

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Факультет географический

Кафедра физической и социально-экономической географии

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  
канд. геогр. наук, доц.

\_\_\_\_\_ И. А. Семина  
(подпись)

«19» июня 2020 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**ГЕОГРАФИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Автор бакалаврской работы 10.06.2020 С. В. Адушкина

Обозначение бакалаврской работы БР–02069964–05.03.02–02–20

Направление 05.03.02 География

Руководитель работы

канд. геогр. наук, доц. 11.06.2020 В. Н. Маскайкин

Нормоконтролер

канд. экон. наук, доц. 10.06.2020 С. Г. Рябова

Саранск

2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Факультет географический

Кафедра физической и социально-экономической географии

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

канд. геогр. наук, доц.

\_\_\_\_\_ И. А. Семина  
(подпись)

«25» декабря 2019 г.

**ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ**

Студентка Адушкина Светлана Владимировна

1 Тема География альтернативной энергетики в Российской Федерации

Утверждена приказом № 9939-с от 19.12.2019 г.

2 Срок представления работы к защите 10.06.2020 г.

3 Исходные данные для научного исследования (проектирования) научные труды отечественных и зарубежных авторов по исследуемой теме, публикации в периодической печати, нормативно-правовые акты Российской Федерации, статистические данные органов власти Российской Федерации.

4 Содержание бакалаврской работы

4.1 Основные виды и принципы работы альтернативных источников  
энергетики

4.2 Анализ развития альтернативной энергетики на территории Россий-  
ской Федерации

#### 4.3 Перспективы развития альтернативной энергетики в России

Руководитель работы

канд. геогр. наук, доц.

20.12.2019 В. Н. Маскайкин

Задание принята к исполнению

20.12.2019

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 64 страницы, 4 таблицы, 24 рисунка, 59 использованных источников.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА, МАЛЫЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ПРИЛИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ПЕРСПЕКТИВЫ, РАЗВИТИЕ, ПРОБЛЕМАТИКА.

Объект исследования – территория Российской Федерации.

Предмет исследования – особенности пространственной дифференциации, развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации.

Цель работы – исследование пространственно-временных особенностей развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации для выявления проблем и перспектив развития отрасли.

Выполнение бакалаврской работы основано на анализе литературных источников по исследуемой теме, в том числе публикаций в периодической печати, нормативно-правовых актов Российской Федерации, статистических данных органов власти Российской Федерации, использовании описательного, статистического, сравнительно-географического методов исследования.

В результате проведенного исследования были определены особенности пространственно-временного развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации с целью выявления проблем развития отрасли и разработки рекомендаций по оптимизации ее функционирования.

Степень внедрения – частичная.

Область применения – в практике работы преподавателей и студентов.

Эффективность – способствует формированию, повышению качества знаний и расширению кругозора по данной теме.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Основные виды и принципы работы альтернативных источников энергетики	10
1.1 Энергия солнца	11
1.2 Энергия ветра	13
1.3 Малые гидроресурсы	15
1.4 Энергия приливов	16
1.5 Геотермальная энергия	18
2 Анализ развития альтернативной энергетики на территории Российской Федерации	21
2.1 Место России в мировом развитии альтернативной энергетики	22
2.2 Солнечная энергетика	27
2.3 Ветровая энергетика	31
2.4 Малая гидроэнергетика	36
2.5 Приливная энергетика	39
2.6 Геотермальная энергетика	41
3 Перспективы развития альтернативной энергетики в России	44
3.1 Потенциал России в использовании альтернативных источников энергии	44
3.2 Проблематика использования альтернативных источников энергии на территории России	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследования.* В настоящее время во всем мире все более актуальной становится проблема охраны окружающей среды и охраны глобального климата, что нашло отражение в широко известном Киотском протоколе (декабрь 1997 г., Япония), а с 2016 г. – в Парижском соглашении. В данном соглашении перед странами встают обязательства по принятию мер для удержания роста глобальной средней температуры менее 2 и ограничения роста температуры величиной 1,5 °С, а также снижению или стабилизации выбросов парниковых газов, в первую очередь диоксида углерода. На данный момент большинство стран, в том числе и Россия, состоят в этом договоре [38].

Негативное воздействие топливной энергетики на окружающую среду заставляет большинство развитых стран переходить к более интенсивному использованию возобновляемых источников энергии. Электростанции, работающие на возобновляемых (альтернативных, нетрадиционных) источниках энергии, не оказывают сколь-нибудь вредного влияния на природу. Именно поэтому проблема альтернативной энергетики должна стать актуальной в развитии энергетического комплекса стран, а движение в этом направлении должно стать стратегической целью государства.

*Объект исследования* – территория Российской Федерации.

*Предмет исследования* – особенности пространственной дифференциации, развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации.

*Цель работы* – исследование пространственно-временных особенностей развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации для выявления проблем и перспектив развития отрасли.

Цель определяет решение следующих *задач*:

- изучить основные виды и принципы работы альтернативных источников энергии;

- исследовать современное развитие альтернативной энергетики на территории Российской Федерации, обозначить место России в мировом развитии альтернативной энергетики;

- выявить проблемы и перспективы развития альтернативной энергетики в России.

Выполнение бакалаврской работы основано на анализе и синтезе литературных и других источников, использовании описательного, статистического, и сравнительно-географического методов.

*Теоретическую основу* исследования составили положения, содержащиеся в работах Т. Г. Морозовой, В. М. Пискунова, в государственных программах Российской Федерации, методических материалах и статьях отечественных ученых по данной теме. Информационной базой для проведения исследования послужили данные Ассоциации развития возобновляемой энергетики, Глобальных статистических отчетов Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century, Национального рейтингового агентства, Российской Ассоциации Ветроиндустрии, Ассоциации развития возобновляемой энергетики и Статистического ежегодника мировой энергетики.

В результате проведенного исследования были определены пространственно-временные особенности развития и функционирования альтернативной энергетики в Российской Федерации с целью выявления проблем и перспектив развития отрасли.

*Научная новизна* выполненного исследования заключается в систематизации данных и анализе развития отрасли альтернативной энергетики в России, выявлении проблематики и перспектив этого развития.

*Практическая значимость.* Полученные в ходе выполнения бакалаврской работы результаты могут быть востребованы в практике работы преподавателей и студентов при организации образовательного процесса по направлению подготовки 05.03.02 География (уровень бакалавриата).

Основными *методами исследования* являются анализ и синтез литературных источников, а также описательный, статистический и сравнительно-географический методы.

Компетенции, формируемые в результате исследования в бакалаврской работе:

- способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

- способность использовать базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в географических науках, для обработки информации и анализа географических данных (ОПК-1);

- способность использовать базовые знания фундаментальных разделов физики, химии, биологии, экологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических, биологических, экологических основ в общей, физической и социально-экономической географии (ОПК-2);

- способность использовать базовые общепрофессиональные теоретические знания о географии, землеведении, геоморфологии с основами геологии, климатологии с основами метеорологии, гидрологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведении (ОПК-3);

- способность использовать в географических исследованиях знания об общих и теоретических основах экономической и социальной географии России и мира (ОПК-7);

- способность использовать знания о географических основах устойчивого развития на глобальном и региональном уровнях (ОПК-8);

- способность использовать теоретические знания на практике (ОПК-9);



- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-10);

- способность использовать основные подходы и методы комплексных географических исследований, в том числе географического районирования, теоретическими и научно-практические знания основ природопользования (ПК-1);

- способность использовать базовые знания, основные подходы и методы экономико-географических исследований, уметь применять на практике теоретические знания по политической географии и геополитике, географии основных отраслей экономики, их основные географические закономерности, факторы размещения и развития (ПК-3);

- способность применять методы комплексных географических исследований для обработки, анализа и синтеза географической информации, географического прогнозирования, планирования и проектирования природоохранной и хозяйственной деятельности (ПК-5);

- способность использовать навыки преподавания географических дисциплин в организациях, осуществляющих образовательную деятельность (ПК-11).

*Структура работы.* Работа состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованных источников. Во введении сформулированы цель и задачи работы, обоснована актуальность исследования. В первом разделе изучены основные виды и принципы работы альтернативных источников энергии в Российской Федерации. Второй раздел посвящен современному развитию альтернативной энергетики в России, обозначено ее место в мировом развитии альтернативной энергетики. В третьем разделе обозначена проблематика развития отрасли альтернативной энергетики в России, указаны основные перспективы ее развития.

## 1 Основные виды и принципы работы альтернативных источников энергетики

Энергетика – это отрасль народного хозяйства, которая включает в себя энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование энергии различных видов. Ведущей отраслью энергетики является электроэнергетика. Энергетика напрямую связана со многими отраслями экономики и во многом определяет уровень развития хозяйства и состояния общества. Энергия – это обобщенная форма движения материи, количественная мера качественно различных форм движения материи. Нас интересует электрическая энергия.

Энергоресурсы – это материальные объекты, часть энергии которых может быть использована человеком для получения теплоты, электроэнергии, работы [40]. Системные связи в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) показаны на рисунке 1.

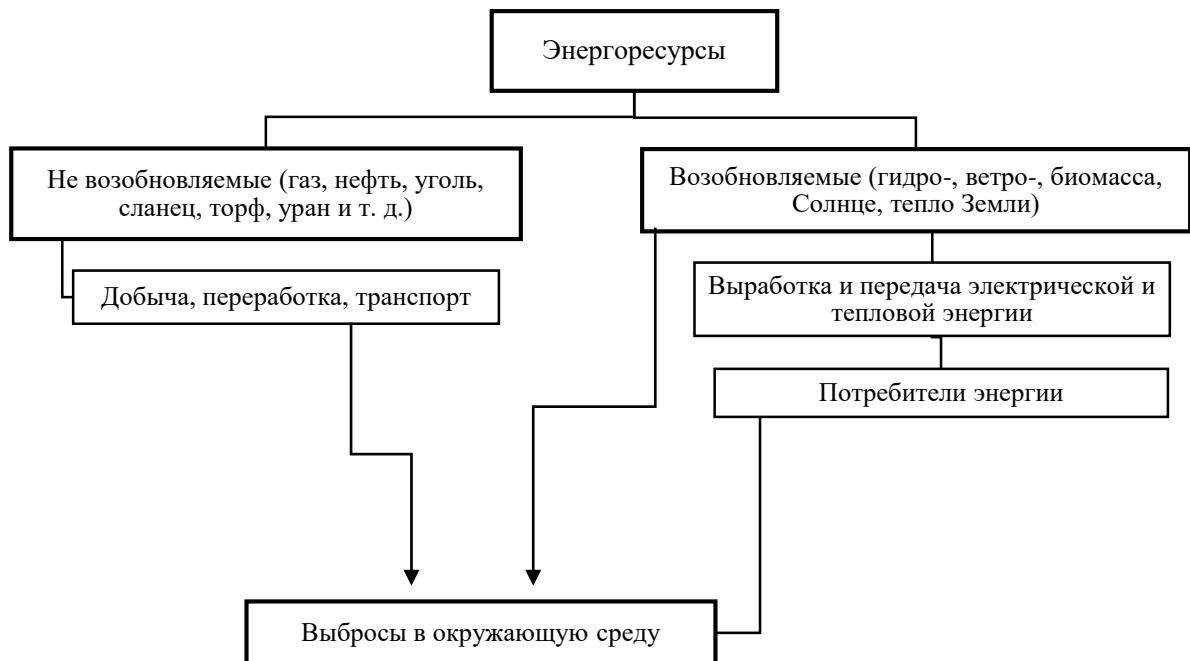


Рисунок 1 – Системные связи в энергетике  
[составлено автором по источнику 40]

Из рисунка 1 видно, что энергоресурсы бывают не возобновляемые, к которым относят топливные ресурсы, и возобновляемые. Основой энергетики в настоящее время является органическое топливо, поэтому энергетика – это один из наиболее крупных загрязнителей окружающей среды. Отсюда следует, что проблемам охраны окружающей среды, экологической безопасности, природоохранным технологиям в энергетике должно уделяться большое внимание. В связи с этим актуальной стала тема альтернативных источников энергии. К ним относят солнечную, ветровую, геотермальную энергию, энергию водотоков (малых рек), приливов, биомассы, низкопотенциальное тепло воздуха, воды и земли. Ниже мы рассмотрим основные наиболее популярные в нашей стране виды альтернативных источников энергии.

### **1.1 Энергия солнца**

Солнце является источником неисчерпаемой, дешевой и экологически безопасной энергии. Для получения электрической энергии от деятельности Солнца используются два вида солнечных электроустановок (СЭУ). Они отличаются способами преобразования солнечной энергии в электрическую.

Первый метод – термодинамический – заключается в том, что на тепловой СЭУ энергия солнечных лучей преобразуется в теплоту достаточно высокого потенциала, затем преобразуется в механическую и далее в электрическую.

Второй способ – фотоэлектрический – наиболее распространен и заключается в прямом преобразовании энергии фотонов в электрическую энергию в полупроводниковых фотоэлектрических преобразователях.

Малая плотность потока солнечной радиации требует значительной площади лучевоспринимающей поверхности СЭУ. Удельная площадь активной поверхности для термодинамических СЭУ составляет не менее  $5 \text{ м}^2/\text{кВт}$ , а для фотоэлектрических СЭУ – не менее  $8 \text{ м}^2/\text{кВт}$  [40].

Также мы знаем, что солнечная радиация – величина не постоянная, а зависящая не только от времени года, но и от времени суток, погодных условий и т. д. Поэтому здесь встает вопрос о прямой необходимости использования аккумуляторных батарей – накопителей электроэнергии – для устойчивого электроснабжения. Либо создавать комбинированные солнечно-топливные электростанции, где недостаток энергии от возобновляемых источников будет компенсироваться энергией от топливных ресурсов. Тем не менее даже в зависимости от годового распределения суммарной облачности выработка электроэнергии на СЭУ имеет довольно предсказуемый средне-равномерный характер, что позволяет использовать такой источник энергии для общественной и жилой застройки, а также как резервный источник снабжения местной промышленности.

