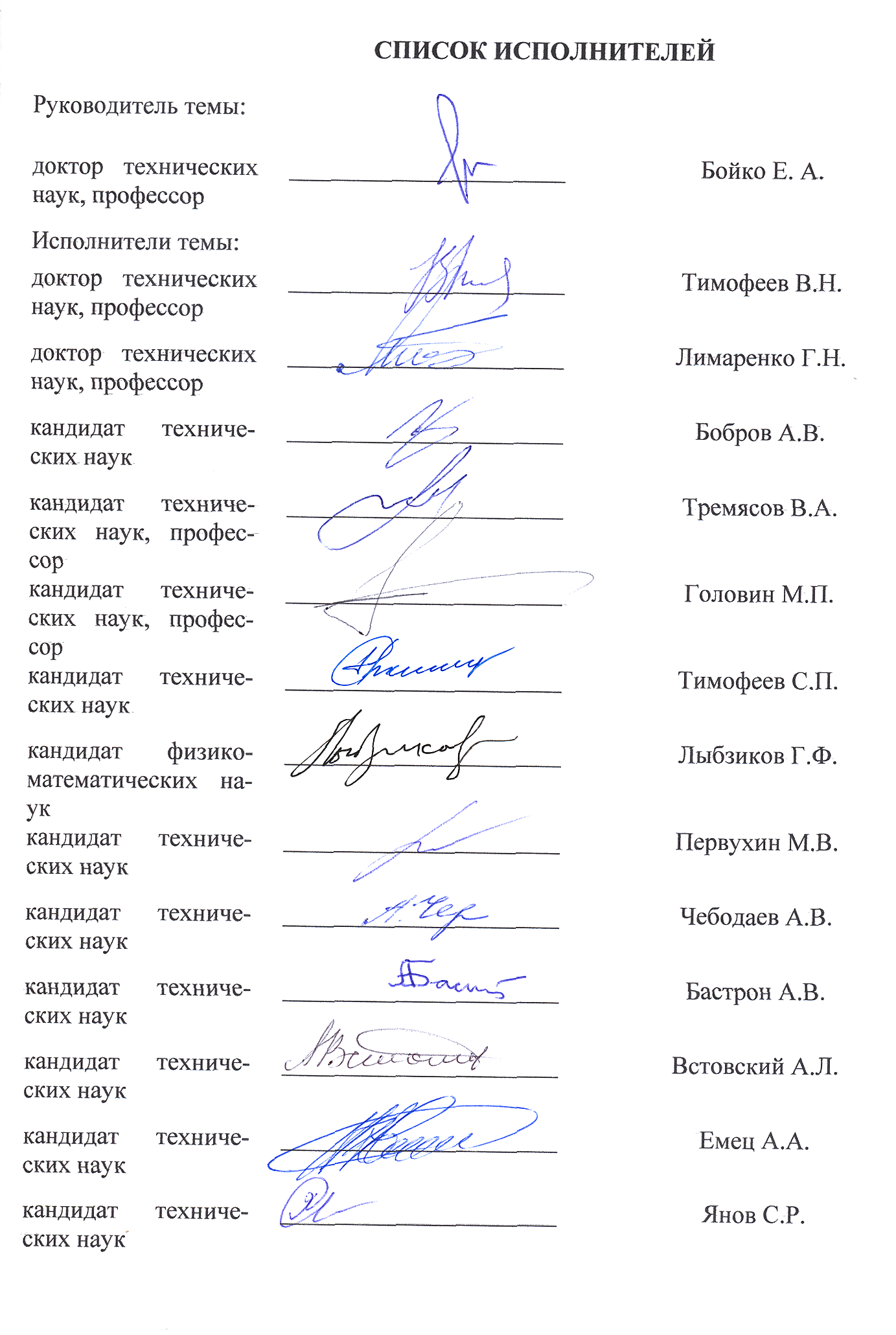
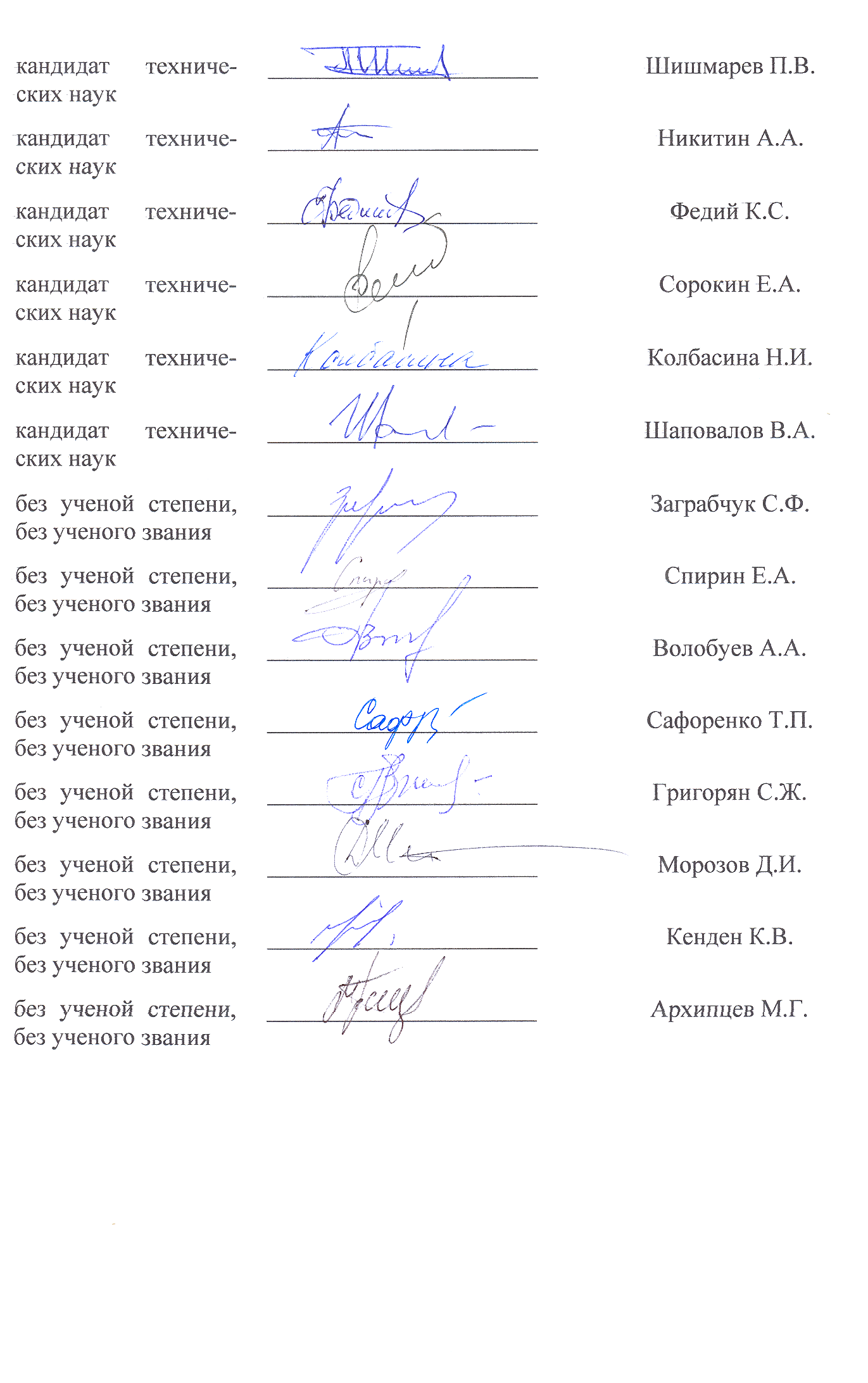
****

****

****

**Реферат**

Том VI, 197 с., 59 рис., 32 источника, 6 прил.

МИКРОЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГТИКА, СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА, ГИДРОЭНЕРГЕТИКА, БИОЭНЕРГЕТИКА, СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, инноватика

Объект исследования — потенциал альтернативных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на территории Красноярского края, возможности использования комбинированных систем ВИЭ.

Цель работы — разработка плана мероприятий по внедрению и развитию ВИЭ на территории Красноярского края.

В процессе работы выполнены маркетинговые исследования проблем и рисков генерирующих объектов ВИЭ, проведен анализ политики иностранных государств и субъектов Российской Федерации в направлении развития ВИЭ, проведен анализ целевых показателей долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае», выполнен технический проект демонстрационной зоны.

В результате исследований проанализированы возможности приливной, геотермальной энергетики и энергии волн, рассмотрены перспективы использование комбинированных генераторов ВИЭ, обоснованы предложения целевых показателей для долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае», сформированы предложения для комплекса программных мероприятий по развитию ВИЭ на срок до 10 лет, предложен проект демонстрационной зоны.

