабжение ГВС двух корпусов в детском лагере «Новое поколение» (Пермский край) при помощи тепловых насосов.

Проблема и решение: существенные затраты электроэнергии на горячую воду. Для снижения затрат на электроэнергию было принято были установлены тепловые насосы которые сократили затраты на в 2,2 раза.

В первом корпусе были установлены два тепловых насоса Nibe F2040-16 и накопительный бак косвенного нагрева «Nibe» VPB 500 с электро-темом 9 кВт, электрический котел был заменён на «Эван» 42 кВт. Эксплуатация тепловых насосов в отопительный период 17-18 годов показала снижение затрат на

электроэнергию в 2 раза, что подтверждается показаниями установленных тепловых и электрических счетчиков. В летний период тепловые насосы используются для горячего водоснабжения [27].

Во втором корпусе были установлены тепловые насосы Nibe F2300-20, водонагреватель Nibe VPB 500 и электродкотёл «ЭВАН» 42 кВт.



Рис. 28. Тепловые насосы [27]

Затраты на проектирование, установку и монтаж современных тепловых насосов без реконструкции систем отопления составили для каждого корпуса около 1,7 млн рублей. При существующих тарифах на электроэнергию затраты полностью окупятся в пределах пяти лет [27].

11. Многоквартирный жилой дом 3 этажа, 27 квартир, отапливаемая площадь – 1200 кв. м. Объект расположен в городе Кондрово, Дзержинский район Калужской области.

Проблема и решение: высокие тарифы централизованной котельной. Было принято решение организовать отопление горячего водоснабжения с помощью геотермальных и тепловых насосов.

В доме было установлены: 4 геотермальных тепловых насоса «КОРСА 30», 3 тепловых насоса по одному на каждый подъезд, система внутридомового отопления «теплые полы».

Источник низкопотенциального тепла 36 геозондов по 50 м. 1 тепловой насос работает для ГВС (горячего водоснабжения) с догревом воды электротэнами в накопительных бойлерах косвенного нагрева. Зимой источник НПТ – 12 геозондов, глубиной 50 м. Летом низкопотенциальное тепло отбирается от окружающего воздуха при помощи драйкулера [27].



Рис. 29. Много квартирный жилой дом (3 этажа) [27]



Рис. 30. Геотермальный тепловой насос «КОРСА 30» [27]



Рис. 31. Тепловой насос [27]

Потребляемая тепловыми насосами электроэнергия 33 кВт·ч. По данным платежных документов, среднегодовое снижение затрат на отопление и ГВС составляет около 45 руб. на 1 кв. метр, по сравнению со стандартным МКД в этом районе. Стоимость системы, включая геотермальное поле, составила 5 895 668 рублей [21].

12. Многоквартирный жилой дом в 2 этажа. Объект расположен в Кировской область. пос. Юбилейный Оричевского района.

Проблема и решение: из-за высоких тарифов централизованной котельной, было организовано отопление и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов и солнечных коллекторов.

Тепловой насос "КОРСА 22" работает в режимах: отопления зимой и в летнее время – пассивного кондиционирования. Многоквартирный дом построен и оснащен энергоэффективным оборудованием по программе ГК "Фонда содействия реформированию ЖКХ". Дом сдан 13 ноября 2012 г.

Источник НПТ – 9 геозондов. Система работает в комплексе с солнечными коллекторами, поквартирными газовыми котлами [27].



Рис. 32. Многоквартирный жилой дом (2 этажа) [27]

Общая среднегодовая экономия в сравнении с соседними домами, по данным платежных документов, составляет 60 руб. на 1 метр отапливаемой площади.

Стоимость теплового пункта на основе теплового насоса «КОРСА 22» (без стоимости геотермального поля) составляет 1 128 880 рублей [27].

13. Котельная на предприятии ООО «ЮТА» в 2012 Екатеринбургская компания ООО «Негоциант-Урал»

Старые котлы, работающие на газе, заменены четырьмя котлами УВТ.1500, которые будут использовать биотопливо (щепу) появляется вырабатываемая из отходов предприятия. Произведен сравнительный анализ затрат до и после реконструкции рисунок 33, 34 [34].

Суммарная номинальная мощность котельной, кВт	6000
Цена газа (на август 2012 г.), руб./тыс. куб. м.	5500
Теплотворная способность газа, ккал/м <sup>3</sup>	9,5
Расход газа, тыс. м <sup>3</sup> /год	6132
КПД системы	62
Затраты на газ, тыс. руб.	33726

Рис. 33. Затраты ООО «ЮТА» при работе котельной на газе [34]

Суммарная номинальная мощность котельной, кВт	6000
Цена ДТГ, руб./т	0
Теплотворная способность биотоплива, МДж/кг	15
КПД котлов, %	До 90
Расход ДТГ, т/год	10267
Расходы на закупку топлива	0
Экономия на топливной составляющей, тыс. руб./год	33726
Совокупные капиталовложения, тыс. руб., включая:	37500
Основное оборудование	29000
Строительно-монтажные работы	1800
Ремонт теплосетей, устранение потерь	4300
Проект, согласование, пусконаладка (10 %)	2400

Рис. 34. Затраты ООО «ЮТА» при работе котельной на щепе [34]

Таким образом у ООО «ЮТА» складывается экономия более 34 млн руб. Частично решается проблема утилизации отходов производства [34].

14. Предприятие, зарегистрированное в г. Екатеринбурге как юридическое лицо ООО «УРАЛГЕОСНАБ», занимается реализацией инструмента и комплектующих производственно-технического назначения.

Данное предприятие столкнулось с проблемой отсутствия энергоснабжения: для его подключения к централизованной электросети требовалось строительство линии электропередач длиной 1,7 км. Необходимые капитальные вложения составляли 1,5 млн руб. Подключение при таких условиях экономически нецелесообразным из-за высоких единовременных затрат и длительных сроков подключения при потреблении относительно небольшого количества энергии. Был выбран проект альтернативного электроснабжения [9].

Для выработки электрической энергии использовалась автономная система энергоснабжения на основе солнечных батарей. Оборудование отображено на рисунках 35, 36.



Рис. 35. Общий вид солнечных батарей [9]



Рис. 36. MPPT контроллер солнечных батарей [9]

Расчет капитальных вложений на создание этой системы приведен на рисунке 36.