Традиционные солнечные батареи изготавливают из кремния, который является вторым по распространенности химическим элементом в земной коре. Далее батареи объединяют в плоские панели.

Таким образом, можно выделить основные достоинства и недостатки использования солнечных батарей при выработке электроэнергии. Преимущества заключаются в достаточно простой конструкции, несложном монтаже, минимальных требованиях к обслуживанию и большом сроке эксплуатации (в среднем 20–30 лет), а обширная область применения позволит применять их в отдаленных регионах, где отсутствует подключение к централизованной системе электроснабжения.

Основными недостатками на данный момент являются дороговизна кремниевых полупроводников, невысокий коэффициент полезного действия (до 20 %), непостоянство (пасмурные и ночные часы), высокая стоимость аккумуляирования энергии, необходимость больших площадей земли для мощных электростанций.

Новые перспективы в фотоэлектрическом преобразовании энергии открывает создание особых веществ – гетероэлектриков, способных преобразовывать в электрическую энергию не только видимый спектр солнечной ради-

ации, но и инфракрасное излучение, что позволяет увеличить КПД таких ФЭП до 54 % [49, 55]. Таким образом, солнечная энергетика – перспективное направление развития альтернативной энергетики, несмотря на некоторые недостатки.

## 1.2 Энергия ветра

В настоящее время во многих экономически развитых странах ветроэнергетика стала частью энергетических систем, а в отдельных странах – одной из главных составляющих альтернативной энергетики на ВИЭ.

Как мы знаем, главной причиной возникновения ветра является неравномерное нагревание солнцем земной поверхности, вследствие чего возникает разница в атмосферном давлении. При этом поверхность Земли неоднородна. Суша, океаны, рельеф, растительность обуславливают различное ее нагревание даже на одной широте. Вращение Земли также вызывает отклонения воздушных течений.

Существует ветроэнергетический кадастр, содержащий совокупность аэрологических и энергетических характеристик ветра, которые используются для его описания как источника энергии. К основным ветровым кадастровым характеристикам относятся: среднегодовая скорость ветра; годовой и суточный ход ветра; повторяемость скоростей ветра; повторяемость направлений ветра; максимальная скорость ветра; удельная мощность и удельная энергия ветра; ветроэнергетические ресурсы района [49].

Энергию ветра в электрическую преобразуют ветроустановки. Схема типичной ветроэнергостанции (ВЭУ) представлена на рисунке 2. Они бывают двух типов – с вертикальной осью вращения и с горизонтальной, последние распространены намного больше и работают на оптовый рынок [40].

Принцип работы ВЭУ заключается в том, что поток ветра набегает на лопасти ветроколеса, связанные со ступицей, к которой крепится вал, тем са-

мым приводя лопасти в движение. Вал через муфту соединяется с входным валом редуктора, к которому присоединяется генератор, вырабатывающий электроэнергию. Редуктор нужен для повышения скорости вращения вала до величины необходимой генератору.

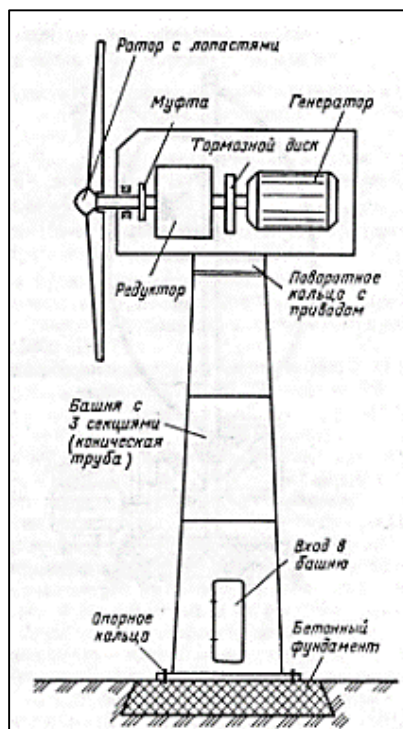


Рисунок 2 – Схема ветроэнергостанции с горизонтальной осью вращения [40]

Один из основных параметров, отражающих возможности использования ветра – его среднегодовая скорость, целесообразно использовать ВЭУ в районах со среднегодовой скоростью ветра более 4 м/с. Во избежание поломок ВЭУ отключаются при скорости ветра более 20–25 м/с.

Особенность ВЭУ, которая отличает их от традиционных источников энергии – это непостоянство их мощности, которая зависит от скорости ветра. Мощность электроустановок может варьироваться от нескольких ватт до нескольких тысяч ватт (как правило, до 6 МВт) [22, 40].

Таким образом, подводя итог, можно сказать, что ветровая энергетика является одним из дешевых возобновляемых источников энергии. При этом

она может быть хорошим решением для труднодоступных или отдаленных районов. Проблема широкого использования ВЭУ в настоящее время может быть связана с их экономической эффективностью с традиционными источниками энергии. Также необходимо решить проблемы, связанные с аккумулярованием энергии для дальнейшего сглаживания прерывистого характера ее выработки ВЭУ, другим путем является использование комбинированных установок (например, ВЭУ совместно с дизель-генераторами).

### **1.3 Малые гидроресурсы**

Общепринятого понятия о малых гидроэлектростанциях нет, но в России чаще всего под малыми гидроэлектростанциями подразумеваются ГЭС мощностью до 30 МВт. Малые ГЭС проектируются на малых водотоках, озерных водосборах и даже на оросительных каналах ирригационных систем [6].

В нашей стране имелся уникальный опыт использования энергии малых рек и к настоящему времени он начинает возрождаться, что вполне оправдано, прежде всего для районов неэлектрифицированных, удаленных от крупных городов с развитой энергосистемой и не подключенных к Единой энергетической системе.

В малых гидроэлектростанциях (далее МГЭС) сочетаются преимущества больших ГЭС и возможность децентрализованного обеспечения электроэнергией. Тем не менее они лишены некоторых недостатков больших ГЭС: высокая стоимость, проблемы, связанные с негативным воздействием на микроклимат и окружающую среду в целом. Эксплуатация МГЭС в удаленных районах сможет способствовать экономическому и социальному развитию региона, частично или полностью избавляя его от необходимости импорта топливных ресурсов [27, 29].

К основным недостаткам МГЭС можно отнести не повсеместную возможность их строительства. Также при изолированном применении такой

системы и внезапного выхода ее из строя территория останется без электроснабжения. Поэтому важно создавать резервные мощности [43].

Таким образом, малая гидроэнергетика – это еще одно весьма перспективное направление развития нетрадиционной энергетики. Ее недостатки менее выражены, чем достоинства, поэтому важно увеличивать информированность населения и государства о преимуществах малой гидроэнергетики, что будет провоцировать дальнейшие научно-технические и правовые разработки в этой сфере.

#### 1.4 Энергия приливов

Из технологий морской энергии в настоящее время используется только энергия приливов, возникновение которых связано с лунным притяжением. Электроэнергия в таком случае вырабатывается на специальных приливных электростанциях (далее ПЭС). Принцип работы наглядно можно увидеть на рисунке 3.

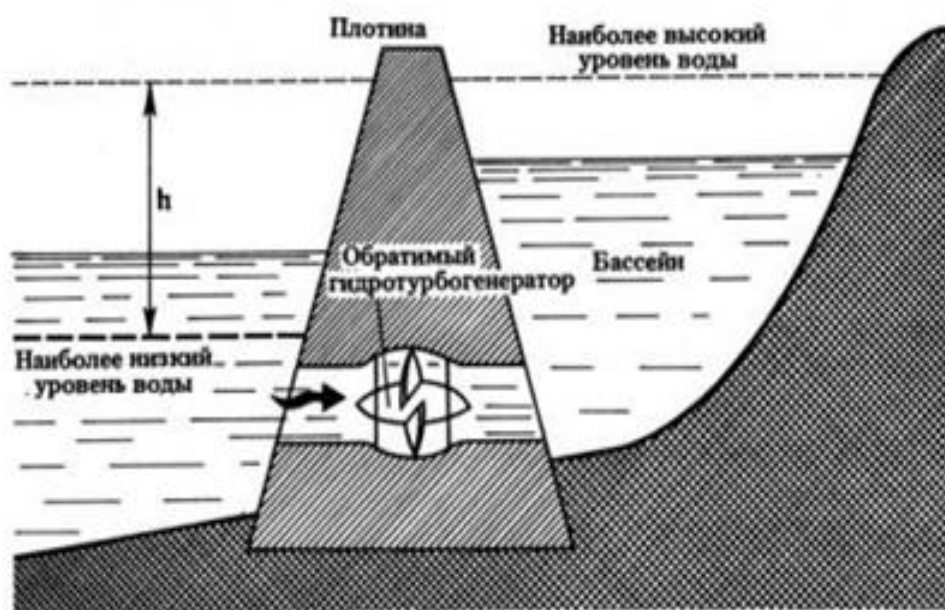


Рисунок 3 – Принцип работы приливной электростанции [19]



Для ПЭС часто применяется однобассейновая схема с односторонним и двухсторонним действием, что является наиболее эффективным. В составе ПЭС выделяют само здание электростанции, водопропускное сооружение и плотину.

Однобассейновая схема предусматривает такой принцип: опущенные затворы в начале прилива отделяют бассейн от моря и при достижении между уровнями моря и бассейна необходимого минимального напора начинают работать турбины, вырабатывающие электроэнергию. Они используют поток воды из моря в бассейн, таким образом, бассейн заполняется. При достижении минимального перепада между морем и бассейном турбины отключаются, затворы поднимаются, уровни моря и бассейна выравниваются, после этого затворы закрываются, отделяя бассейн от моря. В период отлива, когда достигается необходимый напор между уровнями бассейна и моря, турбины снова включаются и вода из бассейна возвращается обратно в море. Затем цикл повторяется [44].

ПЭС можно построить в определенных природных условиях. К ним можно отнести большие приливы (более 3–5 м), контур береговой линии желателен с образованием узкого залива, который позволит отделить от моря бассейн для работы электростанции при минимальной длине и высоте перегородивающей плотины, также к благоприятным природным условиям можно отнести геологические условия [41].

В настоящее время в приливной энергетике разрабатываются новые типы электростанций. Главное их отличие заключается в отсутствии плотины, возведение которой является очень дорогим мероприятием. Вместо компактных турбин электрогенераторы приводятся в движение крупными лопастями, диаметр которых составляет от 10 до 20 м. Электростанции подобного типа напоминают ВЭУ, опущенные в воду [16].

Таким образом, к достоинствам ПЭС можно отнести помимо экологичности, низкую себестоимость электроэнергии, несложное техническое обслуживание, длительный срок эксплуатации турбины (в среднем 30 лет), по-

стоянство приливно-отливной энергии в течение года. К недостаткам – дорогое и сложное строительство, продолжительность активного периода равна 4–5 ч. (в течение дня бывает 4 цикла из активной и пассивной фаз по 1–2 ч.), что компенсируется расположенной рядом ТЭЦ или АЭС, длительная окупаемость строительства из-за недостаточной эффективности.

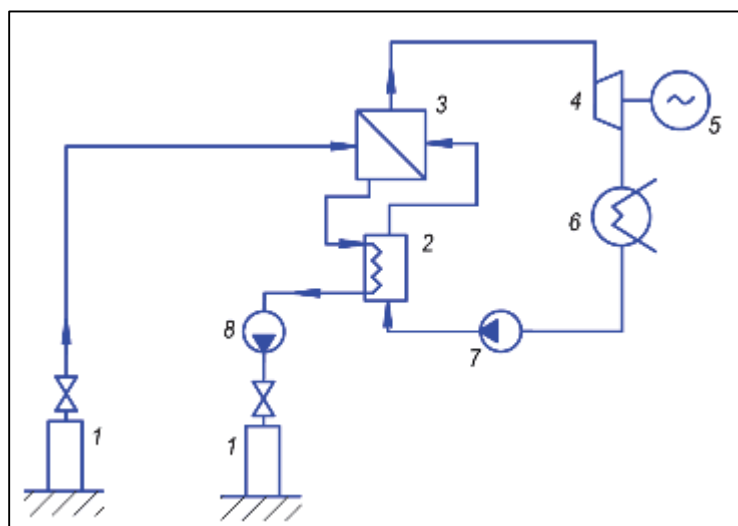
## 1.5 Геотермальная энергия

В геотермальной энергетике для получения электричества используют энергию тепла Земли – постоянный поток теплоты из раскаленных недр, который направлен к поверхности Земли. Земная кора при этом получает тепло вследствие трения ядра, радиоактивного распада элементов, протекания химических реакций.

Как правило, различают несколько типов геотермальной энергии:

- нормальное поверхностное тепло Земли на глубине от нескольких десятков до сотен метров;
- гидротермальные системы (резервуары горячей, либо теплой воды, в большинстве случаев самовыливной);
- парогидротермальные системы – месторождения пара и самовыливной пароводяной смеси;
- петрогеотермальные зоны (теплота сухих горных пород);
- магма (расплавленные горные породы температурой до 1300).

Главным показателем пригодности использования геотермальных источников для выработки энергии является их температура. По этому критерию они подразделяются на низкотермальные воды (40–70), среднетермальные (70–100), высокотермальные воды и пар (100–150) и парогидротермы и флюиды с температурой выше 150 [39]. Принцип работы стандартной геотермальной электростанции представлен на рисунке 4.



**Справочно:** 1 – скважина; 2 – теплообменник; 3 – парогенератор; 4 – турбина;  
 5 – электрогенератор; 6 – воздухоохлаждаемый конденсатор;  
 7 – конденсато-питательный насос; 8 – нагнетательный насос

Рисунок 4 – Принцип работы двухконтурной геотермальной электростанции [40]

Геотермальные скважины бурятся на глубину от 3 до 10 км. В большинстве случаев используются вода и пар. Извлекаемая вода может отапливать ближайшие здания путем прямой циркуляции горячей воды по трубам, либо прокачкой через теплообменный блок, передающий тепло по батарее. Электроэнергия на ГеоТЭС вырабатывается, когда геотермальное тепло производит пар, вращающий турбины, соединенные с генератором.