СОДЕРЖАНИЕ

[НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 9](#_Toc357168052)

[ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ 9](#_Toc357168053)

[ВВЕДЕНИЕ 12](#_Toc357168054)

[РАЗДЕЛ 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЭ В СОСТАВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ 13](#_Toc357168055)

[1.1 Преимущества комбинированных генераторов на базе ВИЭ 13](#_Toc357168056)

[1.2 Ветродизельные источники электрической энергии 13](#_Toc357168057)

[1.3 Солнечно – дизельные источники электрической энергии 14](#_Toc357168058)

[1.4 Определение технико-экономических показателей комбинированных электростанций 16](#_Toc357168059)

[1.5 Состав оборудования солнечно – дизельной электростанции 18](#_Toc357168060)

[1.6 Расчет ТЭО солнечно – дизельной электростанции 19](#_Toc357168061)

[1.7 Солнечно – ветродизельные источники электрической энергии 20](#_Toc357168062)

[1.7.1 Область использования 20](#_Toc357168063)

[1.7.2 Состав оборудования для солнечно – ветродизельной электростанции 23](#_Toc357168064)

[1.7.3 Выбор соотношения мощностей между солнечной и ветряной установками работающими параллельно с дизелем 23](#_Toc357168065)

[1.7.4 Выбор аккумуляторных батарей 24](#_Toc357168066)

[1.7.5 Расчет ТЭО комбинированной солнечно – ветровой электростанции 25](#_Toc357168067)

[Выводы к разделу 1 27](#_Toc357168068)

[РАЗДЕЛ 2. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ НА БАЗЕ ВИЭ 28](#_Toc357168069)

[2.1 Геотермальная энергетика 28](#_Toc357168070)

[2.2 Тепловые насосы 33](#_Toc357168071)

[2.3 Приливная энергетика 37](#_Toc357168072)

[2.4 Энергетический потенциал ветровых волн 52](#_Toc357168073)

[Выводы к разделу 2 58](#_Toc357168074)

[РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВИЭ 59](#_Toc357168075)

[3.1 Анализ проблем использования ВИЭ на территории Красноярского края 59](#_Toc357168076)

[3.1.1 Анализ общих рисков и проблем использования ВИЭ 59](#_Toc357168077)

[3.1.2 Ветроэнергетика 60](#_Toc357168078)

[3.1.3 Солнечная энергетика 61](#_Toc357168079)

[3.1.4 Гидроэнергетика 62](#_Toc357168080)

[3.1.5 Биоэнергетика 63](#_Toc357168081)

[3.2 Анализ политики иностранных государств и субъектов Российской Федерации по поддержке и развитию применения ВИЭ 63](#_Toc357168082)

[3.2.1 Анализ политики иностранных государств по поддержке и развитию применения ВИЭ 63](#_Toc357168083)

[3.2.2 Анализ политики поддержки и ВИЭ на территории Российской Федерации 70](#_Toc357168084)

[3.2.3 Роль сектора возобновляемой энергетики в энергосистеме России. Цели и задачи развития рынка возобновляемой энергетики 79](#_Toc357168085)

[3.2.4 Оценка экономической эффективности внедрения генерирующих объектов на базе ВИЭ с учетом компенсации затрат по Постановлению Правительства № 850 от 20.10.2010 80](#_Toc357168086)

[3.2.5 Выбор перспективных направлений развития возобновляемой энергетики в Красноярском крае, с точки зрения государственного регулирования 81](#_Toc357168087)

[3.3 Предложения по поддержке развития ВИЭ на территории Красноярского края 82](#_Toc357168088)

[3.3.1 Комплексные предложения по поддержке развития ВИЭ 82](#_Toc357168089)

[3.3.2 Ветроэнергетика 83](#_Toc357168090)

[3.3.3 Солнечная энергетика 85](#_Toc357168091)

[3.3.4 Гидроэнергетика 86](#_Toc357168092)

[3.3.5 Биоэнергетика 87](#_Toc357168093)

[3.4 Анализ целевых показателей в области ВИЭ, в долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае» 87](#_Toc357168094)

[3.5. Предложения по корректировке целевых показателей 88](#_Toc357168095)

[3.6. Комплекс программных мероприятий по развитию ВИЭ на территории Красноярского края 89](#_Toc357168096)

[3.6.1 Ветроэнергетика 89](#_Toc357168097)

[3.6.2 Солнечная энергетика 92](#_Toc357168098)

[3.6.3 Гидроэнергетика 96](#_Toc357168099)

[3.6.4 Биоэнергетика 98](#_Toc357168100)

[3.7 Сценарии развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики 101](#_Toc357168101)

[3.7.1 Разработка сценариев развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики 101](#_Toc357168102)

[3.7.2 Оптимистичный сценарий развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики 102](#_Toc357168103)

[3.7.3 Пессимистичный сценарий развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики 106](#_Toc357168104)

[3.7.4 Формирование комплекса мер с целью достижения максимального экономического и финансового эффекта применения ВИЭ 107](#_Toc357168105)

[3.7.5 Прогноз развития спроса на возобновляемые источники энергии на территории Красноярского края 108](#_Toc357168106)

[3.7.6 Достижение целевых показателей при реализации сценариев развития ВИЭ 114](#_Toc357168107)

[3.8 Научно-техническая обеспеченность. 115](#_Toc357168108)

[3.8.1 Анализ исследовательской базы Красноярского края, в части исследования эффективности применения источников возобновляемой энергии 115](#_Toc357168109)

[3.8.2 Анализ роли испытательных лабораторий и станций, демонстрационных зон в создании перспективных моделей объектов возобновляемой энергетики. 117](#_Toc357168110)

[3.8.3 Анализ роли пилотных промышленных генерирующих объектов на базе ВИЭ 120](#_Toc357168111)

[3.8.4 Планы мероприятий по решению вопросов подготовки кадрового состава специалистов обслуживающих объекты ВИЭ 122](#_Toc357168112)

[Выводы к разделу 3 123](#_Toc357168113)

[РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ 125](#_Toc357168114)

[4.1. Назначение демонстрационной зоны 125](#_Toc357168115)

[4.1.1 Демонстрационная зона как объект исследований 125](#_Toc357168116)

[4.1.2 Проведение лабораторных и испытательных работ 125](#_Toc357168117)

[4.2 Технические характеристики основного оборудования 128](#_Toc357168118)

[4.2.1 Ветроэнергетическая установка 128](#_Toc357168119)

[4.2.2 Солнечная энергетическая установка 130](#_Toc357168120)

[4.2.3 Микро гидроэлектростанция 131](#_Toc357168121)

[4.2.4 Установка тригенерации 134](#_Toc357168122)

[4.2.5 Электростанция на биотопливе 136](#_Toc357168123)

[4.3 Установка и монтаж основного оборудование демо-зоны 137](#_Toc357168124)

[4.3.1 Общие требования к установки основного и вспомогательного оборудования 137](#_Toc357168125)

[4.3.2 Место установки и технология монтажа ветроэнергетической установки 138](#_Toc357168126)

[4.3.3 Место установки и технология монтажа солнечной электростанции 144](#_Toc357168127)

[4.3.4 Место установки и технология монтажа микро-гэс 145](#_Toc357168128)

[4.3.6 Перечень дополнительного оборудования 148](#_Toc357168129)

[4.3.7 Распределение с генерируемых энергетических ресурсов 150](#_Toc357168130)

[4.3.8 Оценка эксплуатационных данных изделия 153](#_Toc357168131)

[4.3.9 Обоснование технических решений, обеспечивающих показатели надежности 153](#_Toc357168132)

[4.4 Техника безопасности и производственной санитарии 153](#_Toc357168133)

[4.4.1 Безопасность оборудования 153](#_Toc357168134)

[4.4.2 Безопасность элементов конструкции 154](#_Toc357168135)

[4.4.3 Безопасность при монтажных и ремонтных работах 155](#_Toc357168136)

[4.4.4 Безопасность при размещении оборудования на площадке 156](#_Toc357168137)

[4.4.5 Пожарная безопасность 156](#_Toc357168138)

[4.4.6 Безопасность при чрезвычайных ситуациях 157](#_Toc357168139)

[4.4.7 Экологическая безопасность исходных материалов, входящих в конструкцию объекта разработки 157](#_Toc357168140)

[4.4.8 Экологическая безопасность материалов и веществ, обращающихся в технологических операциях 158](#_Toc357168141)

[4.4.9 Заключение о безопасности и экологичности проекта 158](#_Toc357168142)

[4.4.10 Оценка демонстрационной зоны в вопросах технической эстетики 159](#_Toc357168143)

[4.5 Другие вопросы в рамках технического проекта 159](#_Toc357168144)

[Выводы к разделу 4 160](#_Toc357168145)

[Выводы к работе 161](#_Toc357168146)

[Список использованных источников 166](#_Toc357168147)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 169](#_Toc357168148)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б. 174](#_Toc357168149)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 185](#_Toc357168150)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 190](#_Toc357168151)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 197](#_Toc357168152)

[ПРИЛОЖЕНИЕ E 200](#_Toc357168153)

# НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7.32 – 2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно – исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 19431 – 84 «Энергетика и электрификация. Термины и определения».

СТО 17330282.27.010.001 – 2009 «Электроэнергетика. Термины и определения».

ГОСТ 6697 – 83. Системы электроснабжения, источники, преобразователи и приемники электрической энергии переменного тока. Номинальные частоты от 0,1 до 10000 Гц и допускаемые отклонения.

ГОСТ 15150 – 69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 21128 – 83. Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В.

ГОСТ 24297 – 87. Входной контроль продукции. Основные положения

ГОСТ Р ИСО 9000 – 2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. — М.: Госстандарт России, 2001. — 26 с.

ГОСТ Р ИСО 9001 – 2001. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Госстандарт России, 2001. — 21 с.

ГОСТ Р МЭК 60204.1 – 99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч.1. Общие требования.

# ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

WWF – всемирный фонд дикой природы;

А – аргументы;

АБ – аккумуляторная батарея;

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;

ВПК – военно-промышленный комплекс;

ВЭУ ветроэнергетическая установка;

ГеоТЭС – геотермальная теплоэлектростанция;

ГеоЭС – геотермальная электростанция;

ГРЭС – государственная районная электростанция;

ГСМ – горюче – смазочные материалы;

ГЭС – гидроэлектростанция;

ДЭС дизельная электрическая станция;

ДЦП – долгосрочная целевая программа;

ЕС – европейский союз;

ЕЭС – единая энергетическая система;

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

[ИСС](http://www.iss-reshetnev.ru/)  – инженерные сети и системы;

К – контраргументы;

КПД – коэффициент полезного действия;

МУП – муниципальное унитарное предприятие;

МСП – малое среднее предпринимательство;

НДС – налог на добавленную стоимость;

НИИ – научно – исследовательский институт;

НИИЭС – научно – исследовательский институт энергетических сооружений;

НП – некоммерческое партнерство;

НПО – научно – производственное объединение;

ОАО – открытое акционерное общество;

ООН – организация объединенных наций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПИ СФУ – политехнический институт сибирского федерального университета;

ПСО – проект совместного осуществления;

ПЭС – приливная электростанция;

РАН – российская академия наук;

РАО – российское авторское общество;

СМИ – средства массовой информации;

СМР – строительно-монтажные работы;

СЭС – солнечная электростанция;

СЭУ – солнечная электроустановка;

ТНК – транснациональная компания;

ТПП – торгово-промышленная палата;

ТЭО – технико-экономическая оценка;

ТЭС – тепловая электростанция;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

т.у.т. – тонны условного топлива;

ФЗ – федеральный закон;

ФЦП – федеральная целевая программа;

ЦОДП – центр охраны дикой природы.