Элементы капитальных вложений	Сумма, руб.
1. Солнечные батареи 200 Вт Ураб 24В, 9 шт.	87 000
2. МППТ контроллер солнечных батарей	20 000
3. Аккумуляторные батареи: Докер 12В 200 А/ч*, 3 шт	17 000
4. Инвертор 2500 Вт	8 500
5. Монтажные материалы, коммутация и прочее оборудование	10 000
6. Генератор Хитачи 2кВт (для аварийной подзарядки)	17 000
7. Светодиодное освещение	12 000
8. Газовый конвектор Alpine 4,5 кВт (отопление офисного и жилого модуля), 2 шт.	12 000
<b>Итого</b>	<b>183 500</b>

Рис. 36. Капитальные вложения [9]

Для оценки экономической эффективности использования автономной системы энергоснабжения на основе солнечных батарей сравним затраты при трех вариантах получения энергии, которую можно разделить на два вида: электрическую энергию (на освещение, связь, работу офисной и бытовой техники) и тепловую энергию [9].

В качестве источников энергии рассматриваем:

- 1-й вариант: система на основе солнечных батарей, которые используются для выработки электроэнергии, и газовые конвекторы, которые используются для системы отопления;
- 2-й вариант: система на основе генераторов «Хитачи» (работают на бензине АИ-92), которые используются для выработки электроэнергии, и газовые конвекторы, которые используются для системы отопления;
- 3-й вариант: централизованное электроснабжение. При этом варианте электроэнергия, поставляемая электросетевой компанией, используется для освещения, работы офисной и бытовой техники. Помещения также отапливаются с помощью электричества с применением электрического котла отопления [9].

На рисунке 38 приведен расчет текущих затрат на энергию при разных вариантах ее получения.

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1. Капитальные вложения, руб.	183 500	116 000	1 500 000
2. Годовое потребление энергии и топлива, в т. ч.			
2.1. электрической энергии, кВт·ч;			
2.2. бензина, л	1 095	1 003	7 420
2.2. ПБ-газа, л	794	794	
3. Годовые текущие затраты, руб., в т. ч.	33 992	49 193	141 552
3.1 электроэнергия			41 552
3.2 бензин		33 701	
3.3 газ	14 292	14 292	
3.4 амортизация	19 700	1 200	100 000
4. Present Value (PV)*, руб.	-311 521	-323 002	-1 471 137
5. Себестоимость 1 кВт·ч, руб.	16,89	30,78	19,08

\* Показатель PV учитывает капитальные вложения и текущие денежные оттоки; рассчитывался исходя из периода в 15 лет при ставке дисконта в 17%.

Рис. 38. Расчет затрат на энергию [9]

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее экономичным для предприятия является первый вариант, т. е. использование автономной системы энергоснабжения на основе солнечных батарей и газовых конвекторов [9].

15. Одной из первых в Краснодарском крае была введена в эксплуатацию солнечно-топливная котельная в пос. Солоники Лазаревского района г. Сочи мощностью 1 МВт. Котельная предназначена для теплоснабжения четырех трехэтажных жилых домов.

В котельной установлено четыре котла типа «Универсал-5М», которые работают на каменном угле, котлы имеют тепловую мощность 0,259 МВт и площадь поверхности нагрева 33,1 м<sup>2</sup> каждый без систем газоочистки и утилизации теплоты уходящих газов [23].

В конце 1995 г. администрацией района было принято решение о реконструкции котельной и перевод ее на солнечно-топливную. Это мотивировалось высокой стоимостью и трудностью доставки органического топлива в горный район, а также необходимостью улучшения экологической

обстановки в рекреационно важной зоне речной долины на фоне благоприятных для работы тепловых солнечных коллекторов климатических условий [17].

Первая очередь гелиосистемы котельной площадью 250 м<sup>2</sup>, которая предусматривала покрытие около 35% расчетной годовой нагрузки горячего водоснабжения поселка, была введена в эксплуатацию. Котельная работает по закрытой схеме и имеет два независимых контура циркуляции – отопления и горячего водоснабжения.

Установка может работать в сезонном и круглогодичном режимах эксплуатации. Температура нагретой Солнцем воды – 55 °С, время аккумуляции энергии в баке-аккумуляторе – краткосрочное (1 – 2 сут). В качестве дублирующего источника энергии используются существующие водогрейные котлы [17].

Гелиоустановка выполнена в виде системы солнечных коллекторов, составленной из пяти модулей, которые, в свою очередь, разделены на блоки по 10 коллекторов в каждом. Система обвязки трубопроводов – попутная, каждый блок может быть отключен индивидуально.

Солнечные коллекторы установлены на плоской крыше здания котельной и специальной пристройки. Для предотвращения последствий загрязнения коллекторов выбросами из дымовой трубы выполнена система водяного смыва сажи и пыли с поверхности коллекторов [17].

Расчетное годовое удельное количество суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность гелиоустановки составляет 1860 кВт·ч/м<sup>2</sup>, а за сезон с апреля по октябрь – 1350 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Расчетное количество тепла, вырабатываемое гелиосистемой при сезонной работе, составляет 175 МВт·ч, а при круглогодичной работе – 227,3 МВт·ч.

Срок окупаемости гелиосистемы солнечно-топливной котельной в пос. Солоники составил 5 лет, что является высоким показателем окупаемости для

энергетического оборудования. Использование энергии Солнца позволило уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду: золы – на 3,4 т; оксидов серы, азота и углерода – на 10 т; углекислоты – на 156 т в год [11].

Можно сделать вывод, что предприятия вследствие высоких тарифов на тепловую и электроэнергию для снижения затрат осуществляют внедрение возобновляемых источников энергии. Кроме того предприятия сталкиваются с такими проблемами, как высокие затраты на подключение к сетям общего пользования (сетям электро-, газо-, водоснабжения), вследствие этого осуществляют внедрение/перевод на возобновляемые источники энергии для повышения энергоэффективности. Немаловажно отметить, что внедрение или перевод предприятия на ВИЭ помогает снизить негативное воздействие на окружающую среду.

### 3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ООО «ВЕКТОР» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

#### 3.2.1. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С. КОЛЕСНИКОВО

Приведенные в п.3.1 примеры предприятий, использующих ВИЭ, позволяют сделать выводы о возможности частичного перевода предприятия, работающего на традиционных источниках тепловой энергии, на альтернативные.