Особенности ГеоТЭС выражены в следующем:

- возможность постройки только в вулканически и тектонически активных регионах;
- постоянный избышек энергоресурсов, что обеспечивает использование полной установленной мощности оборудования электростанции;
- достаточно простой уровень автоматизации;
- экономичность эксплуатации;

- себестоимость электроэнергии ниже, чем на других электростанциях, работающих на ВИЭ [41].

Подытожив вышесказанное, можно сделать вывод, что геотермальная энергетика является весьма перспективным направлением развития. Более того, недостатков у таких станций минимум, они могут заключаться в сложностях при утверждении самого проекта строительства, в остановке электростанции в следствие естественных изменений в земной коре (землетрясения, вулканизм), а также при отсутствии фильтров из скважин могут выделяться углекислый газ и сероводород.

## **2 Анализ развития альтернативной энергетики на территории Российской Федерации**

Интерес к разработкам в альтернативной энергетике в России начался еще в начале XX века. Однако к его концу в связи с кризисной ситуацией в стране, отрасль переживала стагнацию. С середины – конца 2000-х гг. интерес к нетрадиционным источникам энергии возобновился. В конце 2000-х – первой половине 2010-х гг. в энергетике на возобновляемых источниках энергии была создана нормативно-правовая база, где фиксировались требования к размещению производства, компаниям, описаны методы и критерии поддержки [40].

Российский механизм поддержки возобновляемой энергетики и основанное на этом нормативно-правовое поле имеют следующий смысл – продать мощность генерирующих электростанций можно на оптовый рынок электрической энергии и мощности по договорам поставки мощности (ДПМ ВИЭ) по цене и в порядке, установленном Правительством РФ. Отбор мощности осуществляется с помощью конкурса с учетом предельных величин капитальных затрат на возведение 1 кВт мощности ВИЭ [50].

К 2019 г. на оптовых и розничных рынках возобновляемой энергетики было введено в эксплуатацию более 800 МВт новых энерго мощностей, из них 695 МВт солнечных электростанций и 85 МВт ветряных оптовых электростанций, которые были построены в рамках ДПМ ВИЭ.

Значительную долю в альтернативной энергетике России занимают солнечная и ветровая энергетика, они развиваются быстрее остальных, затем идут малые ГЭС. Остальные виды не вносят большого вклада в функционирование системы возобновляемой энергетики.

## 2.1 Место России в мировом развитии альтернативной энергетики

С начала XXI века в мире начинают наблюдаться структурные изменения глобальной энергетики, что обусловлено целым рядом экономических, климатических, технологических и демографических вопросов. В частности, изменения в энергобалансе касаются увеличения доли безуглеродных технологий – технологий на основе возобновляемых источников энергии. Данная проблема была освещена в документах ООН, принятых на конференциях, посвященных устойчивому развитию и сокращению выбросов парниковых газов. Все эти документы были приняты большинством стран мира, в том числе и Россией. Отрасль альтернативной энергетики считается самой быстро развивающейся в мировой энергетике в настоящее время, хотя ее развитие еще во многом зависит от мер государственной поддержки.

Тем не менее, смотря на рисунок 5, мы можем увидеть, что тенденция в мировой энергетике одна – ежегодное увеличение мощности возобновляемой энергии, а следовательно, сокращение традиционной энергетики.

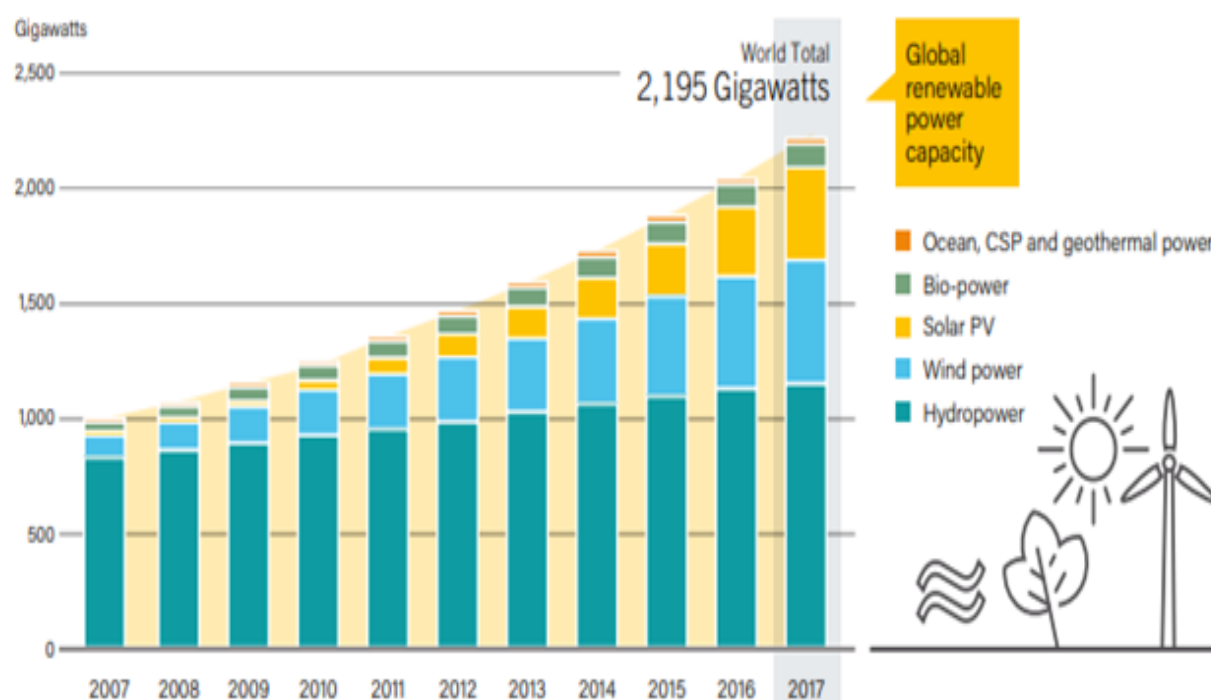


Рисунок 5 – Установленная мощность возобновляемой энергии в мире [58]

Наиболее активно развивается (не учитывая гидроэнергетику более 25 МВт) солнечная энергетика, представляющая собой одно из самых перспективных направлений в альтернативной энергетике, затем идут ветровая энергетика, биоэнергетика, приливная и геотермальная.

Переломной точкой для альтернативной энергетики стал 2015 г., когда объемы вводимых мощностей ВИЭ в мире превысили объемы ввода традиционной электроэнергетики, в будущем такая тенденция сохранится [5].

На 2018 г. в мировом энергобалансе выработка энергии на ВИЭ (включая гидроэнергетику) составила 26 % [15].

На конец 2017 г. мировыми лидерами по установленной мощности ВИЭ являются Китай, США, Германия, Индия, Бразилия (таблица 1).

Таблица 1 – Суммарная мощность возобновляемой энергии по состоянию на конец 2017 года [составлено автором по источнику 58]

Электроэнергетика	место				
	1	2	3	4	5
Возобновляемая энергетика (включая гидроэнергетику)	Китай	США	Бразилия	Германия	Индия
Возобновляемая энергетика (не включая гидроэнергетику)	Китай	США	Германия	Индия	Япония
Возобновляемая энергетика на душу населения (не включая гидроэнергетику)	Исландия	Дания	Германия	Швеция	Финляндия
Установленная мощность солнечной CSP энергетика (концентрированная солнечная энергия)	Испания	США	ЮАР	Индия	Марокко
Установленная мощность солнечной PV энергетика	Китай	США	Япония	Германия	Италия
Установленная мощность солнечной PV энергетика на душу населения	Германия	Япония	Бельгия	Италия	Австралия
Установленная мощность ветроэнергетики	Китай	США	Германия	Индия	Испания
Установленная мощность ветроэнергетики на душу населения	Дания	Ирландия	Швеция	Германия	Португалия
Установленная мощность геотермальной энергетика	США	Филиппины	Индонезия	Турция	Новая Зеландия

Наибольшие инвестиции в возобновляемую энергетику направляют Китай, США, Япония, Индия, Германия [58].

Солнечная и ветровая энергетика – самые быстро развивающиеся отрасли альтернативной энергетики, их доля в мировом энергобалансе неуклонно растет ежегодно и достигла 7,5 % энергобаланса в 2018 г. Страны, вносящие наибольший вклад в их развитие, представлены на картосхеме ниже (рисунок 6). Наибольшая доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии характерна для стран Западной Европы (особенно Германии, Испании, Италии, Великобритании, Португалии), Северной Америки (США, Канада), Бразилии, Китая, Индии, Японии, Австралии.

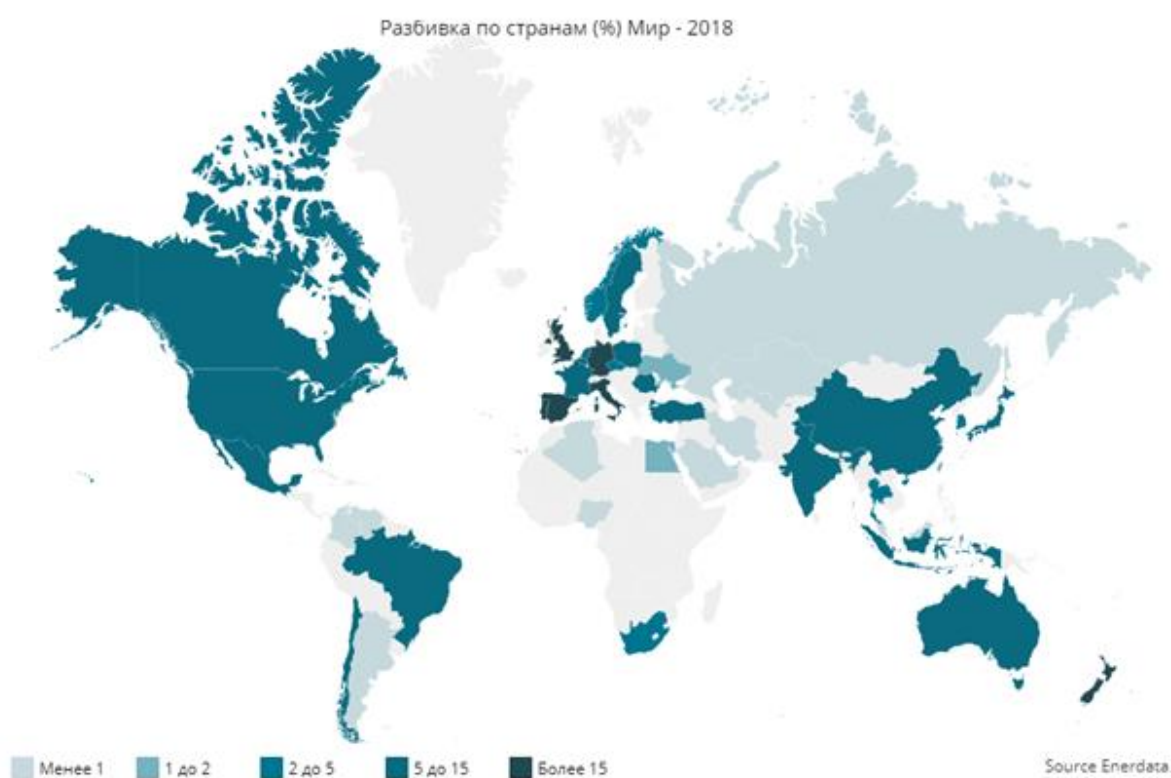


Рисунок 6 – Доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии [14]

В 2018 г. в Латинской Америке произошло масштабное внедрение ВИЭ (особенно в Бразилии и Чили), в Азии (Китай, Индия, Япония), Европе (Германия, Великобритания, Бельгия, Турция), США и Австралии также продолжали активно развиваться солнечная и ветровая энергетика. Этому не могли не поспособствовать снижение стоимости технологий и заинтересованная



амбициозная политика в этой области. Наименьшее развитие альтернативная энергетика получает в странах Африки и в странах, играющих важную роль в добыче ископаемого топлива (СНГ и Ближний Восток) [14].

В настоящий момент в более, чем 170 странах действуют системы по поддержке ВИЭ (рисунок 7), в том числе и в России, что говорит о прямой необходимости и значимости данной отрасли [52].