**Условные обозначения, используемые в тексте**

g – градиент, °С/км;

*N*уст – установленная мощность генераторов на базе ВИЭ, МВт.;

*n*ВЭУ – рекомендуемое количество ВЭУ;

*V*  – объем «вытесненного» дизельного топлива, л;

*V*ДТ – объем дизельного топлива, тонн (или литров) в год;

*N*уст.ВЭУ – установленная мощность ВЭУ в комбинированном источнике, Вт;

*N*уст.СЭУ – установленная мощность СЭУ в комбинированном источнике, Вт;

*W*ВИЭ, – объем выработанной электрической энергии на базе ВИЭ, МВт\*ч в год;

*W*ВЭУ – ежегодная выработка ВЭУ, МВт\*ч;

*W*комб – выработка электроэнергии комбинированной системой, МВт\*ч;

*W*СЭУ – ежегодная выработка CЭУ, МВт\*ч;

ЗАБ – затраты на АБ, руб.;

ЗИН – затраты на инвертор, руб.;

ЗДТ – денежный эквивалент «вытесненному» дизельному топливу, руб.;

ЗДОСТ – доставка, руб.;

ЗУД.ВЭУ – удельные затраты на строительство ВЭУ, руб.;

ЗУД.СЭУ – удельные затраты на строительство СЭУ, руб.;

ЗСМР – Строительно-монтажные работы, руб.;

ЗТАМ – таможенные платежи, руб.;

ЗФ – строительство фундамента, руб.;

ИВЭУ – ежегодные издержки ВЭУ, руб./год;

ИСЭУ – ежегодные издержки СЭУ, руб./год;

ККОМБ – капитальные затраты на строительство комбинированного энергоисточника, руб.;

КСЭУ – капитальные затраты на строительство, руб.;

НДС – налог на добавленную стоимость, руб.;

СВЭУ – себестоимость электрической энергии производимой ВЭУ, руб./кВт\*ч;

СКОМБ  – себестоимость электроэнергии, руб./кВт\*ч;

ССЭУ себестоимость электрической энергии производимой СЭУ, руб./кВт\*ч;

ТОК – срок окупаемости комбинированного источника, лет;

Ф – поток волновой энергии, кВт/м;

ЦДТ – цена за литр дизельного топлива, руб.;

ЦСЭУ – стоимость 1 электроустановки, руб.;

ЦТ – текущий тариф на электрическую энергию (себестоимость электрической энергии от ДЭС), кВт\*ч.

# ВВЕДЕНИЕ

Красноярский край имеет мощный потенциал ВИЭ. Как показали предыдущие исследования, наибольший интерес ВИЭ представляет для удаленных децентрализованных потребителей. Строительство генерирующих объектов на базе ВИЭ поможет решить проблему удаленных регионов. Государственная поддержка играет важную роль в развитии энергетики. Возобновляемая энергетика только – только начинает зарождаться. Важной задачей правительства на данном этапе развития ВИЭ является координация всех заинтересованных структур и организаций.

На основе проведенных исследований в рамках данной работы сформированы предложения, благодаря которым правительство Красноярского края сможет форсировать развитие ВИЭ. Проанализированы опыт и политика иностранных государств и некоторых субъектов Российской Федерации в вопросах поддержки ВИЭ. Обосновано предложение целевых показателей для долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае», сформированы предложения для комплекса программных мероприятий по развитию ВИЭ на срок до 10 лет.

# РАЗДЕЛ 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЭ В СОСТАВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

## 1.1 Преимущества комбинированных генераторов на базе ВИЭ

Генерирующие объекты на базе ВИЭ характеризуются непостоянством выработки электрической энергии. Так, например, солнечные батареи вырабатывают электрическую энергию в дневное время, ВЭУ вырабатывают только в период наличия ветра. Ситуация с микроГЭС немного лучше. Выработка малых ГЭС имеет сезонный характер, где пики выработки приходятся на весну и осень.

Для поддержания постоянного электроснабжения потребителя от генераторов на базе ВИЭ требуются дублирующие мощности другого источника электрической энергии (например, дизельного генератора) или накопители электрической энергии (аккумуляторные батареи). Перспективно и использование различных типов ВИЭ, например солнечных батарей и ветроэнергетической установки. Солнечные батареи вырабатывают основную часть электрической энергии в дневные часы, в свою очередь, ВЭУ производит больше энергии утренние и вечерние часы.

В данном разделе рассмотрены основные аспекты функционирования комбинированных систем и произведена технико-экономическая оценка ветро-солнечно-дизельного комплекса.

## 1.2 Ветродизельные источники электрической энергии

Ветродизельные источники электрической энергии малой мощности базируются на основе ВЭУ малой или очень малой мощности и дизельного генератора. Такие системы перспективно использовать для электроснабжения небольших потребителей (до 100 кВт), расположенных на удалении от централизованных энергосистем. ВЭУ также может докупаться к существующему дизелю. Перспективно в таких микросистемах использовать накопители электрической энергии (аккумуляторные батареи). Технические аспекты устройства и функционирования таких систем подробно описаны во 2 разделе II тома.

Теоретически, ограничений в использовании ветродизельных источников малой мощности на территории Красноярского края практически нет, т.к. ветровой потенциал имеется практически на всей территории края. Возникает вопрос эффективности использования ВЭУ в различных ветровых зонах. Ветродизельные источники энергии малой мощности перспективно использовать в I ветровой зоне. Во II ветровой зоне такие системы также могут быть перспективными, но вопрос их использования требует более глубокого анализа. В III ветровой зоне малые ветродизельные источники энергии могут быть эффективны, если размещаются на возвышенностях (например, на вышках сотовой связи). В III ветровой зоне целесообразность использования ВЭУ выражена в основном в уменьшении объемов завозимого дизельного топлива. В 5 разделе II тома представлено несколько вариантов эффективности малых ВЭУ в составе ветродизельного комплекса.

К ветродизельным энергосистемам большой мощности в рамках данного исследования предлагается относить децентрализованную энергосистему состоящую из ВЭУ и ДЭС, общей установленной мощностью более 100 кВт и работающей напрямую с потребителем электрической энергии без преобразователей и накопителей энергии. Данные системы состоят из ветрогенераторов переменного напряжения промышленной частоты (как правило, с синхронными или асинхронными электрогенераторами) и дизельных генераторов. Параллельная работа ВЭУ и ДЭС осуществляется за счет синхронизации по фазе и частоте между электрогенераторами различных источников. Приоритет в выработке электрической энергии предоставляется ветрогенератору. Дизельный генератор работает по остаточному принципу, дополняя или замещая ВЭУ (в случае отсутствия ветра).

Технические предложения ветродизельных систем рассмотрены в 5 разделе II тома. Наиболее эффективным использование ветродизельных систем будет на территории северных муниципальных образований Красноярского края. Наибольшая перспектива для ветродизельных систем большой мощности имеется в Таймырском Долгано – Ненецком муниципальном районе. Туруханский и Эвенкийский муниципальные районы рассматриваются как отдаленная перспектива строительства ветродизельных систем, после формирования опыта ветроэнергетики на территории Таймыра.

## 1.3 Солнечно – дизельные источники электрической энергии

Применение комбинированных солнечно – дизельных установок целесообразно на территории Красноярского края в зонах с высоким и средним солнечным потенциалом (рисунок 1.1). В этих областях находится 41 из 43 – х муниципальных районов Красноярского края. В зоне среднего солнечного потенциала со средней многолетней годовой суммой потока солнечной энергии лежащей в диапазоне от 3600 до 4200 МДж/м2 находятся Богучанский и часть Большемуртинского района, Енисейский район, Идринский район, Казачинский район, Кежемский район, Мотыгинский район, Пировский район, Северо – Енисейский и Тасеевский район.

И в зоне с высоким солнечным потенциалом со средней многолетней годовой суммой потока солнечной энергии лежащей в диапазоне от 4200 до 4800 МДж/м2 находятся следующие районы: Абанский, Ачинский, Балахтинский, Березовский, Бирилюсский, Боготольский, Большеулуйский, Дзержинский, Емельяновский, Ермаковский (за исключением горных районов), Иланский, Ирбейский, Канский, Каратузский, Козульский, Краснотуранский, Курагинский, Манский, Минусинский, Назаровский, Нижнеингашский, Новоселовский, Партизанский, Рыбинский, Саянский, Сухобузимский, Тюхтетский, Ужурский, Уярский, Шарыповский и Шушенский.

Комбинация солнечной и дизельной электростанции позволяет обеспечить надежность электроснабжения по сравнению с использованием только солнечной электростанции и небольшую экономию средств за счет снижения себестоимости получаемой электрической энергии по сравнению с использованием только дизельной электростанции.