ООО «Вектор» находится селе в Колесниково Заводоуковского района. Село расположено в юго-западной части Тюменской области, расстояние от села до районного центра составляет 32 км, а расстояние до областного центра – г. Тюмени составляет 125 км. Площадь села составляет : 4,21 км<sup>2</sup>.

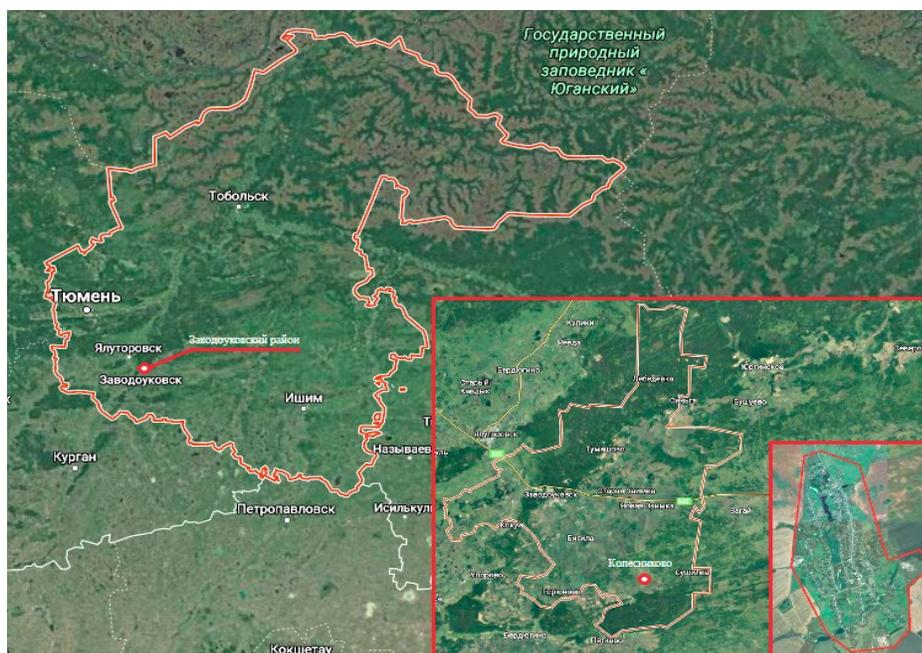


Рис. 39. Карта-схема расположения села [39]

Ближайшие населенные пункты Сединкино, Дронова, Комиссарово, Крашенинино, и Першино.

Для района характерен континентальный климат умеренных широт со сравнительно продолжительной зимой, отличающейся частыми морозами, выюгами и метелями (средняя температура января  $-18,6$  градусов мороза), и коротким летом. Безморозный период составляет в среднем всего 120 дней (в отдельные годы от 60 до 160 дней). Средняя температура июля –  $18,9$  градусов тепла [31].

Среднегодовая сумма выпадающих осадков в северной лесостепи – 390мм, на долю лета приходится лишь 49%.

Зимой выпадает 11% годового количества осадков, снежный покров ко второй декаде марта достигает наибольшей высоты – 30-40см, что не спасает почву от промерзания на глубину до 140 см. По этим причинам лесостепь относится к зоне рискованного земледелия [31].

Почвенный покров: Чернозём выщелоченный. Преобладающий механический состав почв: легкосуглинистый, среднесуглинистый [31].

Населённый пункт пересекает река Лошиловка, вблизи села расположены болота Старое и Гарь.

Наблюдения за продолжительностью солнечного сияния на территории юга Тюменской области ведутся только в городах Ишим и Тюмень. По данным Научно-прикладного справочника по климату СССР, средняя многолетняя продолжительность солнечного сияния в год составляет 2092 часов. Число дней без солнца составляет 69. Количество пасмурных дней при общей облачности и нижней облачности составляет 111 и 23, эти данные позволяют сделать вывод о возможности использования солнечной энергии, как альтернативного способа выработки энергии [26].

Таблица 2

Количество пасмурных дней [26]

Мес.	Пасмурные дни	
	Общ.	Ниж.
1	8,6	0,5
2	5,6	0,2
3	7,9	0,8
4	8,7	1,3
5	7,6	1,3
6	9,1	2,3
7	9,3	2,4
8	9,5	2,7
9	8,0	2,7

Продолжение Таблицы 2

10	13,7	3,6
11	13,5	3,1
12	9,7	1,7
Год	111	23

Таблица 3

Характеристики продолжительности и суточный ход (доли часа) солнечного сияния [26]

Месяц	Продолжительность, ч	Среднее квадратическое отклонение	Отношение наблюдавшейся продолжительности к возможной, %	Средняя продолжительность за день с солнцем, ч	Число дней без солнца
1	73	19	31	3,6	11
2	119	31	45	5,4	6
3	183	34	50	6,8	4
4	236	44	55	8,7	3
5	281	34	55	9,4	1
6	290	35	54	10,4	2
7	296	42	56	9,9	1
8	234	35	50	8,1	2
9	171	45	45	6,3	3
10	94	29	29	4,3	9
11	63	17	26	3,7	13
12	52	23	25	3,1	14
Год	2092	141	46	7,1	69