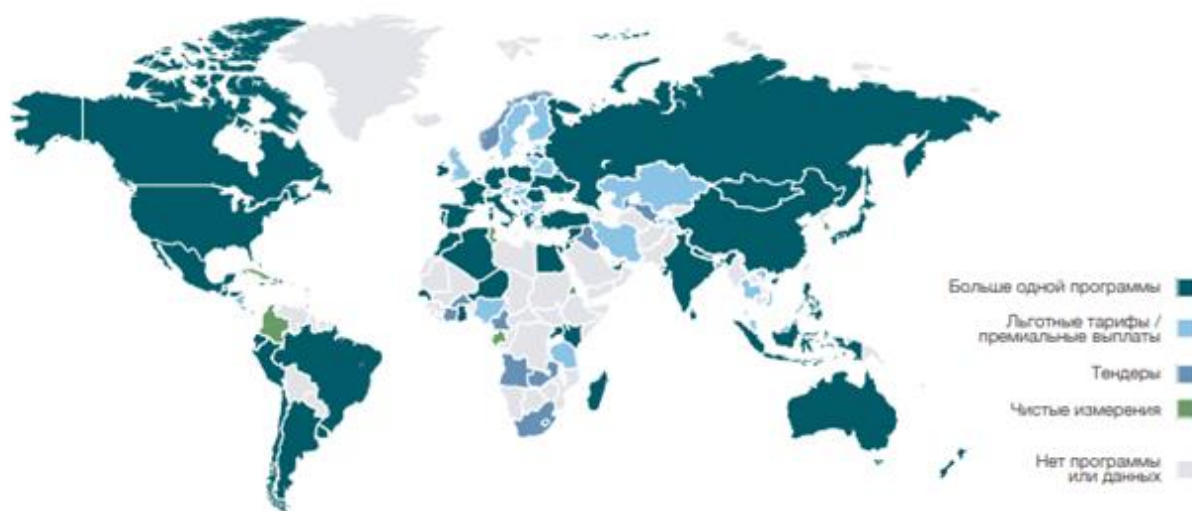
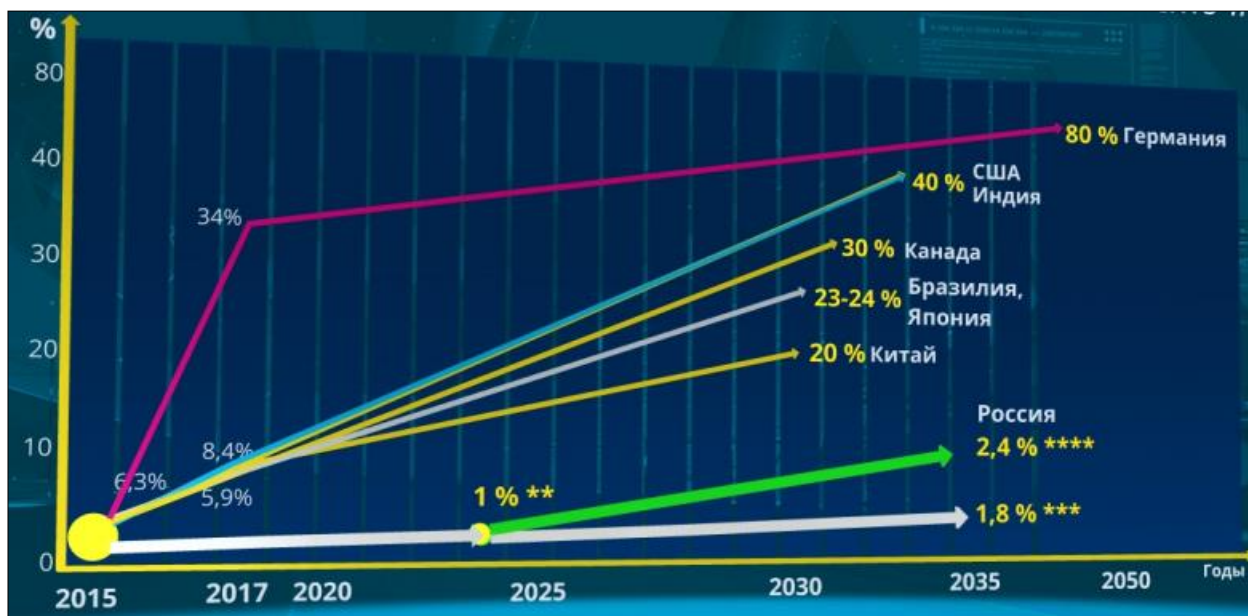


Рисунок 7 – Страны, реализующие программы поддержки возобновляемой энергетики [52]

Россия не выделяется на мировой арене по развитию альтернативной энергетики, занимая одно из последних мест среди стран, развивающих эту отрасль. До недавнего времени в России по ряду причин, в том числе из-за высокой обеспеченности топливными ресурсами, вопросы по развитию альтернативной энергетики в принципе получали мало внимания. И только в последние годы в этой отрасли наметились сдвиги, ситуация стала меняться, что обусловлено экологическими, экономическими, технологическими, социальными причинами, необходимостью повышения энергоэффективности существующих технологий.

Согласно прогнозу Международного агентства по возобновляемой энергетике (IRENA) к 2030 г. в ведущих странах по развитию ВИЭ доля про-

изводства электроэнергии из возобновляемых источников достигнет 20 % и выше (рисунок 8). Россия в этом плане сильно уступает и до 2035 г. вряд ли достигнет отметки выше 2 % [1].



**Справочно:** \*\* Фактическая доля производства электроэнергии за счет ВИЭ к 2024 г.;  
\*\*\* Предложение Минэнерго РФ на основании Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики на период до 2035 г.;  
\*\*\*\* По предложению группы РОСНАНО.

Рисунок 8 – Доля производства электроэнергии из возобновляемых источников [5]

Таким образом, по объективным причинам альтернативная энергетика в мире стабильно и неуклонно положительно развивается. Наиболее активно данная отрасль развивается в странах Западной Европы, Китае, США, Индии и Бразилии. В России данная отрасль находится на начальном этапе своего развития, на что влияет множество причин.

## 2.2 Солнечная энергетика

Одним из самых популярных в использовании альтернативных источников энергии в России является солнечная энергия, причем солнечная энергетика является и самой развивающейся среди других видов возобновляемой энергетики.

Быстрое развитие солнечной энергетики наблюдается в нашей стране с 2014–2015 гг. За период с 2015 по 2018 гг. в одиннадцати субъектах РФ было построено солнечных станций мощностью около 550 МВт. В Крыму находится около 300 солнечных фотовольтаических станций, построенных в 2011–2013 гг., суммарная мощность которых составляет около 850 МВт [35].

В таблице 2 представлено количество запланированных и построенные солнечные станции на конец 2018 г.

Исходя из данных таблицы видно, что наиболее активно солнечные электростанции строились в Крыму, Оренбургской и Астраханской областях, Республиках Башкортостан и Алтай.

Таблица 2 – Количество запланированных и построенные солнечные станции к концу 2018 г. [50]

Субъект РФ	План, МВт	Построено к концу 2018 г.	Станции (мощность, год введения в эксплуатацию)
Алтайский край	50	0	
Астраханская область	183	135	Володаровка (15 МВт, 2018 г.), Промстрой-материалы (15 МВт, 2018 г.), Заводская (15 МВт, 2018 г.), Нива (15 МВт, 2018 г.), Фунтовская (Нива – 2 очередь, 60 МВ, 2018 г.), Енотаевка (15 МВт, 2018 г.)
Белгородская область	15	0	
Волгоградская область	205	10	СЭС на площадке Волгоградского НПЗ (10 МВт, 2018 г.)
Забайкальский край	75	0	
Иркутская область	15	0	
Липецкая область	45	0	
Омская область	90	0	
Оренбургская область	385	195	Переволоцкая (5 МВт, 2015 г.), Грачёвская (10 МВт, 2017 г.), Орская им. Влазнева (40 МВт, 2017 г.), Плешановская (10 МВт, 2017 г.), Сорочинская (60 МВт, 2018 г.), Новосергиевская (5 МВт, 2018 г.)

## Окончание таблицы 2

Субъект РФ	План, МВт	Построено к концу 2018 г.	Станции (мощность, год введения в эксплуатацию)
Республика Алтай	55	40	Кош-Агачская (9 МВт, 2015 г.), Усть-Канская (5 МВт, 2016 г.), Онгудайская (5 МВт, 2017 г.), Майминская (20 МВт, 2017 г.)
Республика Башкортостан	171	50	Бурибаевская (20 МВт, 2016 г.), Бугульчанская (3 очереди, 20 МВт, 2016 г.), Исянгуловская (10 МВт, 2017 г.)
Республика Бурятия	145	10	Бичурская (10 МВт, 2017 г.)
Республика Дагестан	10	1	СЭС в Каспийске (1 МВт, 2013 г.)
Республика Калмыкия	124	0	
Республика Крым	-	295	Родниковое (8 МВт, 2011 г.), Перово (106 МВт, 2011 г.), Охотниково (80 МВт, 2011 г.), Митяево (32 МВт, 2012 г.), Николаевка (70 МВт, 2015 г.)
Республика Хакасия	5	5	Абаканская (5 МВт, 2015 г.)
Самарская область	105	50	Самарская СЭС (2 очереди; 75 МВт, 2018 г.)
Саратовская область	140	40	Пугачёвская (15 МВт, 2017 г.), Орлов-Гайская (10 МВт, 2017 г.), Новоузенская (15 МВт, 2018 г.)
Ставропольский край	115	0	
Челябинская область	60	0	
<b>Всего</b>	<b>2 008</b>	<b>830</b>	

На начало 2019 г. установленная мощность солнечных электростанций по данным системного оператора единой электроэнергетической системы России (СО ЕЭС) составила 834,2 МВт, доля в установленной мощности от всех электростанций России – 0,34 % [17].

Самой мощной российской солнечной электростанцией является СЭС «Перово» (Крым), мощностью 105,6 МВт (рисунок 9). Построенная в 2011 г., СЭС обеспечивается работой 440 тыс. кристаллических солнечных фотоэлектрических модулей. СЭС занимает площадь 200 га, что сопоставимо с почти 260 футбольными полями. Годовая выработка энергии составляет 132,5 млн кВт·ч, что позволяет сократить выбросы углерода на 105 тыс. т ежегодно [20, 40].

В Крыму также находятся еще две крупнейшие в России СЭС – Николаевка (69,7 МВт), Охотниково (40,9 МВт), Митяево (31,6 МВт) и др. Мощные СЭС находятся в Самарской области (Самарская СЭС, 75,0 МВт), Астраханской области (Ахтубинская (60 МВт), Фунтовская (60,0 МВт) и др.). В Оренбургской области самыми мощными являются Орская СЭС им. А. А. Влазнева (40,0 МВт), Чкаловская (30,0 МВт), Елшанская (25,0 МВт) и др.



Рисунок 9 – Солнечная электростанция «Перово» в Крыму [31]

Большую часть в выработку гелиоэнергетики вкладывают СЭС в Республике Алтай, Башкортостан, Волгоградской, Саратовской областях, СЭС малой мощности (до 10 МВт) также присутствуют в Хакасии, Хабаровском крае [6]. На картосхеме (рисунок 10) отражено географическое положение солнечных электростанций на территории России на 2019 г.



Рисунок 10 – Солнечные электростанции России  
[составлено автором по источнику 12]

Наибольшее развитие СЭС получают в южных регионах России, что обусловлено, в первую очередь, подходящими природно-климатическими условиями.

На 2019 г. на конкурсных отборах инвестиционных проектов ВИЭ было отобрано 1,8 ГВт солнечной генерации. Основными инвесторами в данном секторе являются пять крупных компаний (рисунок 11): ООО «Авелар Солар Технолоджи» (ГК Хевел) (908 МВт), ООО «Солар Системс» (365 МВт), ПАО «Т Плюс» (230 МВт), ООО «Вершина Девелопмент» (135 МВт) и ПАО «Фортум» (145 МВт) [18].



Рисунок 11– Крупнейшие компании в отрасли солнечной генерации в России [18]

На графике ниже (рисунок 12) можно увидеть регионы, которые являются лидерами по объемам введенных мощностей и планируемых к вводу. В итоге, такими регионами являются Оренбургская область, Астраханская область, Самарская область, Республика Башкортостан и Республика Алтай. На графике показаны мощности, начиная с 2014 г., когда был определен механизм стимулирования возобновляемой энергетики, цены на мощность генерирующих объектов, работающих на основе ВИЭ и т. д.



Рисунок 12 – Введенные и планируемые мощности солнечных электростанций по Договорам поставки мощности на основе возобновляемых источников энергии, МВт [18]

Таким образом, солнечная генерация быстрее, чем прочие, начала активно развиваться, больше всего инвестиций вкладывается именно в этот сектор альтернативной энергетики. Наибольшее развитие СЭС получают в южных регионах. Лидерами в данной отрасли являются пять крупнейших компаний.

### 2.3 Ветровая энергетика

На начало 2019 г. установленная мощность ветровых электростанций по данным системного оператора единой электроэнергетической системы России (СО ЕЭС) составила 183,9 МВт, доля в установленной мощности от всех электростанций России – 0,08 % [13].

Крупнейшая российская ветровая электростанция (далее ВЭС) находится в Республике Адыгея – Адыгейская ВЭС (150 МВт). Строительство ВЭС началось в 2018 г., а заработала она в 2019 г. Электростанция включает в себя 60 ветроустановок и в год вырабатывает 335 млн кВт·ч энергии (рисунок 13) [1].



Рисунок 13 – Адыгейская ветровая электростанция [1]

Мощные ВЭС расположены в Ульяновской области (Ульяновская ВЭС (35 МВт), Ульяновская ВЭС–2 (50,4 МВт)), в Республике Крым (Останинская (25 МВт), Тарханкутская (22,5 МВт), Сакская (20,8 МВт) и др.).

В Калининградской области вместо Зеленоградской ВЭС, которая долгое время была крупнейшей ветроэлектростанцией в России (мощность 5,1 МВт), построили Ушаковскую ВЭС, мощностью 5,1 МВт.

Ветроэнергетика развивается также в Оренбургской и Белгородской областях, Республике Башкортостан.

Стоит упомянуть о ВЭС, которые не входят в Единую энергетическую систему России, т. е. являются изолированными. К таким относятся три ВЭС на Камчатке (пос. Октябрьский (3,3 МВт), пос. Усть–Камчатск (1,2 МВт), ветродизельный комплекс с Никольское (0,55 МВт), который является первым реализованным проектом из Комплексного проекта строительства ветрогенерации на Дальнем Востоке России [9]. В Чукотском АО с 2002 г. функ-



ционирует Анадырская ВЭС мощностью 2,5 МВт. В Якутии действует введенная совместно компаниями РусГидро и японской организацией NEDO в 2018 г. ВДК в п. Тикси мощностью 0,9 МВт. Помимо упомянутых ВЭС действуют в Сахалинской области (с. Новиково (0,45 МВт) и в ЯНАО (г. Лабытнанги (0,25 МВт)) [2, 8, 53].

На картосхеме (рисунок 14) можно рассмотреть положение ВЭУ на территории России в 2019 г.



Рисунок 14 – Ветровые электростанции России  
[составлено автором по источнику 12]

Как мы видим, ВЭС в основном сосредоточены в Южном и Северо-Западном федеральных округах, а также на юге Приволжского федерального округа. Регионами-лидерами по объемам планируемых к вводу мощностей ветрогенерации являются Краснодарский край, Ростовская, Ульяновская, Мурманская области, Республика Адыгея, Калмыкия, Пермский край, Астраханская область и другие (рисунок 15).