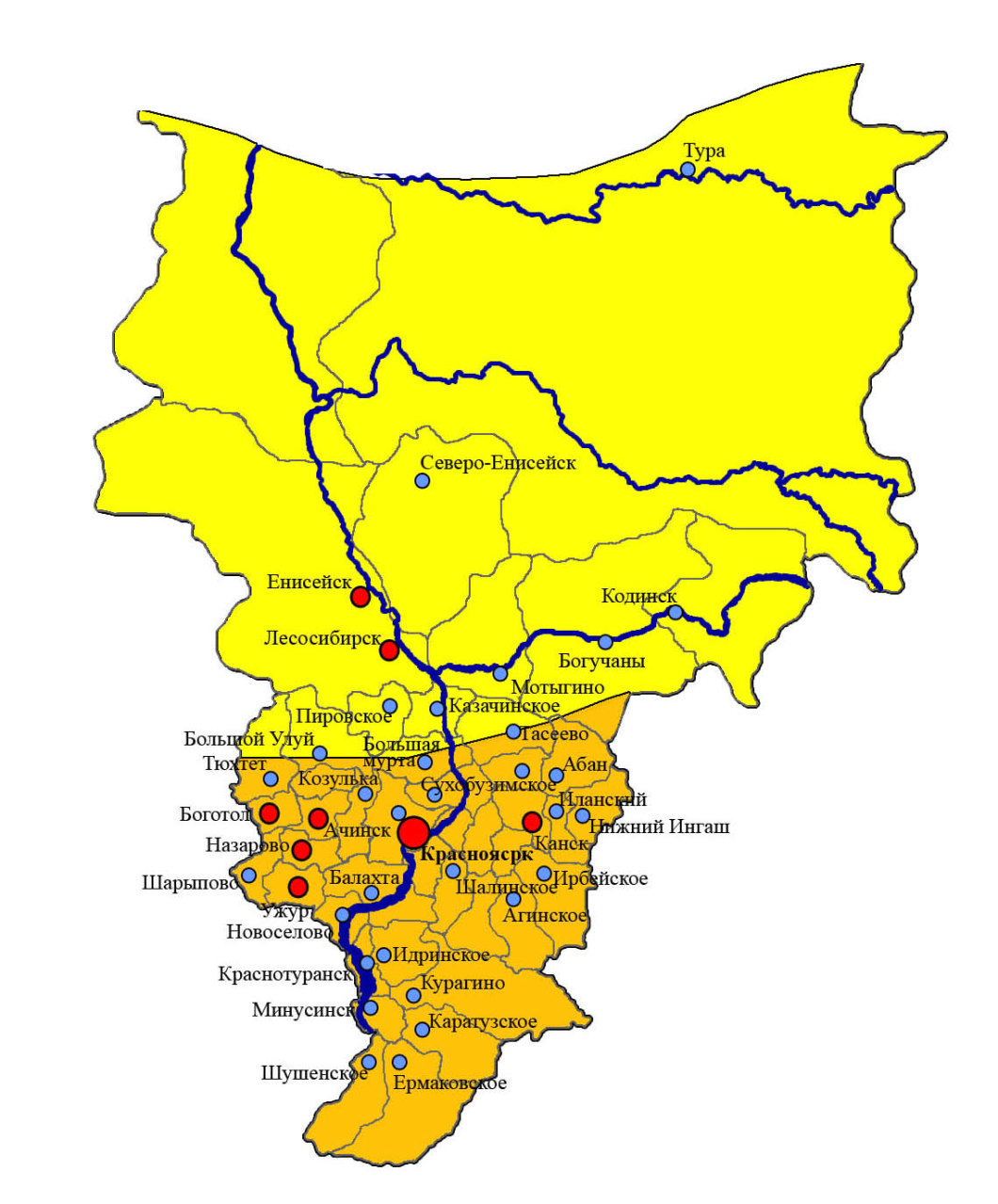


Рисунок 1.1 – Территория Красноярского края целесообразная для применения комбинированных солнечно – дизельных электростанций:

– зона с высоким солнечным потенциалом;

– зона со средним солнечным потенциалом.

Одним из важных параметров использования солнечных электростанций является срок окупаемости, который определяется путём сопоставления стоимости одного кВт\*часа, выработанного солнечной электростанцией и дизельной. Проведённый анализ показывает, что за счёт низких эксплуатационных затрат и бесплатного солнечного излучения, стоимость “солнечной” энергии ниже на 1 – 1,5 рублей. Однако делать вывод о том, что дизельные электростанции можно заменить солнечными рискованно из – за суточной цикличности и сезонной изменчивости интенсивности солнечного излучения, особенно в осеннее – зимний период.

Одной из привлекательных сторон комбинированной солнечно – дизельной электростанции является то, что при совместной эксплуатации, когда они территориально расположены близко (в пределах 100 метров) друг от друга, то для обслуживания комбинированной установки не потребуется увеличения штатов. Однако, не смотря на то, что солнечная электростанция неприхотлива в эксплуатации, с увеличением мощности эксплуатационные затраты (очистка поверхности солнечных батарей и регламентные работы) будут расти, следовательно, и срок окупаемости тоже будет расти. Наиболее приемлемым вариантом как по объёму капитальных вложений, так и по сроку окупаемости является 50% перекрытие выработке электроэнергии. Например, если мощность выработка электростанции 100 кВтч, то солнечная электростанция должна обеспечивать выработку 50 кВтч. При таком соотношении солнечная электростанция является вспомогательной и работая параллельно с дизельной снимает с неё часть нагрузки. Увеличение мощности солнечных батарей приводит к росту капитальных затрат, целесообразность которых должна оцениваться в каждом конкретном случае отдельно исходя из требований к надежности электроснабжения, категории потребителя электроэнергии и др.

При указанном соотношении выработки электроэнергии вся вырабатываемая энергия передается в нагрузку и в аккумулировании не нуждается. Аккумуляторная батарея позволяет смягчить быстрые изменения генерируемой мощности солнечных батарей (например, при переменной облачности) и обеспечить тем самым более равномерную нагрузку дизель – генератора.

## 1.4 Определение технико-экономических показателей комбинированных электростанций

Рекомендуемое количество ВЭУ *n*ВЭУ определяется из потребностей потребителя и рекомендуемого соотношения установленных мощностей ВЭУ и СЭУ. Удельные затраты на строительство ВЭУ определяются по формуле:

 (1.1)

где *N*уст.ВЭУ – установленная мощность ВЭУ в комбинированном источнике.

Капитальные затраты на 1 СЭУ определяются на основе предложений 4 раздела III тома. Расчет капитальных затрат на типовые CЭУ представлен в таблице 1.1.

Рекомендуемое количество CЭУ определяется из потребностей потребителя и рекомендуемого соотношения установленных мощностей ВЭУ и СЭУ.

Удельные затраты на строительство СЭУ определяются по формуле:

 (1.2)

где *N*уст.СЭУ – установленная мощность СЭУ в комбинированном источнике.

Затраты на АБ, ЗАБ определяются исходя из потребностей потребителя резервировать электрическую энергию. Большое количество АБ позволяет резервировать большое количество электрической энергии, но в свою очередь, резко увеличивает капитальные затраты на строительство комбинированного источника.

Затраты на инвертор ЗИН определяются из запросов мощности потребителя и необходимой надежности. Более мощные и более надежные инверторы обладают более высокой стоимостью.

Капитальные затраты на строительство комбинированного энергоисточника ККОМБ определяется как сумма всех вышеперечисленных затрат:

 (1.3)

Ежегодная выработка ВЭУ, *W*ВЭУ определяется по алгоритмам, представленным в 2 и 4 разделах II тома.

Ежегодная выработка CЭУ, *W*СЭУ определяется по алгоритмам, представленным в 2 и 4 разделах III тома.

Ежегодные издержки ВЭУ ИВЭУ, определяются по алгоритмам, представленным в 4 разделе II тома.

Ежегодные издержки СЭУ ИСЭУ, определяются по алгоритмам, представленным в 4 разделе III тома.

Выработка электроэнергии комбинированной системой, *W*комб определяется как сумма выработанной энергии ВЭУ и СЭУ:

 (1.4)

Расчет производится исходя из допущения, что вся выработанная электроэнергия ВЭУ потреблена нагрузкой.

Себестоимость электрической энергии производимой ВЭУ, определяется по формуле:

 (1.5)

Себестоимость электрической энергии производимой СЭУ, определяется по формуле:

 (1.6)

Себестоимость электроэнергии, Скомб определяется по формуле:

 (1.7)

Объем «вытесненного» дизельного топлива будет определяться по формуле:

 (1.8)

Денежный эквивалент «вытесненному» дизельному топливу ЗДТ, руб определяется по формуле:

 (1.9)

где ЦДТ – цена за литр дизельного топлива.

Срок окупаемости комбинированного источника ТОК рассчитан по формуле [1]:

 (1.10)

где ЦТ – текущий тариф на электрическую энергию (себестоимость электрической энергии от ДЭС). Для источников электрической энергии на дизельном топливе определяется, как стоимость 0,3 литра топлива за 1 кВт\*ч выработанной электрической энергии.

## 1.5 Состав оборудования солнечно – дизельной электростанции

Рассмотрим пример состава солнечно – дизельной электростанции для поселка Куртюл Балахтинского района Красноярского края. Дефицит мощности села составляет 40 кВт. В настоящее время эта мощность покрывается дизельным генератором. Среднегодовой суточный график нагрузки поселка составляет 40 кВт – 4 часа, 20 кВт – 8 часов, 10 кВт – 12 часов. Таким образом, среднесуточное потребление энергии поселка составляет 440 кВтч, а годовое составляет 160,6 МВт\*ч.

Проведем расчет для случая, когда 50% потребляемой энергии вырабатывается солнечной установкой, а 50% дизельным генератором. Для выработки 80 МВт\*ч электроэнергии в год, потребуется СЭУ установленной мощностью 50кВт. Необходимая установленная мощность может быть набрана из 8 – ми установок Naps Финляндия СЭС – 4000/6,0 кВт.

По факту выбранного оборудования, годовая выработка электроэнергии фотоэлектрическими панелями осуществляется только в дневное время и составляет 76,8 МВт\*ч. Таким образом, вырабатываемая солнечная энергия полностью потребляется поселком в процессе выработки и в накоплении не нуждается. Колебания выработки солнечной энергии в дневное время будет демпфироваться за счет дизельной установки. Аккумуляторная батарея небольшой мощности должна быть установлена, чтобы компенсировать быстрые изменения генерируемой мощности солнечных батарей (например, при переменной облачности или резких колебаниях ветра) и обеспечить тем самым более равномерную нагрузку дизель – генератора, или в случае выхода из строя генератора необходимо в течение одного часа поддерживать максимальное энергопотребление поселка. Для этого необходимо иметь аккумуляторную батарею мощностью 40 кВт. При напряжении одной аккумуляторной батареи 12,6 В и токе 200 Ач, потребуется 16 аккумуляторных батарей. Для преобразования электроэнергии постоянного тока в энергию переменного тока потребуется 8 инверторов работающих параллельно.