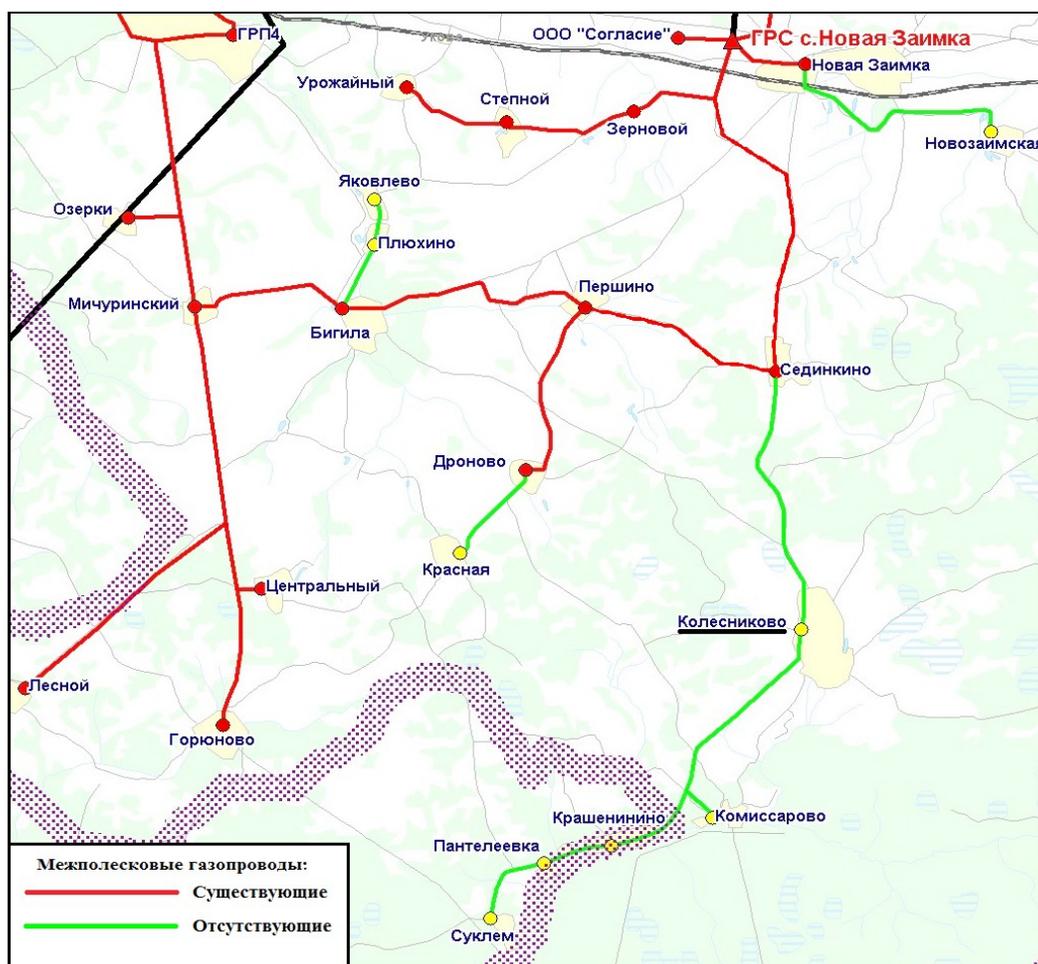


Рис. 40. Схема газоснабжения и газификации Заводоуковского района [15]

Население села Колесниково составляет более 1000 человек. Однако село не газифицировано, источником тепловой энергии является ООО "Вектор". На рисунке 3 красными линиями показаны проведённые газовые трубы к населённым пунктам, а зелёными - их отсутствие. Как можно увидеть на карте, ближайшими газифицированными населёнными пунктами являются с. Сединкино, Дроново.

На территории присутствует: Колесниковская сельская администрация, Колесниковская ООШ (филиал МАОУ «Новозаимская СОШ»), Амбулатория, Дом культуры, Почта России, Детский сад «Тополёк», 3 магазина смешанных товаров и

1 промышленный, ООО «Вектор» (производство пара и горячей воды(тепловой энергии), ООО «Контакт» (лесопереработка), ООО «Возрождение» (полеводство и животноводство).

### 3.2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «ВЕКТОР»

Полное наименование предприятия: Общество с ограниченной ответственностью «Вектор» - многофункциональное предприятие.

Место расположения - Заводоуковский район, село Колесниково.

Объекты обслуживания: объекты социальной сферы сел Дроново, Горюново, Колесниково, посёлка Мичуринский.

Основная деятельность - производство пара и горячей воды (тепловой энергии) котельными, озеленение, благоустройство сел, содержание зелёных насаждений, газонов, скверов, парков.

Структура и штат общества, исходя из объёма и условий работы, составляет 26 человек, из них:

Таблица 4

Структура и штат ООО «Вектор»

Наименование профессии	Число человек
Директор	1
Заместитель директора	2
Главный бухгалтер	1
Экономист	1
Слесарь АВР	3
Машинист - котельной	4
Ответственный за газовое хозяйство	2

Продолжение Таблицы 4

Слесарь	3
Рабочий по выращиванию и уходу за растениями	2
Тракторист	2
Электрик	2
Водитель	1
Уборщица	1
Рабочий по благоустройству населённых пунктов	4

Для успешной работы предприятия имеется: офис, гараж — 3 шт, котельная на угле 1 шт., газовые котельные 5 шт. Общая площадь зданий составляет 23215 м<sup>2</sup>. Все помещения оборудованы системой пожарной сигнализации и видеонаблюдением.

Основное направление деятельности ООО «Вектор — обеспечение населения тепловой энергией.

Котельная, производящая тепловую энергию, работает на твердом топливе (угле). Уголь поставляет ООО «Сибтопром», которое находится в г. Заводоуковске.

Таблица 5

Уровень затрат на приобретения и поставку твёрдого топлива

Год	Уголь	Стоимость 1 т	Сумма
2015	652,7 т	3650	2382355
2016	653 т	3820	2495434
2017	657,1 т	3981	2615200

2018	654,8	4514	2955767
2019	656,7	4790	3098967

Нами был изучен том ПДВ (предельно допустимый выброс) ООО "Вектор", в котором было рассчитано негативное воздействие предприятий на атмосферный воздух. На карте-схеме представлены границы санитарно-защитной зоны котельной, границы территории, и источники выбросов вредных веществ. Границы расчетной СЗЗ (санитарно-защитная зона) не накладываются на жилую зону и объекты рекреации, однако отмечаются превышения ПДК (предельно допустимая концентрация) за пределами предприятия [6].