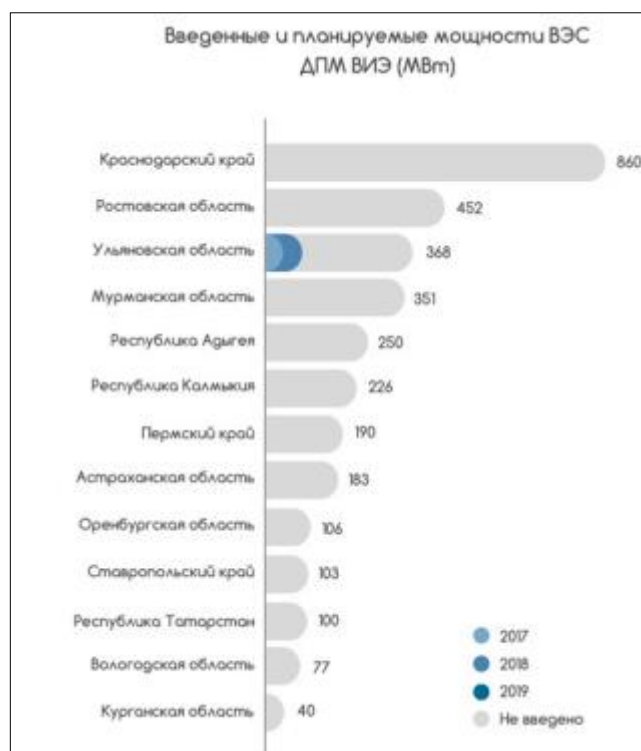


Рисунок 15 – Введенные и планируемые мощности ветровых электростанций по Договорам поставки мощности на основе возобновляемых источников энергии, МВт [18]

В целом, проекты ветрогенерации начали активно развиваться позже, чем проекты солнечной генерации, что было осложнено, в первую очередь, отсутствием в России производства компонентов ветрогенерирующего оборудования в момент запуска программы поддержки ВИЭ (далее ДПМ ВИЭ). В программе Правительством РФ были заявлены определенные требования по степени локализации для ВЭС, выполнение которых было затруднено. К 2016 году эти требования скорректировали, что наряду с активизацией мировых производителей ветрогенерирующего оборудования, российских инвестиционных групп и генерирующих компаний позволило начать активно реализовывать инвестиционные проекты [5].

На 2019 г. на конкурсных отборах проектов в рамках механизма поддержки было отобрано 3,2 ГВт ветровой генерации. Основными компаниями-инвесторами в этом секторе являются четыре компании (рисунок 16): Фонд Развития Ветроэнергетики Роснано-Фортум, который имел инвестиционных

проектов ветровых электростанций в совокупности на 1823 МВт, АО «Нова-Винд» (ГК Росатом), которая имела инвестиционных проектов ветровых электростанций на 1000 МВт, ПАО «Энел Россия» (291 МВт), ПАО «Фортум» (35 МВт), остальные 90 МВт реализуются прочими организациями [18].



Рисунок 16 – Распределение инвестиционных проектов ветровых электростанций среди крупнейших компаний в сфере ветроэнергетики в России [18]

Таким образом, ветровая генерация вторая по темпам развития и сумме инвестиций после солнечной. ВЭС в основном сосредоточены в Южном и Северо-Западном федеральных округах, а также на юге Приволжского федерального округа. Значительную часть в вводе мощностей играют четыре крупных компании.

## 2.4 Малая гидроэнергетика

Объекты гидроэнергетики играют большую роль в стратегии энергообеспечения России, в первую очередь, благодаря климатическим условиям и географии местности. Прогрессирующим направлением в гидроэнергетике

являются малые ГЭС (далее МГЭС). В Российской Федерации достаточно много малых гидроэлектростанций.

В Адыгее действует Майкопская ГЭС мощностью 9,4 МВт и Майкопская малая ГЭС (0,4 МВт); в Башкортостане функционируют 6 МГЭС. Выделяется по количеству малых ГЭС Северный Кавказ: в Дагестане – 9 МГЭС (Чирютская ГЭС-2 является второй по мощности после Майкопской, 9 МВт), в Кабардино-Балкарии – 3 МГЭС, в Карачаево-Черкессии – 4 МГЭС, в Северной Осетии – 5 МГЭС (Дзау ГЭС на реке Терек имеет мощность 8 МВт), в Чеченской республике – 2 МГЭС.

Более 10 МГЭС функционируют в Москве и Московской области. Крупнейшие из них – Карамышевская и Перервинская в Москве с одинаковой мощностью 3,52 МВт и 3 МГЭС на реке Руза в Московской области мощностями 3,2 МВт (Верхнерузская, Перепадная, Рузская).

Много МГЭС в Карелии (9), крупнейшая из них – МГЭС Ляскеля на реке Янисйоки (4,8 МВт).

Помимо названных МГЭС присутствуют в Свердловской области (Верхотурская – 7 МВт), Красноярском крае (Енашиминская – 5 МВт), Ставропольском, в Самарской, Тверской и Псковской областях, в Камчатском и Краснодарском краях и др. [55]

Российской энергетической компанией «РусГидро» был разработан прогноз развития малой гидроэнергетики в стране до 2025 г. Для эффективной реализации мероприятий по развитию данной отрасли является, в первую очередь, принятие государством нормативно-правовой базы по эффективной поддержке ВИЭ. Более того компанией намечено строительство еще пяти малых гидроэлектростанций в Северо-Кавказском федеральном округе [4, 25, 30].

На картосхеме (рисунок 17) отражено положение МГЭС в России на 2019 год. На карте можно заметить, что география малых ГЭС довольно обширна, в частности это касается регионов, расположенных в основной полосе расселения в России. Это позволяет нам сделать вывод, что малая гидроэнергетика развивается практически повсеместно, где для этого есть гидроэнергетический потенциал.



Рисунок 17 – Малые гидроэлектростанции на территории России [составлено автором по источнику 12]

Как уже отмечалось выше, в альтернативной энергетике Российской Федерации третьим по важности являются проекты малых гидроэлектростанций (далее МГЭС), однако должное внимания инвесторов они все же привлекают медленно и мало, о чем может говорить нам низкая активность конкурсных отборов в данном сегменте. За все время инвесторами было заявлено проектов на 160 МВт. В целом, инвесторов отпугивают высокие затраты на прединвестиционной стадии подробной проработки проектов, расчеты плановых капиталовложений, недостаточный уровень капитальных затрат, ограниченный Правительством РФ. Также в гидрогенерации, в

отличии от солнечной и ветровой, не наблюдается тренда снижения стоимости технологий за счет роста КПД или за счет удешевления материалов для строительства.

Крупнейшими компаниями в этой сфере являются ПАО «РусГидро» и ПАО «ТГК–1» [28].

По механизму поддержки ВИЭ к 2024 г. планируется ввести новые мощности в Карачаево-Черкессии, Карелии и Ставропольском крае (рисунок 18).

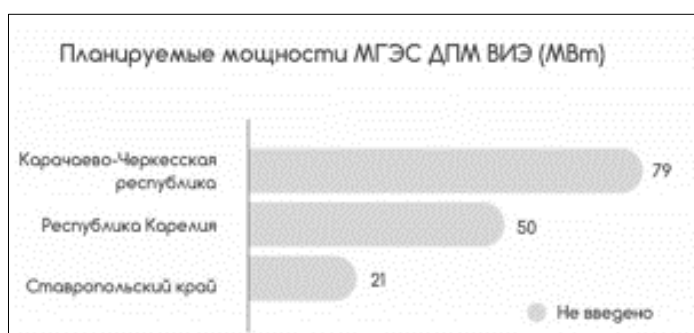


Рисунок 18 – Планируемые мощности Малых гидроэлектростанций по Договорам поставки мощности на основе возобновляемых источников энергии, МВт [18]

Таким образом, можно заметить, что география малых ГЭС довольно обширна, в частности это касается регионов, расположенных в основной полосе расселения в России. Это позволяет нам сделать вывод, что малая гидроэнергетика развивается практически повсеместно, где для этого есть гидроэнергетический потенциал. В настоящий момент существуют проекты по возведению новых МГЭС, что говорит о том, что данная отрасль имеет потенциал, будет в дальнейшем развиваться и вносить свой вклад в выработку электроэнергии, однако ее развитие будет медленным относительно других отраслей зеленой генерации.

## 2.5 Приливная энергетика

Несмотря на то, что приливная энергетика – достаточно перспективное для России направление развития альтернативной энергетики, на территории нашей страны функционирует единственная приливная электростанция. Находится она в Мурманской области, на берегу залива Кислая губа, благодаря которому получила название Кислогубская.

Кислогубская приливная электростанция (ПЭС) является экспериментальным объектом, о возможности ее строительства говорили уже в 1930-х годах, однако завершилось строительство в 1968 году. В 1994 г. ПЭС консервировали в связи с кризисной ситуацией в экономике, но в 2004 г. руководством РАО «ЕЭС России» было принято решение о возобновлении работы приливной электростанции.

В настоящее время на базе Кислогубской приливной электростанции продолжают испытания ортогональной турбины ОГА–200 с диаметром рабочего колеса 2,5 м и мощностью 0,2 МВт. Вторая турбина – ОГА–5,0 с диаметром рабочего колеса 5 м и мощностью 1,5 МВт.

Мощность станции составляет 1,7 МВт, а годовая выработка электроэнергии составляет 0,54 МВт [20, 44].

Существуют проекты, согласно которым в перспективе будут построены несколько приливных электростанций. Во-первых, Мезенская приливная электростанция (в Мезенской губе Белого моря), разработка которой началась еще в СССР. В 2008 г. работы по строительству были приостановлены в связи с сокращением инвестиционных расходов. Планируется, что мощность электростанции будет равна 8 ГВт, а годовая выработка электроэнергии составит 38,9 млрд кВт·ч [30].

Во-вторых, строительство Пенжинской ПЭС в Охотском море является весьма перспективным проектом, т. к. данная ПЭС будет самой мощной в России (87 ГВт) благодаря благоприятному местоположению (высота волн в Пенжинской губе может достигать почти 13 м) [39].

Также существует проект по строительству Тугурской ПЭС в Тугурском заливе (Хабаровский край). Максимальная мощность станции составит 8 ГВт, а ежегодная выработка электроэнергии – 20 млрд. кВт·ч [46, 57].

На картосхеме приливных электростанций России (рисунок 19) можно увидеть положение действующих и проектируемых электростанций. Мы видим, что в нашей стране выделяются три района развития приливной энергетики – Кольский полуостров, побережье Белого и Охотского морей.

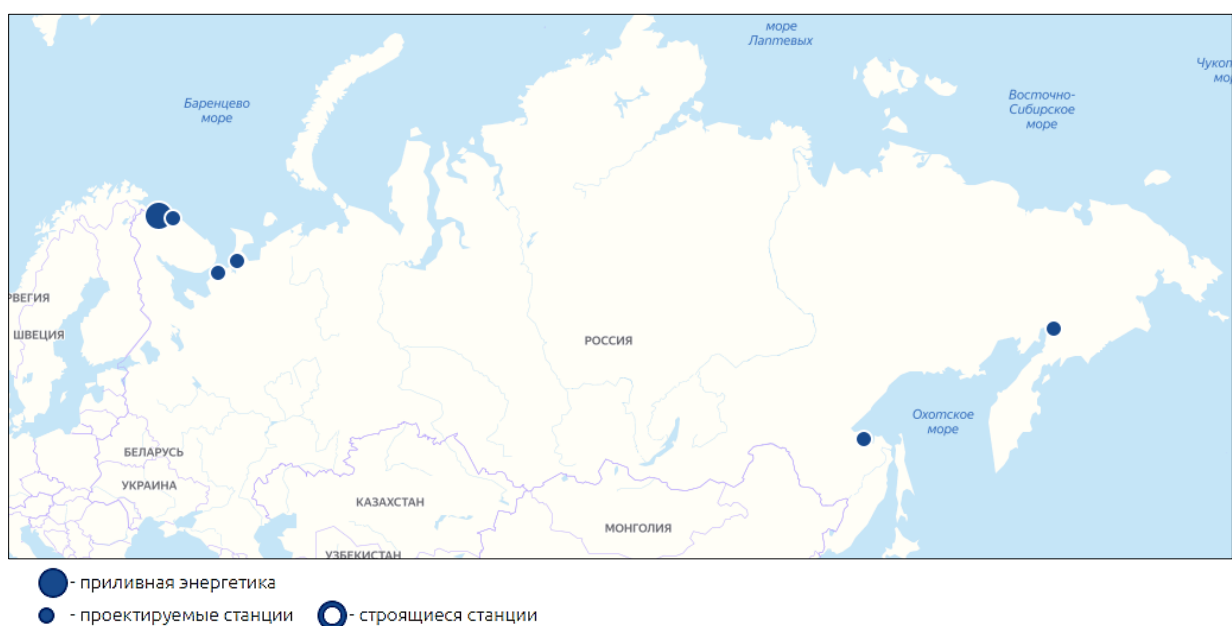


Рисунок 19 – Приливные электростанции России  
[составлено автором по источнику 12]

Таким образом, приливная энергетика недостаточно развита в России. Хотя в стране имеется достаточно мощный потенциал для развития приливной энергетики и даже существуют несколько проектов по строительству таких электростанций, однако их реализация осуществится не в скором времени, т. к. приливная энергетика стоит не в приоритете развития среди других видов альтернативной энергетики.



## 2.6 Геотермальная энергетика

В настоящее время геотермальная энергетика в России развита очень слабо. В развитии геотермальной энергетике в Российской Федерации выделяется только один регион – Камчатский край. Данный регион обладает уникальными запасами геотермальных и энергетических вод. На данный момент в крае функционируют три геотермальных электростанции, принадлежащие одной компании – ОАО «Геотерм», общая мощность которых равна 74 МВт на 2019 г. В предыдущем году данные ГеоЭС выработали 427 млн кВт·ч электроэнергии [9].

Не имеющая аналога в России, самой мощной геотермальной электростанцией в России и одной из мощнейших в мире является – Мутновская геотермальная электростанция (рисунок 20). Мощность электростанции составляет 50 МВт, в год в среднем вырабатывает 350 млн кВт·ч электроэнергии. Была введена в эксплуатацию в 2001 г., при проектировании и строительстве были использованы современные технологии, учтен опыт ранних и зарубежных исследований в области геотермальной энергетике.