## 1.6 Расчет ТЭО солнечно – дизельной электростанции

Расчет составляющих капитальных затрат СЭУ в составе комбинированной электростанции проведен в соответствии с методиками расчета представленными в разделе 4, а так же в п.1.2 текущего раздела. Капитальные затраты СЭУ приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Составляющие капитальных затрат СЭУ в составе солнечно – дизельной электростанции

|  |  |
| --- | --- |
| Состав капитальных затрат КСЭУ, руб. | Naps Финляндия  СЭС – 4000/6,0 кВт |
| Стоимость 1 электроустановки ЦСЭУ, руб. | 850000 |
| НДС (18%), руб. | 153000 |
| Таможенные платежи ЗТАМ, руб | – |
| Доставка ЗДОСТ, руб. | 16000 |
| Стоимость трекера | 230000 |
| Строительство фундамента ЗФ, руб. | 59500 |
| СМР ЗСМР, руб | 85000 |
| Капитальные затраты на строительство КСЭУ, руб. | 1393500 |
| Количество СЭУ, шт | 8 |
| Затраты на аккумуляторную батарею, руб | 208000 |
| Капитальные затраты, руб | 12812000 |

Таблица 1.2 – технико-экономические показатели СЭУ в составе солнечно – дизельной электростанции

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Компания поставщик |
| Naps Финляндия  СЭС – 4000/6,0 кВт |
| Ежегодная выработка э/э СЭУ, МВт\*ч | 76,8 |
| Годовое потребление э/э потребителем, МВт\*ч | 160,6 |
| Ежегодные издержки СЭУ, тыс.руб/год | 136,0 |
| Себестоимость электроэнергии СЭУ, руб/кВтч | 8,4 |
| Объем вытесненного дизельного топлива, л | 23040 |
| Стоимость дизельного топлива, руб/л | 32,0 |
| Денежный эквивалент вытесненному топливу, тыс.руб | 737,280 |
| Удельная выработка СЭУ кВтч/кВт | 1600 |
| Удельные затраты на строительство, руб/кВт | 266916,6 |
| Себестоимость электроэнергии от комбинированной системы, руб/кВтч | 10,3 |
| Срок окупаемости, лет | 15,9 |
| NPV, млн. руб. | 12,27 |
| IRR, % | 29% |

## 1.7 Солнечно – ветродизельные источники электрической энергии

## 1.7.1 Область использования

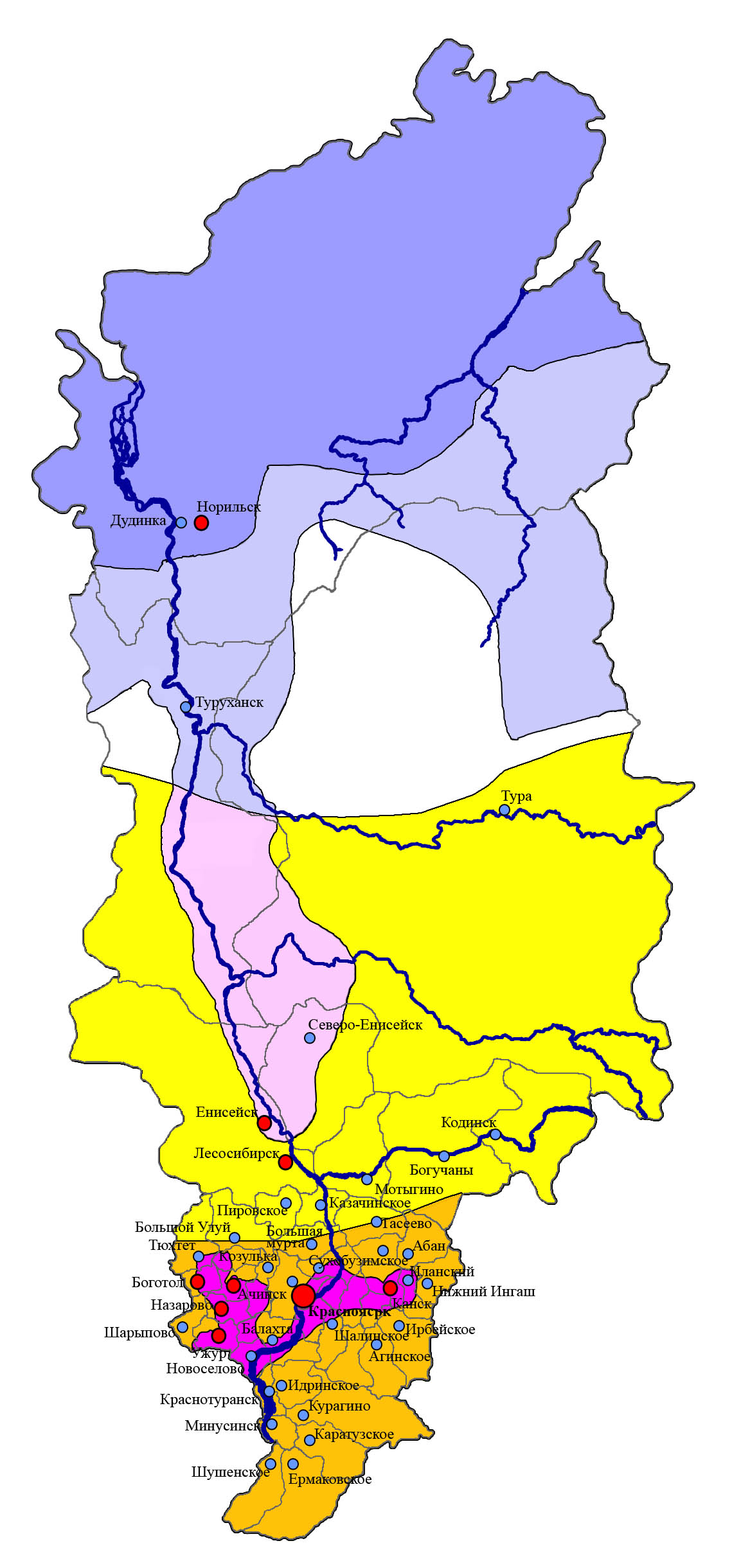
На половине территории Красноярского края, скорость ветра летом сравнительно небольшая, но достаточно много солнца и продолжительный световой день. В то время как зимой, наоборот, много сильных ветров и меньше солнечного света. Поскольку пик работ по производству электроэнергии у ветровой и солнечной систем приходится на различное время суток и года, то гибридная система, соответственно, производит энергии больше, и тогда, когда это действительно необходимо.

Главным элементом системы является ветрогенератор, который производит электроэнергию и заряжает аккумуляторные батареи. Для того, чтобы система не зависела от наличия или отсутствия одного из энергетических ресурсов и работала более стабильно и эффективно, мы добавили фотоэлектрические модули, которые генерируют электроэнергию от солнца и заряжают батареи системы. Такая «гибридная» ВЭУ ветроэнергетическая электрогенераторная установка работает как автономно – вне электрических сетей, так и с использованием городской сети или сети генератора.

При отсутствии ветра и солнца, система продолжит снабжать электроэнергией от аккумуляторных батарей, а когда иссякнет заряд батарей, переключится на работу от городской электрической сети или от генератора, которые обеспечат потребителей электроэнергией, и зарядят батареи.

Солнечно – ветровые станции перспективно использовать в зонах с высоким ветроэнергетическим и солнечным потенциалом. Географические и климатические особенности Красноярского края заключаются в том, что зоны высокого ветроэнергетического потенциала (северная часть края) и зона высокого солнечного потенциала (южная часть края) находятся на существенном удалении друг от друга.

Согласно проведенным исследованиям, на территории Красноярского края имеются 3 зоны, где возможно использование комбинированных ветро – солнечных источников электроснабжения (рисунок 1.2). I зона характеризуются невысокими ветровым и средним солнечным потенциалами. II зона характеризуется высоким солнечным потенциалом и невысоким ветровым энергетическим потенциалом. Зона III характеризуется высоким солнечным потенциалом и низким ветровым. Наиболее перспективной к развитию комбинированных источников энергии следует отнести II зону. Предпочтение следует отдать солнечной энергетике, т.к. на указанной территории ее потенциал максимален и хорошо прогнозируется. Ветроэнергетический потенциал, в свою очередь, не имеет характерной суточной зависимости. Проведем анализ размещения комбинированной солнечно – ветродизельной установки для зоны II.

****

I

III

II

– зона с высоким солнечным потенциалом;

– зона со средним солнечным потенциалом;

– зона с высоким ветровым потенциалом;

– зона со средним солнечным потенциалом;

– I зона со средними солнечным и ветропотеницалами;

– II зона с высоким солнечным и средним ветропотеницалом;

Рисунок 1.2 – Области целесообразного размещения комбинированных ВЭУ

## 1.7.2 Состав оборудования для солнечно – ветродизельной электростанции

Рассмотрим пример компоновки гибридной ВЭУ для электроснабжения с. Куртюл Балахтинского района Красноярского края. Дефицит мощности села составляет 40 кВт. В настоящее время эта мощность покрывается дизельным генератором. Среднегодовой суточный график нагрузки поселка составляет 40 кВт – 4 часа, 20 кВт – 8 часов, 10 кВт – 12 часов. Таким образом среднесуточное потребление энергии поселка составляет 440 кВтч.

Для снижения себестоимости вырабатываемой электроэнергии целесообразно часть вырабатываемой энергии переложить на комбинированную ветро – солнечную установку, с возможностью их параллельной работы. Расчет технико-экономических показателей гибридной установки будем вести из условия, что она должна покрывать 50, 70 и 100% потребности населенного пункта в электроэнергии. На основании проведенных расчетов будем принимать решение о комплектации и установленной мощности оборудования.

С учетом графика нагрузки поселка, годовое потребление энергии составляет 160,6 МВт\*ч. Причем среднегодовое потребление электроэнергии в течение светового дня составляет 116,8 МВт\*ч, а в темное время суток 43,8 МВт\*ч. В качестве примера приведем расчет исходя из условия, что установка покрывает 50% потребляемой поселком энергии. Расчеты остальных вариантов будут сведены в таблицу. По факту выбранного оборудования

## 1.7.3 Выбор соотношения мощностей между солнечной и ветряной установками работающими параллельно с дизелем

Важным вопросом при проектировании комбинированной ветро – солнечной установки является выбор соотношения мощностей солнечной и ветряной установки. В зависимости от годовой выработки электроэнергии в конкретных климатических условиях тем или иным источником энергии можно сделать вывод о том, какой из источников в гибридной установке будет выполнять функции основного, а какой вспомогательного, и какое соотношение установленной мощности будет приходиться на тот или иной источник. В таблице 1.1. Приведены данные по удельной годовой выработке электроэнергии СЭУ и ВЭУ в пересчете на 1 кВт установленной мощности оборудования для Балахтинского района.