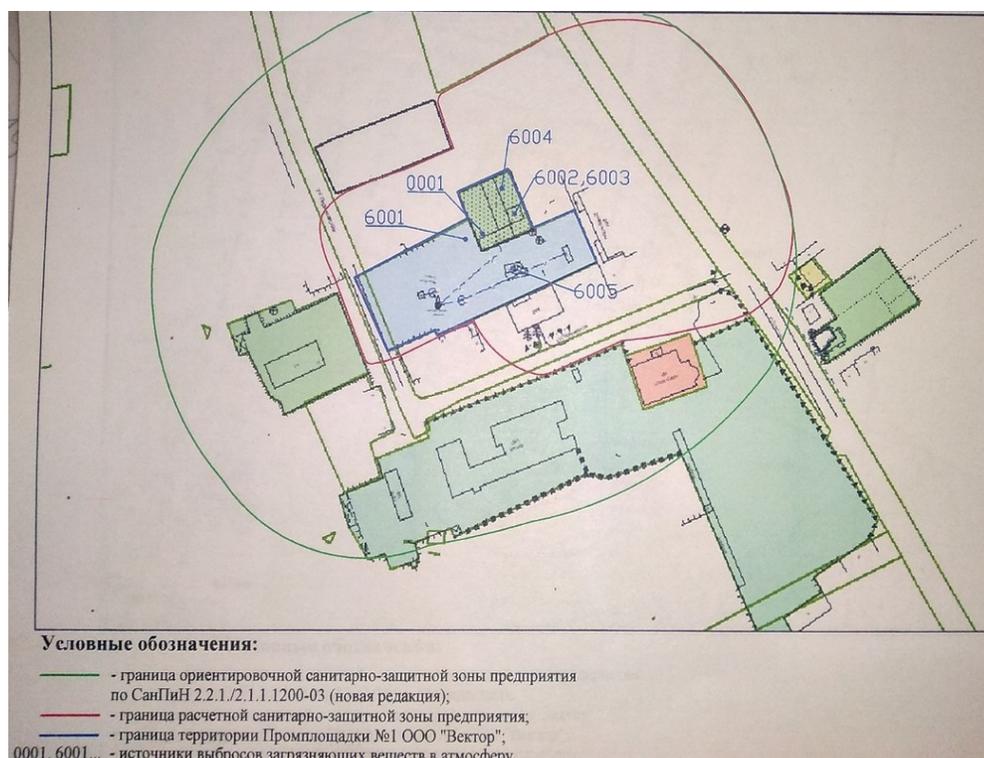


Рис. 41. Ситуационная карта-схема котельной ООО «Вектор» [6]

## Уровень воздействия деятельности котельной на окружающую среду:

Вредные вещества	Количество в т/год
Оксид углерода	8,8462 т/год
Оксиды азота	4,6412 т/год
Диоксид азота	3,7130 т/год
Оксид азота	0,6034 т/год
Диоксид серы	2,6012 т/год
Твердые частицы (суммарные)	9,6098 т/год (зола углей — 8,3564; сажа — 1,2535)
Бенз(а)пирен	0,000012 т/год
Итого	30,014812

Разрешённый выброс (вредного) загрязняющего вещества в пределах утвержденных нормативов ПДВ с 2014-2019 год: 25,5008570 т/г.

Нормы выбросов вредных веществ с 2014-2019: 28,254 т/год

Сумма платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух 944,21 (руб.)

На основе данных о выбросах загрязняющих веществ из тома ПДВ были рассчитаны суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду котельной ООО "Вектор".

Разрешённый выброс (вредного) загрязняющего вещества в пределах утвержденных нормативов ПДВ составляет с 2015-2019 год: 25,5008570 т/г.

Нормы выбросов загрязняющих веществ с 2015-2019: 28,254 т/год

Сумма платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2019 году - 944, 21 (руб.) [6].

Затраты на закупку твердого топлива составили в 2019 году - 3 098 967 рублей, что говорит о высоких операционных издержках предприятия.

Приведённые данные свидетельствуют об эколого-экономической неэффективности котельной ООО «Вектор». Таким образом, использование твердого топлива ООО «Вектор» вызывает ряд проблем.

Проблемы ООО «Вектор»:

- 1) Загрязнение окружающей среды.
- 2) Введение Федерального Закона 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в котором говорится что «Здания, строения, сооружения и иные объекты, в процессе эксплуатации которых используются энергетические ресурсы, в том числе временные объекты, вводимые в эксплуатацию после дня вступления в силу настоящего Федерального закона, на дату их ввода в эксплуатацию должны быть оснащены приборами учета используемых энергетических ресурсов». В связи с установкой тепловых счётчиков был потерян объём Г/кал, который раньше рассчитывался по нормативам, вследствие чего организация стала терпеть убытки.
- 3) Увеличение стоимости угля, что приводит к увеличению расходов на закупку топлива, о чем говорят данные таблицы № 1.
- 4) Из-за увеличения затрат на тепловую энергию, покупатели (население) перешли на индивидуальное отопление (печное). В начале своей деятельности организация поставляла тепловую энергию ста пятидесяти трем зданиям, в настоящее время количество отапливаемых зданий составляет шестнадцать (16), зданий включая объекты соцкультбыта (школа, детский сад, амбулатория, дом культуры, почта и два магазина).
- 5) Отсутствие газоснабжения в селе Колесниково.

В данной работе рассматривается возможность частичного перевода котельной на солнечную энергию, что, по моему мнению, будет способствовать решению названных проблем.

### 3.2.3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ООО «ВЕКТОР»

Задачей данного раздела является определение затрат на изготовление, сборку и монтаж внедряемой конструкции.

Расчет затрат на изготовление внедряемой конструкции произведем с учетом затрат на разработку проекта ( $K_{пр.}$ ), приобретение технологического оборудования ( $K_{т.о.}$ ), средств электрификации ( $K_{эл.}$ ), монтаж элементов энергетической системы и оборудования ( $K_{м.о.}$ ), монтаж внутренней электропроводки ( $K_{эп}$ ), а также торгово-транспортные и складские расходы по капитальным вложениям ( $K_{с.р}$ ) [7]:

$$K = K_{пр} + K_{т.о} + K_{эл} + K_{м.о} + K_{эп} + K_{с.р}. \quad (1)$$

К решению вопроса о приобретении технологического оборудования был сформирован комплект оборудования, удовлетворяющего запланированные объемы работ, как указано в таблице 7.