Рисунок 20 – Мутновская геотермальная электростанция [34]

На данный момент существует возможность увеличения мощности электростанции, т. к. потенциал месторождения позволяет увеличить мощность до 300 МВт. Данная перспектива может быть реализована за счет строительства новых очередей станции, а также за счет монтажа уже действующего энергоблока [10, 33].

Две остальные геотермальные электростанции имеют одинаковую мощность – 12 МВт – это Верхне-Мутновская и Паужетская геотермальные электростанции. Верхне-Мутновская геотермальная электростанция работает в едином комплексе с Мутновской электростанцией и на них приходится до 30 % выработки всей электроэнергии в Камчатском крае. Именно благодаря этим станциям столь удаленный регион России не так сильно зависит от поставок дорогостоящего топлива. Верхне-Мутновская геотермальная электростанция начала работу в 1999 г. и проектировалась как пилотный проект по освоению Мутновского геотермального месторождения.

Паужетская геотермальная электростанция является первой российской геотермальной электростанцией (1966 г.). Она была построена с целью обеспечения электроэнергией поселков и рыбоперерабатывающих заводов на юге региона, использует мощности Паужетского геотермального месторождения. В настоящее время Паужетская ГеоЭС является основным поставщиком электроэнергии для населения и хозяйства в изолированном районе Камчатского края. Ежегодная выработка электроэнергии данной станцией достигает в среднем 42 млн кВт·ч [10, 11, 34].

Для Камчатского края как удаленного региона, геотермальные электростанции имеют безусловное преимущество перед ТЭЦ и дизельными станциями. Развитие там геотермальной энергетики позволило бы полностью решить проблему электро- и теплоснабжения и значительно улучшить систему теплоснабжения на основе тепла Земли с применением тепловых насосов.

Ниже представлена картосхема основных энергообъектов Камчатского края (рисунок 21), на которой можно увидеть территориальное расположение геотермальных электростанций.



Рисунок 21 – Основные энергообъекты Камчатской энергосистемы [11]

Таким образом, в нашей стране геотермальная энергетика развита очень слабо. Однако, можно сказать, что геотермальные электростанции являются одними из наиболее перспективными по установленной мощности и постоянству эксплуатации источниками выработки и снабжения электроэнергией хозяйств и населения, особенно в удаленных районах.

### **3 Перспективы развития альтернативной энергетики в России**

Россия обладает огромной территорией, что обуславливает большое разнообразие природных условий, что, в свою очередь, может благоприятно влиять на развитие альтернативной энергетики. В данной главе будут рассмотрены потенциал Российской Федерации в использовании альтернативных источников энергии, а также проблемы, влияющие на развитие данной отрасли.

#### **3.1 Потенциал России в использовании альтернативных источников энергии**

Существует множество трактовок понятия энергетического потенциала территории, в зависимости от подхода того или иного исследователя. В общем смысле, энергетический потенциал территории подразумевает под собой совокупность природных условий и природных факторов, обуславливающих развитие той или иной энергетической отрасли и использование выработанной электроэнергии в хозяйстве на данной стадии научно-технического прогресса, а также механизмы привлечения в хозяйственное обращение на данном этапе развития и в перспективе для достижения поставленных целей [33].

Объекты ВИЭ, по словам Министерства энергетики РФ, имеют широкий потенциал в малодоступных, удаленных и изолированных районах страны. Также они могут использоваться как резервные источники энергии для повышения надежности электроснабжения [49].

Многими учеными, институтами, специалистами в сфере энергетики были рассчитаны показатели технического потенциала использования различных видов альтернативной энергетики.

Данные из различных источников разнятся. Так, в исследовании, проведенном в 2014 г. РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина и Королевским

технологическим университетом Стокгольма, предложена методика оценки технического потенциала с использованием существующих на сегодняшний день средств, потенциала России в области применения двух наиболее широко распространенных в мире (и в России) источников возобновляемой энергии – солнечной и ветровой. Согласно расчетам, технический потенциал солнечной энергетики в России оценивается в  $2,56 \times 10^9$  ГВт·ч/год (примерно 219 млрд т н. э.) [31]. Для сравнения уточним, что энергопотребление в России в 2018 г. составило  $8,38 \times 10^6$  ГВт·ч/год или 720,7 млн т н. э., что меньше рассчитанного потенциала более, чем в 300 раз [59].

Технический потенциал ветровой энергетики составил по расчетам  $0,07 \times 10^9$  ГВт·ч/год (примерно 6 млрд т н. э.), что в 8 раз больше, чем энергопотребление в России в 2018 г. Следует уточнить, что в исследовании не учтена ограниченность расположения электростанций на территории России, т. е. при использовании показателя площади территории не учитывались особенности рельефа, застройки и др., а рассматривалась вся площадь страны. Это наложило определенные погрешности на результаты [32].

Институтом энергетической стратегии был подсчитан теоретический потенциал солнечной энергетики России и равняется он, согласно исследованию, 2300 млрд. т условного топлива, что составляет  $18,72 \times 10^9$  ГВт·ч/год. Потенциал энергии солнца, поступающей на территорию нашей страны в течение трех дней, превышает энергию всего годового производства электроэнергии в России [6, 51].

Потенциал солнечной энергетики можно использовать повсеместно, но особенно рационально размещать СЭС на юго-западе (Северный Кавказ, районы Черного и Каспийского морей), в Южной Сибири и на Дальнем Востоке. Наиболее перспективными регионами выступают Республика Крым, Калмыкия, Ставропольский и Краснодарский края, Ростовская, Волгоградская, Астраханская области, Алтай, Приморье, Бурятия, Якутия, Иркутская область и др.

Согласно исследованиям, проведенным НИУ ВШЭ, Российской Ассоциацией Ветроиндустрии (РАВИ), технический ветроэнергетический потенциал ветроэнергетики в России равен около  $0,17 \times 10^9$  ГВт·ч/год, что на порядок выше, чем количество выработанной электроэнергии в 2018 г. всеми электростанциями в стране ( $1,1 \times 10^6$  ГВт·ч/год) [4].

Технический потенциал малой гидроэнергетики в России высок и оценивается по разным мнениям от 360 млрд. кВт·ч/год до 382 млрд. кВт·ч/год [28]. Причем наибольшей перспективностью обладают Сибирский, Дальневосточный, Южный и Северо-Западный федеральные округа.

Большая часть потенциала приливной энергии сосредоточена в Мезенской губе Белого моря и на Дальнем Востоке в Пенжиском и Тугурском заливах Охотского моря. Теоретический потенциал приливной энергетики оценивается более 250 млрд. кВт·ч/год [45].

Геотермальная энергия в нашей стране занимает первое место по своим потенциальным возможностям. Так, изведенные запасы геотермальных вод могут обеспечить получение примерно 348,9 млрд. кВт·ч/год. Наиболее перспективными в использовании Земли выступают районы Дальнего Востока (Камчатский край, Курильские острова, Сахалин), и южные регионы России (Краснодарский и Ставропольский края, Ингушетия, Дагестан) [42]

Технический потенциал малой гидроэнергетики в нашей стране составляет 371,8 млрд. кВт·ч/год, что равняется 126,5 млн. т. у. т./год [29].

Федеральные округа России имеют различный потенциал для развития альтернативной энергетики, что видно на рисунке 22. Так, все виды альтернативной энергетики можно развивать в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, большой потенциал у Дальневосточного федерального округа. На северных прибрежных территориях имеет смысл развивать ветровую энергетику. Другими словами, наиболее благоприятные регионы для реализации проектов ВИЭ сосредоточены у южных границ страны, что обусловлено подходящими природно-климатическими условиями. Также высо-

кий потенциал имеется у изолированных и удаленных регионов России (прибрежные северные территории, северо-восток и восток).

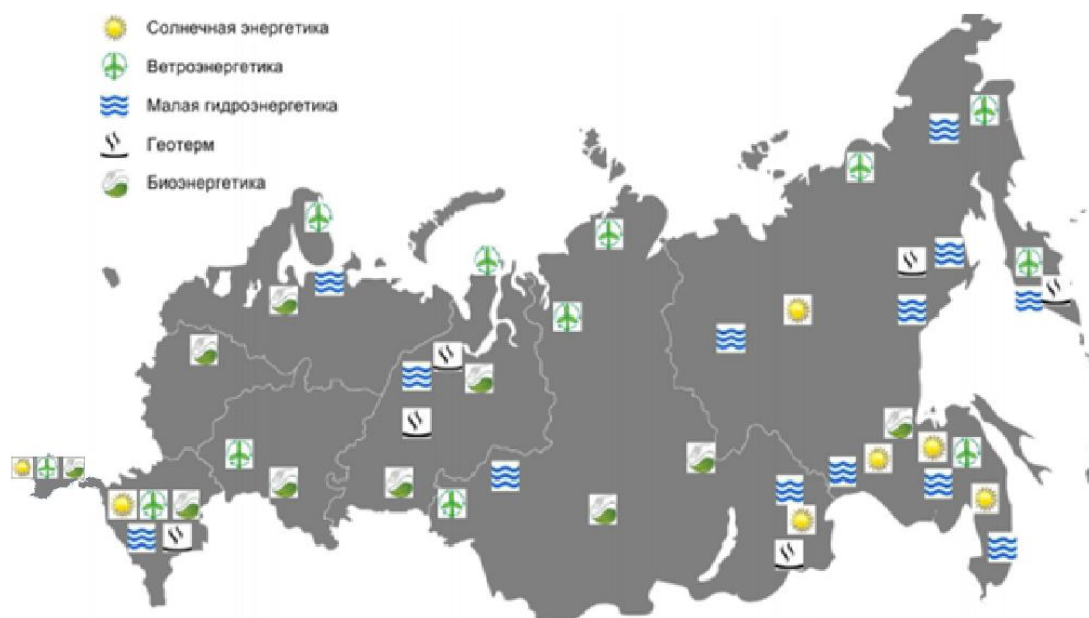


Рисунок 22 – Пространственная дифференциация использования возобновляемых источников энергии в федеральных округах [21]

Наличие технического потенциала ведущих отраслей альтернативной энергетики в России (солнечной, ветровой, гидроресурсов) по регионам можно увидеть на рисунке 23, на котором представлены виды возобновляемых ресурсов (ветер, Солнце, гидроресурсы), а в круговых диаграммах показан потенциал. Технический потенциал считается как часть теоретического потенциала, который может использоваться в хозяйстве на данном этапе научно-технического развития, учитывая также социальные и экологические факторы, но без учета рентабельности. Наиболее комплексным потенциалом из представленных регионов обладают Мурманская область, Краснодарский край, Ростовская область, Калмыкия, Ульяновская, Волгоградская области и другие.

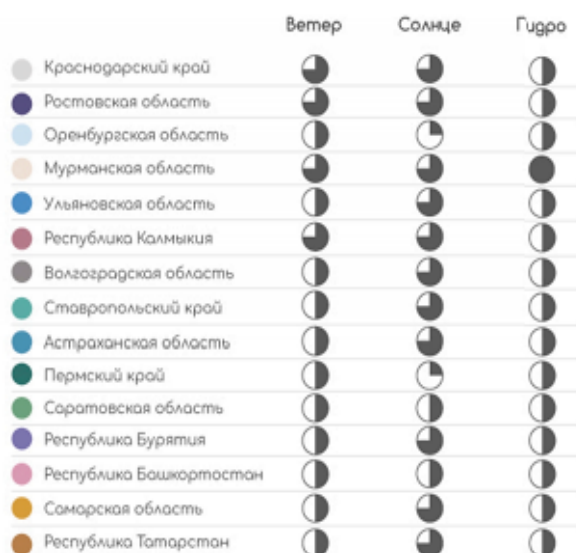


Рисунок 23 – Наличие технического потенциала возобновляемых источников энергии в субъектах РФ [18]

По данным НП «Совет рынка» (рисунок 24) к 2019 г. регионами-лидерами по объему установленной мощности генерирующих объектов ВИЭ стали Оренбургская, Астраханская, Саратовская, Ульяновская, Самарская области и Республика Крым (вне механизмов стимулирования ВИЭ).

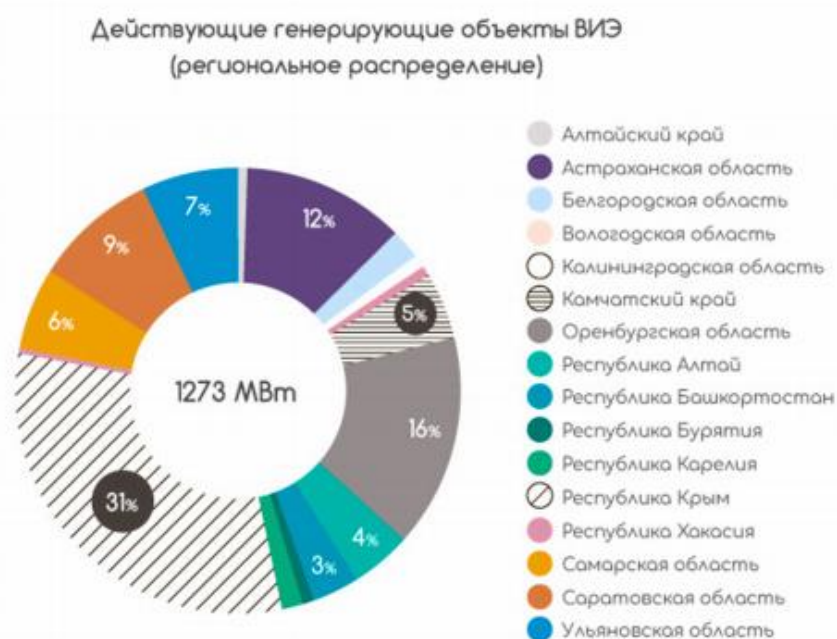


Рисунок 24 – Региональное распределение действующих объектов возобновляемой энергетики [18]



Таким образом, Россия обладает огромным потенциалом в использовании возобновляемых источников энергии и развитии альтернативной электроэнергетики. Однако во всем есть как свои плюсы, так и недостатки. В развитии данной отрасли энергетики в России присутствуют проблемы и ограничения, главные из которых будут рассмотрены нами далее в пункте 3.2.