Для солнечно – ветродизельных электростанций предлагается использовать стандартные серийные ВЭУ известных отечественных и зарубежных производителей. В условиях центральных и южных районов Красноярского края рекомендуется использовать ВЭУ малой мощности. Комбинированный источник может состоять из одной или нескольких ВЭУ и солнечных панелей.

Исходя из приведенных в разделе 4 и 5 результатов расчета можно сделать вывод, что для климатических условий расположения поселка Куртюл, основным источником гибридной установки будет являться СЭУ, так как выработка годовой энергии единицей установленной мощности СЭУ больше. Так, для установок Hummer H8.0 – 10000W, Сапсан 5000 и ВЭУ 3, которые являются наиболее эффективными в данных климатических условиях, относительная годовая выработка составляет соответственно 1,12, 1,12 и 1,13 МВт\*ч/кВт. В то же время для солнечных энергетических установок всех рассмотренных типов эта величина составляет 1,6 МВт\*ч/кВт, что приблизительно на 30% больше. С учетом вышесказанного, можно принять следующее соотношение между установленными мощностями гибридной установки: 2/3 установленной мощности гибридной установки должно принадлежать солнечным батареям, 1/3 – ветряной установке.

**I Вариант.** За счет гибридной ветро – солнечной установки необходимо обеспечить годовую выработку в размере 50% от потребляемой поселком электроэнергии, что составляет 80 МВт\*ч. При этом 53,3 МВт\*ч должно вырабатываться фотоэлектрическими панелями, а 26,7 МВт\*ч – ветроустановкой. В пересчете на мощность оборудования получаем, что для покрытия потребности указанного населенного пункта в электроэнергии установленная мощность солнечных батарей должна составлять 30 кВт, а установленная мощность ветроустановки 25 кВт. Полная установленная мощность гибридной ветро – солнечной электростанции составляет 55 кВт.

Исходя из предварительно проведенных в разделе 4 технико-экономических расчетов окончательно принимаем, что в состав гибридной установки будет входить: СЭУ Naps 4000/6 – 6 шт; ВЭУ Hummer H8.0 – 10000W – 2 шт.

**II вариант.** За счет гибридной ветро – солнечной установки необходимо обеспечить годовую выработку в размере 100% от потребляемой поселком электроэнергии, что составляет 160,6 МВт\*ч. Дизельная установка при этом будет находиться в резерве и подключаться при неблагоприятных погодных условиях, когда выработка энергии от гибридной ветро – солнечной установки не обеспечивает потребность поселка. При этом 107,1 МВт\*ч должно вырабатываться фотоэлектрическими панелями, а 53,5 МВт\*ч – ветроустановкой. В пересчете на мощность оборудования получаем, что для покрытия потребности указанного населенного пункта в электроэнергии установленная мощность солнечных батарей должна составлять 67 кВт, а установленная мощность ветроустановки 48 кВт. Полная установленная мощность гибридной ветро – солнечной электростанции составляет 115 кВт.

Исходя из проведенных в 4 разделе 4 тома технико-экономических расчетов принимается в состав гибридной установки СЭУ Naps 4000/6. Рекомендуемое количество СЭУ – 11 шт. Исходя из проведенных в 5 разделе 2 тома технико-экономических расчетов принимается в состав гибридной установки ВЭУ Hummer H8.0 – 10000W. Рекомендуемое количество ВЭУ – 5 шт.

## 1.7.4 Выбор аккумуляторных батарей

**I Вариант.** Количество аккумуляторных батарей ветро – солнечной установки должно рассчитываться из следующих соображений. Среднегодовое потребление электроэнергии в течение светового дня составляет 116,8 МВт\*ч, а в темное время суток 43,8 МВт\*ч. По факту выбранного оборудования, годовая выработка электроэнергии фотоэлектрическими панелями осуществляется только в дневное время и составляет 58,7 МВт\*ч, а годовая выработка ветроустановкой, осуществляющаяся преимущественно в темное время суток и составляет 22,4 МВт\*ч. Таким образом, вырабатываемая солнечная энергия полностью потребляется поселком в процессе выработки и в накоплении не нуждается. Колебания выработки солнечной энергии в дневное время будет демпфироваться за счет дизельной и ветряной установки. Аккумуляторная батарея небольшой мощности должна быть установлена, чтобы компенсировать быстрые изменения генерируемой мощности солнечных батарей (например, при переменной облачности или резких колебаниях ветра) и обеспечить тем самым более равномерную нагрузку дизель – генератора, или в случае выхода из строя генератора необходимо в течение одного часа поддерживать максимальное энергопотребление поселка. Для этого необходимо иметь аккумуляторную батарею мощностью 55 кВт. При напряжении одной аккумуляторной батареи 12,6 В и токе 200 Ач, потребуется 21 аккумуляторная батарея.

**II Вариант.** По факту выбранного состава оборудования годовая выработка электроэнергии фотоэлектрическими панелями осуществляется только в дневное время и составляет 107,6 МВт\*ч, а годовая выработка ветроустановкой, осуществляющаяся преимущественно в темное время суток и составляет 56 МВт\*ч. Суммарная выработка гибридной установкой составляет 163,6 МВт\*ч, что превышает потребность поселка в энергии на 3 МВт\*ч. Избыток вырабатываемой энергии может быть запасен в аккумуляторах и расходоваться днем или в режиме неблагоприятных погодных условий. Исходя из соображений принятых в первом варианте, для работы установки потребуется 21 аккумуляторная батарея.

## 1.7.5 Расчет ТЭО комбинированной солнечно – ветровой электростанции

Капитальные затраты на одну ВЭУ и СЭУ определяются исходя из предложений 4 раздела II тома. Расчет капитальных затрат на типовые ВЭУ и СЭУ принятые в составе комбинированных установок представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3– Расчет капитальных затрат на строительство 1 типовой ВЭУ в составе комбинированной электростанции

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состав капитальных затрат К, руб. | Hummer  H8.0 – 10000W | Naps Финляндия СЭС – 4000/6,0 кВт |
| Стоимость 1 электроустановки Ц, руб. | 804000 | 850000 |
| НДС (18%), руб. | 144720 | 153000 |
| Таможенные платежи ЗТАМ, руб | 40200 | – |
| Доставка ЗДОСТ, руб. | 140000 | 16000 |
| Стоимость трекера, руб | – | 230000 |
| Строительство фундамента ЗФ, руб. | 49000 | 59500 |
| СМР ЗСМР, руб | 70000 | 85000 |
| Капитальные затраты на строительство К, руб. | 2072720 | 1393500 |

Расчет капитальных затрат солнечно – ветровой электростанции представлен в таблице 1.4. На основании данных таблицы 1.4 в соответствии с методикой представленной в разделе 1.2 проводится расчет ТЭО солнечно – ветродизельной электростанции, результаты которого приведены в таблице 1.5

Таблица 1.4 Расчет капитальных затрат солнечно – ветровой электростанции

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первый вариант состава комбинированной электростанции | | | | | | |
|  | | Naps Финляндия СЭС – 4000/6,0 кВт | | Hummer  H8.0 – 10000W | | Комбинированная электростанция |
| Количество, шт | | 6 | | 2 | | 1 |
| Установленная мощность, кВт | | 36 | | 20 | | 56 |
| Капитальные затраты на строительство | | 8361000 | | 4145440 | | 12506440 |
| Удельные затраты на строительство руб/кВт | | 232250 | | 207272 | | 223329 |
| Затраты на АБ | | 273000 | | – | | 273000 |
| Затраты на инвертор | | 522000 | | – | | 522000 |
| Капитальные затраты | | 9156000 | | 4145440 | | 13301440 |
| Второй вариант состава комбинированной электростанции | | | | | | |
|  | Naps Финляндия СЭС – 4000/6,0 кВт | | Hummer  H8.0 – 10000W | | Комбинированная электростанция | |
| Количество, шт | 11 | | 5 | | 1 | |
| Установленная мощность, кВт | 66 | | 50 | | 116 | |
| Капитальные затраты на строительстворкб/кВт | 15328500 | | 10363600 | | 25692100 | |
| Удельные затраты на строительство руб/кВт | 232250 | | 207272 | | 221483 | |
| Затраты на АБ, руб | 273000 | | – | | 273000 | |
| Затраты на инвертор, руб | 957000 | | – | | 957000 | |
| Капитальные затраты, руб | 16558500 | | 10363600 | | 26922100 | |

Таблица 1.5 – Расчет ТЭО комбинированной солнечно – ветродизельной установки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Комбинированная электростанция (КВСЭ) | |
| Вариант I | Вариант II |
| Ежегодная выработка э/э КВСЭ, МВт\*ч | 81,1 | 163,6 |
| Годовое потребление э/э потребителем, МВт\*ч | 160,6 | |
| Ежегодные издержки КВСЭ, тыс.руб/год | 225,1 | 420,4 |
| Себестоимость электроэнергии КВСЭ, руб/кВтч | 10,3 | 10,2 |
| Объем вытесненного дизельного топлива, л | 24330 | 49080 |
| Стоимость дизельного топлива, руб/л | 32 | |
| Денежный эквивалент вытесненному топливу, тыс.руб | 778560 | 1570560 |
| Срок окупаемости, лет | 17,4 | 17,1 |
| NPV, млн. руб. | -0,21 | 27,67 |
| IRR, % | 19% | 30% |

## Выводы к разделу 1

Использование комбинированных ветродизельных станций перспективно на северных территории Таймырского Долгано – Ненецкого муниципального района (себестоимость электрической энергии от 3 руб./кВт\*ч, срок окупаемости от 4 лет).