Таблица 7

Детализация капитальных вложений в реализацию проекта

Наименование комплектующих/ вид работ	Количество, ед.измерения	Цена за единицу, рублей	Стоимость, рублей
Солнечный вакуумный коллектор Атмосфера СВК-Nano 20	80 шт.	42600	3408000
Крепление на наклонную кровлю 58-1800-20 для СВК-Nano	80 шт.	4140	331200
Бак накопительный Sunsystem SN 750, два теплообменника, изоляция, фланец, клапан безопасности, юстировочные ножки в комплекте.	5 шт.	313560	1567800

Продолжение Таблицы 7

Насосная группа 1 линия, 3/4», 8-28 л/мин, насос Wilo Star 25/7, изоляция, термометр, группа безопасности 6 Бар, узел слива-наполнения системы, кран запорный.	Имеется в наличии у предприятия	-	-
Воздухоотводчик, кран запорный 1/2», Р=10бар.	17 шт.	356	6052
Контроллер СВУ SR208С.	10 шт.	3075	30750
Расширительный бак для гелиосистем, 35 литров.	5шт.	2380,00	11900
Теплоноситель «Сила солнца» (пропиленгликоль) (20 л)	40 упак.	1750	70000
Пуско-наладочные работы по введению в эксплуатацию системы	244 м <sup>2</sup>	1229	299876
Итого затрат на покупку полной комплектации гелиосистемы			5725578

Тепловой эффект радиации на поверхности Земли оценивается по величине суммарной радиации-сумме количества тепла, получаемого непосредственно от Солнца (прямая радиация), но и за счет рассеянной в атмосфере радиации.

На равнинной территории Тюменской области в месте расположения объекта исследования величина суммарной радиации составляет за год 3941,4 МДж/м<sup>2</sup>, распределение этой величины отображено в таблице 8 [5].

Таблица 8

Суммарная радиация для района расположения промышленной площадки [5]

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Суммарная радиация МДж/м <sup>2</sup>	50,3	100,6	213,7	381,3	423,2	507,0	506,9	314,3	226,2	125,7	58,7	33,5	3941,4

Сведения, приведенные в таблице, учитывают особенности метеорологических условий местности по среднемноголетним данным. Для

расчета энергоэффективности проектируемой гелиосистемы необходимо вычислить производительность твердотопливной системы отопления (табл.9) и сравнить её с проектируемой гелиосистемой (табл.10), с учетом коэффициента полезного действия равного 60,1 %.

Таблица 9

Расчет производительности твердотопливной системы отопления

Наименование показателя	Твердотопливная система отопления (уголь)					
	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее
Производительность, Гкал	1769	1506	1502	1825	1367	1594
Сумма, рублей	3906158	3556126	3725149	4724123	3744043	3931120

Таблица 10

Расчет производительности гелиосистемы

Проектируемая гелиосистема			Стоимость, руб./Гкал	Сумма, руб.	Эффективность использования, %
Производительность, МДж/м <sup>2</sup>	Полезная площадь гелиосистем, м <sup>2</sup>	Проектируемая мощность, МДж/Гкал			
$3941,4 \cdot 60,1\% = 2368,8$	132,8	$314574,2 / 75,1$	2496	187449,6	4,77

Основной проблемой котельных, работающих на твердом топливе, является использование не возобновляемых природных ресурсов, поэтому немаловажным остается тот факт, что при внедрении солнечных коллекторов будет осуществляться экономия топлива, которая имеет и экономическую выгоду.

## Годовой расход твердого топлива и затраты на его закупку

Год	Уголь, т	Стоимость, руб./т	Сумма
2015	652,7	3650	2382355
2016	653	3820	2495434
2017	657,1	3981	2615200
2018	654,8	4514	2955767
2019	656,7	4790	3098967
В среднем за рассматриваемый период	654,86	4151	2709544,6
При внедрении гелиосистемы	623,62	4151 (в среднем)	2580299,32
Экономия	31,24	-	129245,28

Как видно из сведений, приведенных в таблице 12 экономия топлива составляет 31,24 т за год, а в стоимостном эквиваленте порядка 129245,28 рублей.

Оценка эколого-экономической эффективности сводится к анализу экологических затрат и выгод в стоимостном выражении. Для оценки внедрения проектируемой гелиосистемы, воспользуемся проектом нормативов предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу (ПДВ) для исследуемого предприятия.

Согласно этому документу общий выброс загрязняющих веществ составил:

Таблица 12

Сравнительная характеристика экологического эффекта от внедрения  
гелиосистемы

Наименование загрязняющего вещества	Суммарный выброс, т/год	
	до внедрения гелиосистемы	после внедрения гелиосистемы
Оксид углерода	8,8462	8,4242
Оксиды азота	4,6412	4,4198
Диоксид азота	3,7130	3,5359
Оксид азота	0,6034	0,5746
Диоксид серы	2,6012	2,4771
Твердые частицы:		
суммарные	9,6098	9,1514
зола углей	8,3564	7,9578
сажа	1,2535	1,1937
Бенз(а)пирен	0,0000120	0,0000114
Итого	30,014812	28,5831

Разрешённый выброс (вредного) загрязняющего вещества в пределах утвержденных нормативов ПДВ с 2014-2019 год: 25,5008570 т/г.

Нормы выбросов вредных веществ с 2014-2019: 28,254 т/год

Сумма платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух составляет 944,21 (руб.). Выгода по экономии с затрат по превышению ПДВ при введении гелиосистемы в эксплуатацию составит 47,21 рублей, что учитывая объемы годовых работ, является незначительным, но возможно произвести перерасчет категории опасности предприятия в случае внедрения исследуемой системы, что значительно скажется на расчете выплат по выбросам.

Таким образом, экономическая эффективность от внедрения гелиосистемы составляет 4,77 %, срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок.}} = K/P_{\text{год.}} = 5725578/316742,09 = 18,07$$

Расчет индекса рентабельности:

$$T_{\text{ок.}} = \Pi_{\text{год.}} / K = 316742,09 / 5725578 = 0,05 [7]$$

Котельная ООО «Вектор» была отнесена к 3 категории опасности, наиболее опасное вещество из выделяемой эмиссии - бенз(а)пирен, относящийся к первому классу канцерогенности, немаловажно присутствие диоксидов серы и азота, составляющих суммарно 21 % от общего выброса в атмосферу. Снижение выбросов даже на уровне 4,77 % от общего объема выбросов безусловно имеет положительный эффект с экологической точки зрения, а также повлечет перевод предприятия из третьей категории опасности в четвертую.