### 3.2 Проблематика использования альтернативных источников энергии на территории России

Энергосистема России занимает 5 место в мире по установленной мощности, согласно данных Международного энергетического агентства. В энергобалансе нашей страны для ВИЭ ничтожно мала (менее 1%). Тепловые, атомные гидроэлектростанции занимают 99,96% в Единой энергетической системе (таблица 3).

Таблица 3 – Структура установленной мощности электростанций объединенных энергосистем и ЕЭС России [составлена автором по источнику 35]

ТЭС		ГЭС		АЭС		ВЭС		СЭС		Всего МВт
Мощность, МВт	Доля в энергобалансе страны, %	Мощность, МВт	Доля в энергобалансе страны, %	Мощность, МВт	Доля в энергобалансе страны, %	Мощность, МВт	Доля в энергобалансе страны, %	Мощность, МВт	Доля в энергобалансе страны, %	
164612,14	66,8	49870,29	20,2	30313,18	12,3	184,12	0,07	1362,72	0,55	246342,45

Данные таблицы говорят нам о том, что фактически электростанции на ВИЭ не участвуют в энергобалансе страны. Несмотря на то, что Россия богата топливными ресурсами, развитию ВИЭ есть ряд причин. Во-первых, это снижение выбросов парниковых газов, в частности, углекислого, что впоследствии может положительно сказаться на экономике. Так, уменьшится количество кислотных дождей, уменьшив тем самым ущерб сельскому хо-

зьяйству; снизится заболеваемость людей. Во-вторых, альтернативная энергетика создает новые рабочие места, как в промышленности, так и в обслуживании. В-третьих, стремительное развитие альтернативной энергетики в Западной Европе, которая является крупнейшим импортером топливных ресурсов России, приведет к сокращению спроса на них, следовательно, в этом плане доход нашей страны уменьшится. В-четвертых, 2/3 территории страны и 20–25 млн человек не имеют доступ к централизованному энергоснабжению и подключены к малым автономным электростанциям, либо дизельным или бензиновым электростанциям, половина из которых не функционирует из-за высокой стоимости и сложностями доставки горючего топлива; использование ВИЭ – это одно из решений данной проблемы [21].

Если Россия не будет активно участвовать в глобальном процессе развития ВИЭ, не будет диверсифицировать собственный энергетический сектор, то впоследствии она может серьезно снизить шансы по конкурентным технологиям ВИЭ.

В России существует целый ряд специфических ограничений в использовании и развитии ВИЭ. Они представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Специфика развития альтернативной энергетики в России [составлена автором по источнику 11]

Причины развития ВИЭ	Ограничения развития ВИЭ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- энергетическая безопасность;</li> <li>- огромный ресурсный потенциал для развития ВИЭ;</li> <li>- электрификация отдаленных территорий;</li> <li>- решение экологической проблем;</li> <li>- экспорт оборудования и технологий ВИЭ;</li> <li>- подготовка к бестопливному будущему;</li> <li>- снижение темпов истощения натуральных ресурсов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкая конкурентоспособность в сравнении с централизованным электроснабжением;</li> <li>- высокие цены на технологии ВИЭ;</li> <li>- техническое отставание на мировом рынке;</li> <li>- слабая развитость промышленности оборудования ВИЭ;</li> <li>- слабая политическая воля развития ВИЭ;</li> <li>- централизованность принятия решения по вопросам развития ВИЭ;</li> <li>- слабая осведомленность населения о ВИЭ;</li> <li>- высокие законодательные требования по локализации оборудования ВИЭ.</li> </ul>

В России уже разработан механизм поддержки возобновляемой энергетики и создано нормативно-правовое поле – продать мощность генерирующих электростанций можно на оптовый рынок электрической энергии и мощности по договорам поставки мощности (ДПМ ВИЭ) по цене и в порядке, установленном Правительством РФ. Отбор мощности осуществляется в конкурсном порядке с учетом предельных величин капитальных затрат на возведение 1 кВт мощности ВИЭ [50].

По объему реализованных проектов к 2019 г. в рамках данного механизма поддержки выделяются регионы: Оренбургская, Астраханская, Ульяновская, Саратовская области, республика Алтай и Башкортостан. По мере реализации инвестиционных проектов ВИЭ, запланированных в соответствии с результатами конкурсных отборов до 2024 г., к списку ведущих субъектов по объемам ввода присоединятся Краснодарский край, Ростовская и Мурманская области.

К 2019 г. в России созданы новые производственные мощности по выпуску комплектующих для солнечных и ветровых электростанций общей мощностью 1,4 ГВт/год. Благодаря программе поддержки ВИЭ касательно требований по локализации производства оборудования для электростанций на ВИЭ, активно осуществляется трансфер технологий. На промышленном рынке России в настоящее время крупнейшими компаниями, производящими оборудование для солнечной энергетики (ячейки, модули) являются «Хевел», «Солар-Системс» и «Гелиос-Ресурс». Эта отрасль развивается активнее всего, т. к., например, компанией «Хевел» уже налажены первые поставки за рубеж солнечных панелей с одним из самых высоких в мире КПД – 22,7 %. Ветровая энергетика в этом плане развивается медленнее, однако уже сейчас производят, либо будут производить лопасти, гондолы, башни ветроэнергетических установок, ступицы ветроколеса, системы охлаждения, системы управления и прочее на производственных мощностях РОСАТОМа (по лицензии LAGERWEY), компании «Vestas» (для РОСНАНО/Фортум) и «Siemens Gamesa» (для Enel) [5].

Правительством установлен целевой показатель производства и потребления электроэнергии с использованием ВИЭ на уровне 4,5 % к 2024 г. [5, 18]. Однако, доля производства «зеленой» электроэнергии даже с учетом еще 4,7 ГВт, запланированных к вводу до 2024 г., составит не более 1 %. Примем к сведению, что согласно данному Распоряжению Правительства, уже в 2015 г. должен был быть достигнут показатель 2,5 %. И чтобы к 2035 г. достигнуть установленный целевой показатель до 2,5 % (с опозданием в 20 лет) начиная с 2024 г. необходимо каждый год вводить в эксплуатацию по 1 ГВт генерирующих мощностей ВИЭ.

В России, в отличие от зарубежных стран, где 146 государств поставили на национальном уровне средне- и долгосрочные цели развития альтернативной энергетики, пока не принята долгосрочная стратегия развития электроэнергетики и не определены меры по стимулированию развития безуглеродной энергетики после 2024 года [18].

Согласно государственной энергетической стратегии РФ в период до 2035 г. можно выделить две основные задачи развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии:

- 1) Ввод новых генерирующих мощностей, функционирующих на основе НВИЭ, при условии их экономической эффективности.
- 2) Развитие отечественной научно-технической базы и освоение передовых технологий в области использования ВИЭ, наращивание производства на территории РФ основного генерирующего и вспомогательного оборудования для ВИЭ.

Для стимулирования развития альтернативной энергетики предусмотрены следующие меры:

- сокращение и устранение барьеров при подключении установок возобновляемой энергетики к сетям общего пользования; возмещение платы за технологическое присоединение к сетям;

- помощь с субсидиями по процентным ставкам 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 электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии;
- государственное финансирование научно-исследовательских работ и пилотных проектов в области ВИЭ;
- стандартизация и контроль качества оборудования ВИЭ;
- трансферт технологий и локализация на отечественных предприятиях производства комплектующих для электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии; интенсификация международного сотрудничества в области передачи технологий и обмена опытом развития ВИЭ [50].

По состоянию на первый квартал 2019 г. в рамках механизма ДПМ ВИЭ было введено в эксплуатацию 780 МВт энерго мощностей, из них 695 МВт – СЭС и 85 МВт – ВЭС. К распределению до 2014 г. осталось 315 МВт (230 МВт – МГЭС, 80 МВт – ВЭС и 5,6 МВт – СЭС) [18].

Таким образом, развитие возобновляемой энергетики является перспективным направлением в энергетической отрасли России. При составлении стратегий развития и принятия управленческих решений необходимо учитывать специфику территории и экономики страны, учитывать все возможности и ограничения для более положительного результата в итоге. В России создан механизм поддержки объектов ВИЭ, однако развитие данного сектора электроэнергетики идет весьма медленными темпами, а целевые показатели не всегда достигаются.

Особенностью развития отрасли в России является сосредоточение реализации проектов ВЭИ у южных границ, что обусловлено наиболее благоприятными и подходящими природно-климатическими условиями. В том

числе нужно помнить, что потенциал развития генерации на основе ВИЭ сосредоточен и в труднодоступных, удаленных и изолированных энергорайонах России.

В изолированных зонах наиболее значимым барьером является слабая государственная поддержка, а также инфраструктура данных зон. Например, Крайний Север характеризуется высокой территориальной разбросанностью населенных пунктов и низким качеством транспортных связей, что усложняет мероприятия по строительству электростанций [49, 50].

Таким образом, в отрасли «зеленой» энергетики в нашей стране существует множество проблем и ограничений, преодоление которых связано, в первую очередь, с повышением заинтересованности государства в развитии данной отрасли и повышении инвестиционной привлекательности данной отрасли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ограниченность природных запасов топлива для традиционной энергетики и в связи с этим практически ежегодное повышение тарифов на электроэнергию, а также отрицательные экологические последствия традиционных источников электроэнергии раскрывают широкие перспективы по применению возобновляемых источников электроэнергии.

В России основными источниками для альтернативной энергетики являются: солнечная энергия, энергия ветра, энергия малых ГЭС, приливная и геотермальная энергия.

По объективным причинам альтернативная энергетика в мире стабильно и неуклонно положительно развивается. Наиболее активно данная отрасль развивается в странах Западной Европы, Китае, США, Индии и Бразилии. В России данная отрасль находится на начальном этапе своего развития, на что влияет множество факторов разного характера.

Развитие объектов возобновляемых источников энергии проходит с разной степенью интенсивности. Так, наибольшее развитие получают солнечная энергетика, ветровая энергетика и энергетика малых ГЭС. Другие виды ВИЭ не получают широкого распространения и развития.

Солнечная генерация раньше, чем прочие, начала активно развиваться, больше всего инвестиций вкладывается именно в этот сектор альтернативной энергетики. Солнечные электростанции наибольшее развитие получают в южных регионах России, что обусловлено подходящими природно-климатическими условиями. Лидерами в данной отрасли являются пять крупнейших компаний: «Хевел», «Солар Системс», «Т Плюс», «Вершина Девелопмент» и ПАО «Фортум».

Ветровая генерация – вторая по темпам развития и сумме инвестиций после солнечной. ВЭС в основном сосредоточены в Южном и Северо-Западном федеральных округах, а также на юге Приволжского федерального округа. Значительную часть в вводе мощностей играют четыре крупных ком-

пании: «НоваВинд» (ГК Росатом), «Энел Россия», Фонд Развития Ветроэнергетики Роснано-Фортум, «Фортум».

Малая гидроэнергетика распространена практически повсеместно в основной полосе расселения населения России и обладает высоким потенциалом развития, однако на ее развитие негативно влияют экономические факторы.

Слабо развитыми отраслями альтернативной энергетики являются геотермальная и приливная, они не получают должного развития.

Регионами–лидерами по объему установленной мощности генерирующих объектов ВИЭ являются Оренбургская, Астраханская, Саратовская, Ульяновская, Самарская области и Республика Крым.

Россия обладает огромным потенциалом в использовании возобновляемых источников энергии и развитии альтернативной электроэнергетики. Однако в каждом направлении ВИЭ есть как свои достоинства, так и недостатки.

Развитие возобновляемой энергетики является перспективным направлением в энергетической отрасли России. При составлении стратегий развития и принятия управленческих решений необходимо учитывать специфику территории и экономики страны, учитывать все возможности и ограничения для более положительного результата в итоге. В России создан механизм поддержки объектов ВИЭ, однако развитие данного сектора электроэнергетики идет весьма медленными темпами, а целевые показатели не всегда достигаются.

В отрасли «зеленой» энергетики в нашей стране существует множество проблем и ограничений, преодоление которых связано, в первую очередь, с повышением заинтересованности государства в развитии данной отрасли и повышении инвестиционной привлекательности отрасли.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Адыгейская ВЭС [Электронный ресурс] : информ. портал / Energybase. – Режим доступа: <https://energybase.ru/power-plant/adygei-wpp>. – Загл. с экрана.

2 Анадырская ВЭС [Электронный ресурс] : информ. портал / Energybase. – Режим доступа: <https://energybase.ru/power-plant/anadyrskaya-wpp>. – Загл. с экрана.

3 Ветроэнергетический рынок России. [Электронный ресурс] : официал. сайт / Российская Ассоциация Ветроиндустрии. – Режим доступа: [https://rawi.ru/wp-content/uploads/2019/04/vetroenergeticheskiy-ryinok-rossii-2018-19\\_bravi.pdf](https://rawi.ru/wp-content/uploads/2019/04/vetroenergeticheskiy-ryinok-rossii-2018-19_bravi.pdf). – Загл. с экрана.

4 ВИЭ в России и в мире [Электронный ресурс] : официал. сайт / Институт энергетической стратегии. – Режим доступа : <http://www.energystrategy.ru>. – Загл. с экрана.

5 Возобновляемая энергетика в России: из прошлого в будущее [Электронный ресурс] : официал. сайт / РОСНАНО. – Режим доступа : <https://www.rusnano.com/upload/images/sitefiles/files/РОСНАНО%20Презентация%20ВИЭ%20РЭН%202018-10-05.pdf>. – Загл. с экрана.

6 Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/activity/vie/>. – Загл. с экрана.

7 Выработка электроэнергии группой РусГидро [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/activity/marketing/production/generation/2018/>. – Загл. с экрана.

8 ВЭС в поселке Тикси [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/press/news/107013.html>. – Загл. с экрана.