Как показывают проведенные расчеты, использование солнечно – дизельных и солнечно – ветродизельных электростанций позволяет максимально использовать потенциал территорий Красноярского края в отношении возможности возобновляемых источников энергии. При относительно высоких капитальных затратах на строительство таких объектов, срок их окупаемости при нынешних тарифах на электроэнергию полученную от дизельных электростанций составляет 15 – 20 лет, с перспективой снижения при росте тарифов от традиционных источников энергии. Расчетная себестоимость электроэнергии от комбинированных электростанций составляет 8 – 10 рублей, что приблизительно на 2 – 4 рубля ниже себестоимости электроэнергии дизельных электростанций.

# РАЗДЕЛ 2. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ НА БАЗЕ ВИЭ

## 2.1 Геотермальная энергетика

Геотермальная энергетика – это направление энергетики, основанное на производстве энергии за счёт тепла, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях (ГеоТЭС).

Первая централизованная система теплоснабжения на геотермальной энергии заработала в XIV веке во Франции. А первое промышленное использование началось в 1827 году в Италии, когда с помощью пара извлекали борную кислоту из содержимого грязевых вулканов. 4 июля 1904 года в Лардерелло, Италия, Пьеро Джинори Конти провел первый в мире эксперимент по производству электроэнергии из геотермального пара. А через 9 лет, в 1913 г. в Италии в Лардерелло была запущена в промышленную эксплуатацию первая ГеоТЭС мощностью 0.25 МВт, действующая до сих пор.

В США отопительная система, работающая исключительно на геотермальной энергии, появилась в 1892 году. Позднее, в 1926 году, гейзеры начали применять для нагревания теплиц в Исландии, а впоследствии – и для отопления домов. Сейчас теплоснабжение в столице Исландии – Рейкьявике полностью осуществляется термальными водами.

Используя изобретенный Уильямом Томсоном еще в 1852 году тепловой насос, инженер Генрих Цоелли в 1912 году запатентовал идею применения данного насоса для извлечения пара из – под земли. Однако задумку удалось реализовать лишь в конце 1940 – ых. В 1946 году Джон Дональд Крокер сконструировал и продемонстрировал первый коммерческий вариант теплового насоса. А в 1948 году профессор Университета штата Огайо Карл Нильсен построил подобную установку около своего дома.

В 1960 году в США в штате Калифорния начала действовать первая успешная ГеоТЭС мощностью 11 МВт. Технология стала довольно популярной в Швеции после нефтяного кризиса 1973 года, но все еще принималась довольно холодно по всему миру. Однако после изобретения в 1979 году полибутиленовых труб эффективность использования геотермальной энергии существенно увеличилась.

В 2004 году отмечалось 50 – летие Российской геотермальной энергетики. 15 марта 1954 г. Президиум Академии Наук СССР принял решение создать Лабораторию по исследованию геотермальных ресурсов в Петропавловске – Камчатском. В 1966 г. на Камчатке была построена и запущена в эксплуатацию первая ГеоТЭС на реке Паужетка мощностью 5 МВт с традиционным циклом. К 1980 г. мощность Паужетской ГеоЭС была доведена до 11 МВт. В 1967 г. заработала Паратунская ГеоЭС с бинарным циклом, построенная на основе разработанной и запатентованной С. Кутателадзе и Л. Розенфельдом уникальной технологии бинарного цикла для получения электроэнергии. Патент у СССР был тогда куплен многими странами. Особенно преуспели в развитии этой технологии в Израиле, куда позже эмигрировала группа советских специалистов и основала компанию «Ормат». Новый импульс развитию геотермальной энергетике на Камчатке был придан в 90 – е годы с появлением организаций и, которые в кооперации с промышленностью разработали новые прогрессивные схемы, технологии и виды оборудования по преобразованию геотермальной энергии в электрическую. В результате в 1999г. на Камчатке была введена Верхне – Мутновская ГеоТЭС (три модуля по 4мВт.). В 2011 году введен блок 25мВт, второй очереди Мутновской. В настоящее время общая мощность энергообъектов на Камчатке составляет 73 МВт. Это Паужетская ГеоЭС мощностью 11 МВт, Верхне – Мутновская ГеоЭС (12 МВт) и Мутновская ГеоЭС (50 МВт). Это составляет 25 % потребности региона в электроэнергии, что позволяет даже в случае прекращения поставок мазута на полуостров решить стратегическую задачу обеспечения электроэнергией жилого сектора и жизненно важных объектов. На Курилах работают две ГеоЭС – мощностью 2,6 МВт (на о. Кунашир) и 6 МВт. (на о. Итуруп) [1].

Рисунок 2.1 – Верхне – Мутновская

ГеоТЭС

Также наиболее перспективными регионами для практического использования геотермальных ресурсов на территории России являются Северный Кавказ, Западная Сибирь, Прибайкалье, Приморье, Охотско – Чукотский вулканический пояс [2].

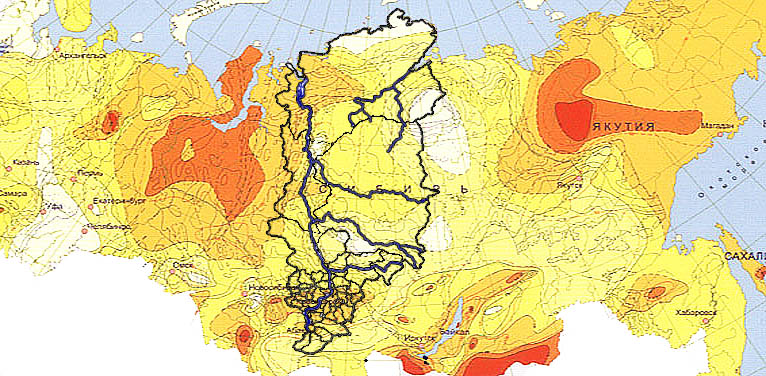


Рисунок 2.2 – Геотермическое районирование России

– перспективные для «прямого» использования геотермальных ресурсов;

– районы возможные для теплоснабжения зданий с помощью тепловых насосов;

– районы не пригодные для теплоснабжения зданий с помощью геотермальных ресурсов.

В Санкт – Петербургском государственном горном институте были разработаны основные концепции и создана первая методика геолого – экономической оценки геотермальных ресурсов России. Исследовалась плотность прогнозных ресурсов геотермального теплоснабжения более чем в 3000 пунктах России. Результаты исследования приведены в таблице 2.2.

В России геотермальная энергия занимает первое место по потенциальным возможностям ее использования. Общий тепловой потенциал ресурсов геотермальной энергии России эквивалентен 1702 трлн. т у.т. Технически доступные ресурсы геотермальной энергии для нужд теплоснабжения составили 70/20 °С – 56,9 трлн. т у.т., в том числе для нужд отопления – 30,5 трлн. т у.т. Энергетический потенциал технически доступного, экономически целесообразного и экологически чистого альтернативного источника энергии для России составляет 44,6 трлн. т для нужд теплоснабжения (70/20 °С, в том числе для отопления – 16,4 трлн. т у.т.) [3]. Основная часть данного потенциала приходится на территорию Дальнего Востока.

Таблица 2.1 – Геотермальные ресурсы территории России

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регионы | Прогнозные ресурсы теплоснабжения, т у.т. | | | | |
| потенциальные | технически доступные | | экономически целесообразные | |
| 70/20 °С | 90/40 °С | 70/20 °С | 90/40 °С |
| Северный | 132 | 3,7 | 1,1 | 3,4 | 0,95 |
| Северо – Западный | 18 | 0,9 | 0,2 | 0,6 | 0,1 |
| Центральный | 35 | 1,5 | – | 0,99 | – |
| Центрально – Черноземный | 19 | 5,7 | 1,3 | 4,8 | 0,07 |
| Волго – Вятский | 12 | 0,54 | – | 0,37 | – |
| Поволжский | 59 | 2,7 | 1,49 | 2,1 | 1,37 |
| Северо – Кавказский | 45 | 1,86 | 1,35 | 1,6 | 0,97 |
| Уральский | 64 | 1,2 | 0,36 | 0,6 | 0,18 |
| Западно – Сибирский | 258 | 9,8 | 7,4 | 8,2 | 3,8 |
| Восточно – Сибирский | 364 | 7,9 | 5,4 | 5,1 | 1,86 |
| Дальневосточный | 696 | 21,1 | 11,9 | 16,8 | 6,15 |
| Калининградская область | – | – | – | 0 | 0 |
| Итого по России | 1702 | 56,9 | 30,5 | 44,64 | 16,44 |

В настоящее время разведка и эксплуатация геотермальных месторождений ведется более чем в 70 странах мира, в 60 странах освоено промышленное использование геотермальной энергии. В 2000 году в мире действовали промышленные геотермальные тепловые станции в 58 странах с общей установленной мощностью 16,4 тыс. МВт (т) и годовой выработкой 192 тыс. ТДж/г, что позволило сэкономить 8,2 млн. т у.т. (таблица 2.2) [4].

Расходы на исследования и разработку (бурение) геотермальных полей составляют до 50% всей стоимости ГеоТЭС, и поэтому стоимость электроэнергии, вырабатываемой на ГеоТЭС, довольно значительна. Однако отсутствие транспортных расходов на топливо, возобновляемость геотермальной энергии и экологическая чистота производства электроэнергии и тепла позволяют геотермальной энергетике успешно конкурировать на энергетическом рынке и в некоторых случаях производить более дешёвую электроэнергию и тепло, чем на традиционных ТЭЦ. Для удалённых районов ГеоТЭС имеют безусловное преимущество перед ТЭЦ и дизельными станциями, работающими на привозном топливе.