Таблица 13

Сводная таблица технико-экономических показателей

Показатели	Ед.измерения	После автоматизации	Экономия, рублей
Проектируемая производительность за год	МДж/Гкал	314574,2/75,1	187449,6
Годовой расход твердого топлива	тонн	623,62	129245,28
Суммарный выброс	тонн/год	28,5831	47,21
Индекс рентабельности	условных единиц	0,05	-
Срок окупаемости	лет	18,07	-
Общая экономия	руб.	-	316742,09

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение гелиосистемы в котельную ООО «Вектор» не является экономически эффективным, но немного повышает экологическую эффективность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ состояния ВИЭ свидетельствует об отставании данного сектора в России по сравнению со многими странами мира. Основной причиной данного отставания можно назвать значительное промедление внедрения и определенные трудности в создании системы поддержки и стимулирования сектора ВИЭ. Россия обладает высоким потенциалом для развития сектора возобновляемой энергетики. Кроме того для зоны автономного энергоснабжения назрела острая необходимость во внедрении ВИЭ, так как в России использование ВИЭ составляет лишь 17,5 %. Использование таких источников, как солнечная, ветровая, геотермальная, биоэнергетика, гидроэнергетика положительно отразится на экономике и экологии страны. Стратегические установки Российской Федерации в области использования возобновляемых источников энергии свидетельствуют о заинтересованности государства в развитии использования возобновляемых источников энергии. Наиболее эффективным для развития энергетики представляется использование солнечной энергии как одного из самых перспективных направлений в развитии возобновляемых источников энергии.

2. В целом, пока не создан комплексный подход к оценке проектов возобновляемой энергетики. При проведении экономического анализа инвестиционного проекта данные, полученные на этапе экологического анализа, используются в недостаточной мере или не используются вовсе. Общепринятыми критериями прямого и косвенного влияния недостатков и достоинств объектов возобновляемой энергетики могут быть использованы:

- влияние на человека;
- воздействие на животный и растительный мир;
- влияние на земельные ресурсы;
- влияние на водные ресурсы [21].

Экономическое обоснование внедрения любого проекта, в том числе, в области электроэнергетики, состоит в оценке эффективности инвестиционных проектов согласно Методическим указаниям по оценке эффективности инвестиционных проектов.

По изученному опыту можно сделать вывод о необходимости дальнейшего изучения вопроса эколого-экономической эффективности использования возобновляемых источников энергии.

В дальнейшем Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерству экономического развития, и Министерству энергетики в дальнейшем будет необходимо разработать и утвердить официальные методики, чтобы облегчить внедрение объектов возобновляемой энергетики

3. Расчет экологической и экономической эффективности применения гелиосистемы для котельной на твёрдом топливе (угле) ООО "Вектор" показал неэффективность их внедрение в объекты теплоэнергетики в данном регионе, а значит, их применение не способно решить основные проблемы данного предприятия. Затраты на приобретение и применение составили 5725578 руб. Срок окупаемости составит 18 лет. Количество веществ выбрасываемых в атмосферу снизится с 30,01 до 28,58 т/год.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Нормативно — правовые акты

1. Федеральный закон "Об электроэнергетике" от 26.03.2003 N 35-ФЗ // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_41502/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/) (дата обращения: 23.02.2020).
2. Постановление Правительства РФ от 23.01.2015 N 47 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии»; Консультант Плюс: справочно-правовая система // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_174584/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174584/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/) (дата обращения: 19.03.2020).
3. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р «Об Экологической доктрине Российской Федерации» // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_92097/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92097/) (дата обращения: 15.03.2020).
4. Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 N 1-р (ред. от 18.04.2020) «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года»; Консультант Плюс: справочно-правовая система // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83805/ab9ee9e0b6c97b03c4d0707dc60adb7ee5058584/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83805/ab9ee9e0b6c97b03c4d0707dc60adb7ee5058584/) (дата обращения: 23.04.2020).

#### Книжные издания

5. Иваненко А.С., Кулясова О.А. Агроклиматические условия Тюменской области: учебное пособие. Тюмень: ТГСХА, 2008. 206 с.
6. Конышева Н.Н. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу (ПДВ) для Общества с ограниченной ответственностью «Вектор» (ООО «Вектор»). Тюмень, 2014 г. 170 с.
7. Медведева Л.Б., Агапитова Л.Г., Буторина Г.Ю. Методические указания по расчету экономической части в ВКР: учебно-методическое пособие. ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Тюмень, 2020 г. 10 с.

#### Электронные издания

8. Безруких П. П. Эффективность возобновляемой энергетики. Мифы и факты // Вестник аграрной науки Дона, 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vozobnovlyаемой-energetiki-mify-i-fakty> (дата обращения: 03.02.2020).
9. Бояринов А. Ю., Теслюк Л. М., Дукмасова Н. В. Возобновляемые источники энергии как инструмент развития малого и среднего бизнеса в России // Инновационное развитие экономики. Научно-консалтинговый центр, 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35259712> (дата обращения: 07.01.2020).
10. Венцюлис Л. С. Создание и использование возобновляемых источников энергии — основное направление повышения экономической и

экологической эффективности энергетики России. Региональная экология // Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2016. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26161841> (дата обращения: 30.01.2020).

11. Вершинин М.И. Гегечкори О.Н. Перспективы развития альтернативной энергетики в России. Вестник молодёжной науки // Калининградский государственный технический университет (Калининград), 2017. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29154886> (дата обращения: 06.02.20).
12. Гарифуллин А.А. Возобновляемые источники энергии в мире и перспективы их использования в России. Аллея науки // ИП Шелистов Денис Александрович (Издательский центр "Quantum"), 2018. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36673480> (дата обращения: 03.03.2020).
13. Голованчук Н.С. Стародубцева О.А. Перспективы развития инновационных технологий использования возобновляемых источников энергии. Производственный менеджмент: теория, методология, практика // Общество с ограниченной ответственностью "Центр развития научного сотрудничества" (Новосибирск), 2017. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29174606> (дата обращения: 18.03.2020).
14. Головин А.А. Плохих М.В. Потенциал и география возобновляемых источников энергии России. Аллея науки // ИП Шелистов Денис Александрович (Издательский центр "Quantum"), 2018. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35221868> (дата обращения: 25.03.2020).