9 ВЭУ в пос. Никольское [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «Передвижная энергетика». – Режим доступа : <http://передвижная-энергетика.рф/projects/veu-v-pos-nikolskoe/>. – Загл. с экрана.

10 Геотермальная энергетика в России [Электронный ресурс] : информ. портал / Альтернативная энергия. – Режим доступа : <https://altenergiya.ru/termal/geotermalnaya-energetika-v-rossii.html>. – Загл. с экрана.

11 Геотермальная энергия в России [Электронный ресурс] // ВИЭ «Renewable energy». – Режим доступа : <https://renew.ru/geothermal-energy-advantages-and-prospects/>. – Загл. с экрана.

12 ГИС ВИЭ [Электронный ресурс] : Геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии России». – Режим доступа : <http://gisre.ru/maps/maps-obj/ses>. – Загл. с экрана.

13 Дегтярев К. С. Состояние и территориальная организация фотовольтаической солнечной энергетике в России [Электронный ресурс] / К. С. Дегтярев // Окружающая среда и энерговедение : науч. журнал. – 2019. – № 1. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-territorialnaya-organizatsiya-fotovoltaicheskoy-solnechnoy-energetiki-v-rossii>

14 Доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии [Электронный ресурс] : официал. сайт / Информационно-консалтинговый центр в сфере мировой энергетике Enerdata. – Режим доступа : <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html>. – Загл. с экрана.

15 Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии [Электронный ресурс] : официал. сайт / Информационно-консалтинговый центр в сфере мировой энергетике Enerdata. – Режим доступа : <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>. – Загл. с экрана.

16 Достоинства и недостатки приливных электростанций [Электронный ресурс] : информ. портал / Альтернативная энергия. – Режим доступа : <https://altenergiya.ru/gidro/prilivnye-elektrostancij.html>. – Загл. с экрана.

17 Единая энергетическая система России: промежуточные итоги [Электронный ресурс] : официал. сайт / Системный оператор Единой энергетической системы. – Режим доступа : [http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2018/ups\\_review\\_1218.pdf](http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2018/ups_review_1218.pdf). – Загл. с экрана.

18 Информационный бюллетень: Рынок возобновляемой энергетики России [Электронный ресурс] : официал. сайт / Ассоциация развития возобновляемой энергетики. – Режим доступа : <https://rreda.ru/bulletin>. – Загл. с экрана.

19 Как работает приливная электростанция [Электронный ресурс] : информ. портал / Альтернативная энергия. – Режим доступа : <https://alternativenergy.ru/energiya/553-prilivnaya-elektrostanciya-princip-foto.html>. – Загл. с экрана.

20 Каталог электростанций России [Электронный ресурс] : информ. портал / Energybase. – Режим доступа : [https://energybase.ru/power-plant/orenburgskaya-solar-powerplant-3\\$](https://energybase.ru/power-plant/orenburgskaya-solar-powerplant-3$). – Загл. с экрана.

21 Квитко А. В. Характеристики ветра и особенности расчета ресурса и экономической эффективности ветровой энергетики [Электронный ресурс] / А. В. Квитко, А. О. Хицкова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristiki-vetra-osobennosti-raschyota-resursa-i-ekonomicheskoy-effektivnosti-vetrovoy-energetiki>

22 Кислогубская ПЭС [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/press/news/107339.html>. – Загл. с экрана.

23 Коновалов Ю. В. Развитие солнечной энергетики в России и мире [Электронный ресурс] / Ю. В. Коновалов, А. А. Козина // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2015. – № 9. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25283685&>

24 КПД солнечных батарей [Электронный ресурс] : Солнечные батареи: портал. – Режим доступа : <http://solarb.ru/node/890>. – Загл. с экрана.

25 Малая гидроэлектростанция [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/upload/iblock/8b1/Prezentatsiya-zamestitelya-generalnogo-direktora-OAO-UK-GidroOGK-K.E.-Frolova.pdf> . – Загл. с экрана.

26 Малая гидроэнергетика [Электронный ресурс] : Энергосовет: портал. – Режим доступа : <http://www.energosoвет.ru/entech.php?idd=36>. – Загл. с экрана.

27 Малая гидроэнергетика в России [Электронный ресурс] : информ. портал / Cleandex. – Режим доступа : <http://www.cleandex.ru/articles/2016/01/18/hydropower8>. – Загл. с экрана.

28 Малая гидроэнергетика России [Электронный ресурс] : официал. сайт / Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. – Режим доступа : <https://gisee.ru/articles/alternate/24815/>. – Загл. с экрана.

29 Малые ГЭС Северного Кавказа [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». : <http://www.rushydro.ru/press/material/spravochnyematerialy/scho-ol/99205.html>. – Загл. с экрана.

30 Мезенская ПЭС [Электронный ресурс] : информ. портал / Энергетика и промышленность России. – Режим доступа : <https://www.eprussia.ru/epr/7/99.htm>. – Загл. с экрана.

31 Мингалеева Р. Д. Оценка технического потенциала ветровой и солнечной энергетики России [Электронный ресурс] / Р. Д. Мингалеева, В. С. Зайцев, В. В. Бессель // ТЕРРИТОРИЯ НЕФТЕГАЗ. – 2014. – № 3. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21438495>

32 Морозова Т. Г. Экономическая география России : учебник / Т. Г. Морозова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – С. 104–126.

33 Мутновская ГеоЭС [Электронный ресурс] : информ. портал / Компания «Геотерм». – Режим доступа : <http://www.geotherm.rushydro.ru/press/news-materials/smi/101232.html>. – Загл. с экрана.

34 Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Рос. Федерации от 08.01.2009 № 1-р. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс»

35 Общие сведения о компании «Геотерм» [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.geotherm.rushydro.ru/geopp/general/>. – Загл. с экрана.

36 Основные характеристики российской электроэнергетики [Электронный ресурс] : официал. сайт / М-во энергетики Российской Федерации. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/532>. – Загл. с экрана.

37 Парижское соглашение [Электронный ресурс] : официал. сайт / Правительство Российской Федерации. – Режим доступа : <http://government.ru/docs/37917/>. – Загл. с экрана.

38 Пенжинская\_ПЭС [Электронный ресурс] : информ. портал / Электроэнергетика и охрана окружающей среды, функционирование энергетики в современном мире. – Режим доступа : <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-5>. – Загл. с экрана.

39 Перово (электростанция) [Электронный ресурс] : информ. портал / Energybase. – Режим доступа : <https://energybase.ru/power-plant/solar-pp-perovo>. – Загл. с экрана.

40 Пискунов В. М. Общая энергетика [Электронный ресурс] / В. М. Пискунов, О. В. Шелудько. – М. : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 134 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/catalog/product/561337>. – Загл. с экрана.

41 Потенциал геотермальной энергетики в России [Электронный ресурс] : информ. портал / Cleandex. – Режим доступа : <http://www.cleandex.ru/articles/2008/06/26/geothermal-energy-russia>. – Загл. с экрана.

42 Преимущества и недостатки геотермальной энергии [Электронный ресурс] : информ. портал / Альтернативная энергия. – Режим доступа :

<https://altenergiya.ru/termal/preimushhestva-i-nedostatki-geotermalnoj-energii.html>. – Загл. с экрана.

43 Преимущества и недостатки малой гидроэлектростанции [Электронный ресурс] : информ. портал / Новая энергия. – Режим доступа : <http://www.ensy.ru/energiya/preimuschestva-i-nedostatki-maloy-gidroelektrostantsii.html>. – Загл. с экрана.

44 Приливная электростанция [Электронный ресурс] : информ. портал: Cleandex. – Режим доступа : [http://www.cleandex.ru/articles/2015/12/27/hydro\\_power13](http://www.cleandex.ru/articles/2015/12/27/hydro_power13). – Загл. с экрана.

45 Приливная энергетика [Электронный ресурс] : информ. портал / Энергетика в России и в мире. – Режим доступа : <https://peretok.ru/articles/freezone/17450/>. – Загл. с экрана.

46 Приливная энергетика в России [Электронный ресурс] : Научно-популярная энциклопедия «Вода России». – Режим доступа : [https://water-ru.ru/Водные\\_объекты/937/Кислогубская\\_ПЭС](https://water-ru.ru/Водные_объекты/937/Кислогубская_ПЭС). – Загл. с экрана.

47 Приливные электростанции [Электронный ресурс] : информ. портал / Электроэнергетика и охрана окружающей среды, функционирование энергетики в современном мире. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-5>. – Загл. с экрана.

48 Проект энергостратегии РФ на период до 2035 года (редакция от 30.09.2015) [Электронный ресурс] : официал. сайт / М-во энергетики Российской Федерации. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/1920>. – Загл. с экрана.

49 Развитие альтернативной энергетики в России [Электронный ресурс] : официал. сайт / Национальное рейтинговое агентство. – Режим доступа: <http://www.ranational.ru/sites/default/files/analyticarticle/Развитие%20альтернативной%20энергетики%20в%20России%201.pdf>. – Загл. с экрана.

50 Развитие солнечной энергетики. Энергетический бюллетень 2017 года [Электронный ресурс] : официал. сайт / Аналитический центр при Прави-

тельстве Российской Федерации. – Режим доступа : <https://ac.gov.ru/publications/topics/topic/2290?page=9>. – Загл. с экрана.

51 Солнечная энергетика России: перспективы и проблемы развития [Электронный ресурс] : официал. сайт / Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. – Режим доступа : <https://gisee.ru/audit/articles/solar-energy/24510/>. – Загл. с экрана.

52 Состояние возобновляемой энергетики. Глобальный отчет 2016 [Электронный ресурс] : офиц. сайт / Аналитический центр REN21. – Режим доступа : [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21\\_GSR2016\\_KeyFindings\\_RUSSIAN.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_GSR2016_KeyFindings_RUSSIAN.pdf). – Загл. с экрана.

53 Список ветряных электростанций России [Электронный ресурс] : официал. сайт / М-во энергетики Российской Федерации. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/opendata/7705847529-list-of-wind-power-capacity>. – Загл. с экрана.

54 Список гидроэлектростанций России менее 10 МВт [Электронный ресурс] : официал. сайт / ПАО «РусГидро». – Режим доступа : <http://www.rushydro.ru/upload/iblock/284/Vozobnovlyаемaya-energiya.-Gidroelektrostantsii-Rossii.pdf>. – Загл. с экрана.

55 Срок службы у солнечных панелей и затраты на их содержание [Электронный ресурс] : информ. портал / ЭкоТехника. – Режим доступа : <https://ecotechnica.com.ua/stati/339-kakoj-srok-sluzhby-u-solnechnykh-panelej-i-zatraty-na-ikh-soderzhanie.html>. – Загл. с экрана.

56 Сукиасян А. А. Специфика развития возобновляемой энергетики в России [Электронный ресурс] / А. А. Сукиасян, Г. Я. Белякова // Решетневские чтения : науч. журнал. – 2018. – №2. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-razvitiya-vozobnovlyаемoy-energetiki-v-rossii/viewer>

57 Энергия морских приливов [Электронный ресурс] : официал. сайт / ООО ЭПЦ «Беллона». – Режим доступа : <https://bellona.ru/2008/06/12/energiya-morskih-prilivov/>. – Загл. с экрана.

58 Renewables 2018. Global status report [Electronic Resource] : Official website of the Analytical Center REN21. – URL : <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf>.

59 Statistical Review of World Energy [Electronic Resource] : Official website of the British Petroleum Company (BP). – URL: <http://www.bp.com/statisticalreview>.



## ОТЗЫВ

### о бакалаврской работе

студентки Адушкиной Светланы Владимировны,  
обучающуюся по направлению 05.03.02 География  
на тему «География альтернативной энергетики в Российской Федерации».

#### Показатели выпускной квалификационной работы:

##### – актуальность темы исследования

Современный уровень негативного воздействия топливной энергетики на окружающую среду заставляет большинство развитых стран переходить к более интенсивному использованию возобновляемых альтернативных источников энергии;

##### – особенности выбранных материалов и полученных результатов (новизна, обоснованность используемых методов, оригинальность поставленных задач, уровень исследовательской части)

Проведена систематизация данных и анализ развития отрасли альтернативной энергетики в России, выявлении проблематики и перспектив этого развития;

##### – достоинства и недостатки выпускной квалификационной работы

Наибольший интерес представляют раздел 2 и 3, где показан глубокий анализ современного состояния и перспективы развития альтернативной энергетики на территории России; существенных недостатков нет;

##### – определить теоретическую и практическую значимость

Полученные в ходе выполнения бакалаврской работы результаты могут быть востребованы в практике научных исследований преподавателей и студентов;

##### – степень самостоятельности, ответственности и инициативности студента при написании выпускной квалификационной работы

Как руководителю, особо хотелось отметить большой исследовательский потенциал соискателя, который выражается в высокой степени самостоятельности, ответственности, инициативности;

##### – уровень теоретической и практической подготовки выпускника

Грамотность изложения и умение использовать свои знания в достижении поставленной цели подтверждают высокую квалификацию соискателя;

##### – умение анализировать, обобщать, оформлять, делать практические выводы

В процессе выполнения исследований показала умение формулировать проблемы, задачи и методы комплексных географических научных исследований; получать новые достоверные факты на основе научного анализа эмпирических данных, обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации на основе результатов исследований;

##### – владение методами и приемами, применяемыми в сфере своей профессиональной деятельности

Обладает способностью использовать современные методы обработки и интерпретации общей и отраслевой географической информации при проведении научных и прикладных исследований;

##### – мнение о возможности практического использования материалов работы

Полученные в ходе выполнения материалы могут быть востребованы в практике научных исследований преподавателей и студентов на научных конференциях;

##### Заключение (рекомендация к защите)

Работа, базирующаяся на большом литературном, фондовом и полевом материале, носит глубокий исследовательский характер. Содержание работы и качество оформления соответствует основным требованиям квалификационных работ. А грамотность изложения материала, умение анализировать и обобщать говорит о высокой квалификации автора и соответствующей оценке ее исследовательской работы

Научный руководитель  
доцент кафедры физической и  
социально-экономической географии  
канд. геогр. наук, доцент

«11» июня 2020 г

В. Н. Маскайкин