15. Деловой портал Тюменской области: официальный сайт. Схемы газоснабжения и газификации районов Тюменской области. URL: <http://www.tyumen-region.ru/map/gaz/> (дата обращения: 06.04.2020).
16. Жук М.А., Мухина М.А. Перспективы внедрения возобновляемых источников энергии в существующие энергосистемы. Энергетика и энергосбережение: теория и практика Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции: электронный сборник // Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36931743> (дата обращения: 26.02.2020).
17. Кириченко Е. В., Ионин А. А. Преимущество использования солнечно-топлевных котельных на территории Черноморского побережья: правовой и технический аспект. Социально-правовые механизмы обеспечения энергосбережения: современное состояние, тенденции и перспективы развития // Научно-исследовательский институт актуальных проблем современного права, 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36877387> (дата обращения: 29.03.2020).
18. Ланкина С. А., Платонова Т. Е. Методы оценки эффективности экономической деятельности хозяйствующих субъектов с учетом экологического аспекта // Статистика и экономика. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-effektivnosti-ekonomicheskoy-deyatelnosti-hozyaystvuyuschih-subektov-s-uchetom-ekologicheskogo-aspekta> (дата обращения: 03.03.2020).
19. Лившиц С.А. Возобновляемые источники энергии: реальность и перспективы. Актуальные проблемы гуманитарных наук. Издательство:

- Научно-информационный издательский центр и редакция журнала "Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук" (Москва); Научная статья — 2017 г. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28355959> (дата обращения: 13.04.2020).
20. Мартыненко Д.О., Носова А.А., Парамонова А.А. Анализ использования возобновляемых источников энергии на территории РФ. Innovation Science. // Международный научно-информационный центр "Наукосфера", 2019. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39144923> (дата обращения: 8.03.2020).
21. Матвеев. И.Е. Экологическая оценка использования ВИЭ, 2013. URL: <http://matveev-igor.ru/articles/357516> (дата обращения: 18.03.2020).
22. Медведева О.Е. Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности // О.Е. Медведева. – М, 2004. URL: <https://docus.me/d/813868/> (дата обращения: 20.03.2020).
23. Министерство экономического развития Российской Федерации: официальный сайт. Стратегию долгосрочного развития РФ до 2050 года с низким уровнем выбросом парниковых газов. URL: [https://economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya\\_rossii\\_podgotovilo\\_projekt\\_strategii\\_dolgosrochnogo\\_razvitiya\\_rossii\\_s\\_nizkim\\_urovнем\\_vybrosov\\_parnikovyh\\_gazov\\_do\\_2050\\_goda\\_.html](https://economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_rossii_podgotovilo_projekt_strategii_dolgosrochnogo_razvitiya_rossii_s_nizkim_urovнем_vybrosov_parnikovyh_gazov_do_2050_goda_.html) (дата обращения: 30.04.2020).
24. Министерство энергетики Российской Федерации: официальный сайт. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 29.03.2020).

25. Министерство энергетики Российской Федерации: Официальный сайт. Основные характеристики российской электроэнергетики. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/532> (дата обращения: 15.02.2020).
26. Научно-прикладной справочник по Тюменской и Омской области. Выпуск 17. URL: <https://www.vo-da.ru/book/klimat-17> (дата обращения: 12.05.2020).
27. Национальный исследовательский университет «МЭИ». Возобновляемая энергетика: примеры и практики реального использования. Москва, 2019 г. URL: <https://mpei.ru/personal/Lists/CadrePapers/Attachments/2997/%D0%92%D0%98%D0%AD%20%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BA%2001.12.19.pdf> (дата обращения: 06.04.2020).
28. Низамутдинова Н.С., Пташкина-Гирина О.С. Экономическая оценка проектов возобновляемой энергетики // LAP LAMBERT, 2019. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40357285> (дата обращения: 25.03.2020).
29. Обухова Р.В., Дронова Ю.В. Современное состояние возобновляемых источников энергии в мире и России. Производственный менеджмент: теория, методология, практика // Общество с ограниченной ответственностью «Центр развития научного сотрудничества», 2016. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27521796> (дата обращения: 23.02.2020).
30. Правительство Российской Федерации: официальный сайт. Паспорт приоритетного проекта «Чистая страна» в редакции протокола от 21 декабря 2016 года №12. URL: <http://government.ru/news/25945/>
31. Правительство Тюменской области: официальный сайт. Портал органов государственной власти. URL: [https://zavodoukovsk.admtyumen.ru/mo/Zavodoukovsk/economics/invest\\_politic/](https://zavodoukovsk.admtyumen.ru/mo/Zavodoukovsk/economics/invest_politic/)

passport/info/geo/more.htm?id=10570655@cmsArticle (дата обращения: 25.04.2020).

32. Симанков В.С., Бучацкий П. Ю. Оценка эффективности вовлечения нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергобаланс региона // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-vovlecheniya-netraditsionnyh-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-v-energo-balans-regiona> (дата обращения: 26.04.2020)
33. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2019. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html> (дата обращения 28.02.2019)
34. Уваров В. А., Готулева Ю. В. Перспективы развития местных видов топлива. Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Источник: Уральский федеральный университет. Научная статья — 2017 г. URL: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/57828> (дата обращения: 15.04.2020).
35. Ферару Г.С. Проблемы и способы оценки эффективности хозяйственной деятельности на микроуровне с учетом экологического аспекта // Научный вестник МГГУ. – 2013. – № 11/ Международная конференция «Экология. Природопользование. Экономика». URL: <https://readera.org/problemy-i-sposoby-ocenki-jeffektivnosti-hozjajstvennoj-dejatelnosti-na-140215639> (дата обращения: 19.04.2020).
36. Хазова В.Н. Особенности развития энергии возобновляемых источников на российском энергетическом рынке. Теоретическая и прикладная экономика,

2019. URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=29781](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29781) (дата обращения: 04.03.2020).
37. Чебанов К.А., Карамян О.Ю., Соловьёва Ж.А. Совершенствование солнечной генерации на уровне массового использования // Общество с ограниченной ответственностью "Информационное агентство Нефтегаз.РУ интернэшнл", 2017. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30547674> (дата обращения: 28.03.2020).
38. Шеина С.Г. Пирожникова А.П. Тенденции развития альтернативной энергетики в странах мира и России // Инженерный вестник дона. Северо-Кавказский научный центр высшей школы федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), 2016. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822394> (дата обращения: 18.04.2020).
39. Google Карты. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.ru/maps> (дата обращения: 20.05.2020).