Таблица 2.2 – Тепловое использование геотермальной энергии в 10 странах мира

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Страна | Тепловая мощность, МВт⋅т | Произведенная энергия, TДж/г | Экономия топлива, тыс. т/г |
| 1 | Китай | 2282 | 37908 | 1630,04 |
| 2 | Япония | 1166 | 27515 | 1183,15 |
| 3 | Соединенные Штаты | 3766 | 20302 | 872,99 |
| 4 | Исландия | 1469 | 20170 | 867,31 |
| 5 | Турция | 820 | 15756 | 677,51 |
| 6 | Новая Зеландия | 308 | 7081 | 304,48 |
| 7 | Грузия | 250 | 6307 | 271,20 |
| 8 | Россия | 307 | 6132 | 263,68 |
| 9 | Франция | 326 | 4895 | 210,49 |
| 10 | Швеция | 377 | 4128 | 177,50 |
|  | Всего в 58 странах | 16407 | 191524 | 8235,53 |

Применительно схемы работы ГеоТЭС, то она достаточно проста. Вода, через специально пробуренные отверстия, закачивается глубоко под землю, в те слои земной коры, которые естественным образом довольно сильно нагреты. Просачиваясь в трещины и полости горячего гранита, вода нагревается, вплоть до образования водяного пара, и по другой, параллельной скважине поднимается обратно. После этого горячая вода поступает непосредственно на электростанцию, в теплообменник, и её энергия преобразуется в электрическую. Это происходит посредством турбины и генератора, как и во многих других типах электростанций. В другом варианте геотермальной электростанции, используются природные гидротермальные ресурсы, т.е. вода, нагретая до высокой температуры в результате естественных природных процессов. Однако область использования подобных ресурсов значительно ограничена наличием особых геологических районов. В этом случае в теплообменник поступает уже нагретая вода, выкачанная из земных недр. В другом случае – вода в результате высокого геологического давления, поднимается самостоятельно, через специально пробуренные отверстия. Это, так скажем, общий принцип работы геотермальной электростанции, который подходит для всех их типов. По своему техническому устройству, геотермальные электростанции подразделяются на несколько видов:

* геотермальные электростанции на парогидротермах – это электростанции, в которых используется уже нагретая природой вода;
* двухконтурная геотермальная электростанция на водяном паре. В таких электростанциях имеется специальный двухконтурный парогенератор, позволяющий генерировать «добавочный» пар. Иными словами на «горячей» стороне парогенератора используется геотермальный пар, а на «холодной» его стороне генерируется вторичный пар, полученный из подведенной воды;
* двухконтурная геотермальная электростанция на низкокипящих рабочих веществах. Область применения таких электростанций – использование очень горячих (до 200 градусов) термальных вод, а также использование дополнительно воды на месторождениях парогидротерм [5].

В настоящее время существует три схемы производства электроэнергии с использованием геотермальных ресурсов: прямая с использованием сухого пара, непрямая с использованием водяного пара и смешанная схема производства (бинарный цикл). Тип преобразования зависит от состояния среды (пар или вода) и ее температуры. Первыми были освоены электростанции на сухом пару. Для производства электроэнергии на них пар, поступающий из скважины, пропускается непосредственно через турбину/генератор. Электростанции с непрямым типом производства электроэнергии на сегодняшний день являются самыми распространенными. Они используют горячие подземные воды (температурой до 182 °С) которая закачивается при высоком давлении вгенераторные установки на поверхности. Геотермальные электростанции со смешанной схемой производства отличаются от двух предыдущих типов геотермальных электростанций тем, что пар и вода никогда не вступают в непосредственный контакт с турбиной/генератором [6].

Геотермальные ресурсы и возможности их использования определяются температурой источника тепла и температурным градиентом. Температур­ный (геотермический) градиент g(°С/км) является наиболее важным пара­метром, он показывает температуру тепла в слое Земли толщиной 1 км. В за­висимости от значения этих показателей определяют геотермальные районы.

Поверхность планеты принято делить на три геотермальных района: ги– пертермальный, полутермальный и нормальный. Гипертермальный район, с температурным градиентом более 80°С/км, наиболее предпочтителен для строительства геотермальных электрических станций. Полутермальный рай­он имеет температурный градиент от 40 до 80°С/км. Качество геотермальной энергии обычно невысокое, и лучше её использовать непосредственно для теплоснабжения зданий и других сооружений. Нормальный термальный рай­он с температурным градиентом менее 40°С/км относится к малоперспектив­ным при использовании тепла Земли. Такие районы занимают самую обшир­ную территорию, тепловой поток составляет в среднем 0,06Вт/м [7].

**Выводы.** По географическому положению Красноярский край находится в зоне с нормальным температурным градиентом (рис.2.2). Красноярский край имеет ряд географических особенностей, препятствующих развитию геотермальной энергетики:

– Красноярский край расположен на древних территории древних складчатостей и Среднесибирской низменности. Геотермальные ресурсы расположены на большой глубине (более 100 м), что приведет к большим капитальным затратам при строительстве ГеоТЭС.

– На сегодняшний день на территории края не имеется известных точечных месторождений геотермальных ресурсов, где геотермальные воды подходили бы достаточно близко к поверхности земли и имели температуру более 90 °С, чтобы их использование было экономически целесообразно.

**Выводы.**

Использование геотермальной энергетики на территории Красноярского края экономически не целесообразно поскольку на территории края не имеется действующих геотермальных месторождений, перспективных к использованию в области геотермальной энергетики.

## 2.2 Тепловые насосы

Одним их приоритетных направлений развития альтернативной энергетики в мире является освоение низкопотенциальной энергии Земли (тепла грунта, грунтовых вод и поверхностных водоемов, аккумулированное в поверхностных слоях земной коры). Низкопотенциальные геотермальные ресурсы (НГР) могут использоваться для обеспечения тепло- и хладоснабжения (кондиционирования), горячего водоснабжения зданий и сооружений всех типов, а также энергоснабжения технологических процессов. Технология их освоения заключается в использовании систем извлечения энергии, ее обработки и доставки теплоносителя к потребителю. Главным компонентом подобных систем являются геотермальные тепловые насосы (ГТН).

**Геотермальные тепловые насосы** представляют собой устройства, осуществляющие обратный термодинамический цикл, благодаря чему низкопотенциальная энергия переносится на более высокий уровень. Помимо геотермального тепла, источником энергии для тепловых насосов может служить тепло сточных и оборотных вод, что позволяет параллельно решать проблему эксплуатации вторичных энергоносителей.

На сегодняшний день используются **парокомпрессионные геотермальные тепловые насосы (ПТН)**, работающие на хладонах, и адбсорционные геотермальные тепловые насосы (АТН), в которых рабочими веществами выступают вода и водный раствор бромистого лития. Однако, в связи с меньшей эффективностью и сложностью конструкции, АТН не получили распространения. Основными элементами парокомпрессионного теплового насоса являются компрессор, конденсатор, теплообменник, испаритель и регулятор потока. Рабочее тело – хладон – может находиться в жидком или газообразном состоянии. В зависимости от комбинации «источник низко потенциальной энергии-агрегатное состояние рабочего тела» выделяют четыре типа ПТН: «грунт-вода», «грунт-воздух», «вода-вода», «вода-воздух». Главные технические характеристики геотермальных насосов – **коэффициент преобразования** (КП, рассчитывается как соотношение полученной и затраченной энергии) и **тепловая мощность**(количество вырабатываемого тепла). По уровню тепловой мощности ПТН делятся на маломощные (до 20 кВт), среднемощные (21-100 кВт) и высокомощные (свыше 100 кВт).

|  |
| --- |
| http://stroysovet.by/images/teplovoi_nasos/teplovoi_nasos5.jpg |
| Рисунок 2.3 – Замкнутая система с горизонтальным теплообменником в наземном водоеме |

Системы теплохладоснабжения и горячего водоснабжения на базе ПТН делятся на:

– открытые, работающие посредством перекачивания грунтовых вод;

– замкнутые, использующие тепло грунта или наземных водоемов (рисунок 2.3) и работающие на основе циркуляции рабочего тела по замкнутому контуру, находящему под землей (теплообменнику).

Замкнутые системы, в свою очередь, делятся на системы с горизонтальным теплообменником (рисунок 2.4) и с вертикальным теплообменником (рисунок 2.5).Мировая практика использования парокомпрессионных геотермальных тепловых насосов насчитывает уже около 50 лет. Главными драйверами мирового рынка стали удорожание цен на традиционные энергоносители и государственное стимулирование их потребления.

|  |  |
| --- | --- |
| http://files.ecoteco.ru/images/2009/Tehnologii_12.06_swk_g.jpg | http://files.ecoteco.ru/images/2009/Tehnologii_12.06_ww_g.jpg |
| Рисунок 2.4 – Замкнутая система с горизонтальным теплообменником | Рисунок 2.5 – Замкнутая система с вертикальным теплообменником |

**Объем мирового рынка парокомпрессионных геотермальных тепловых насосов, который на протяжении последних 10 лет ежегодно увеличивался на 10-30%, к 2008 г. достиг 245 тыс. шт.**Основную часть мирового рынка составляют ПТН типа «грунт-вода/воздух».

Лидерами по объему потребления тепловых насосов являются страны Северной Америки – США и Канада, на которые приходится более половины установленных ПТН. В последние годы наиболее активно продвигался в этом направлении Азиатский регион, в частности, Китай, где рост рынка был обусловлен введением государственной поддержки и подготовкой к прошедшей Олимпиаде 2008 г.. В Швеции было введено в эксплуатацию 74 крупные (от 5 до 80 МВт) теплонаносные станции. Так, например, Стокгольмская теплонаносная станция, используя тепло воды Балтийского моря, производит 320 тыс. кВт тепловой энергии, себестоимость которой на 20% ниже, чем у газовой котельной.

Россия, несмотря на значительные возможности использования ГТН, значительно отстает от мировых лидеров. Первая попытка внедрения парокомпрессионных геотермальных тепловых насосов была сделана еще в конце 1980-х, но тогда технология не получила развития из-за экономической нецелесообразности, вытекающей из наличия значительных запасов и дешевизны энергетических ресурсов на территории страны. Возобновление интереса к тепловым насосам началось в 2000-х. За период с 2004 по 2007 г. объем российского рынка парокомпрессионных геотермальных тепловых насосов увеличился с 46 шт. до 627 шт. совокупной тепловой мощностью 15,65 МВт. Драйверами рынка стали:

– повышающееся напряжение в области энергоснабжения;

– рост объема ВВП;

– рост государственной поддержки развития возобновляемой энергетики;

– рост объемов строительства и увеличение автономных систем энергообеспечения;

Основной объем российского потребления приходится на жилищно-коммунальный и инфраструктурный (торговые, гостиничные, санаторно-курортные объекты и т.д.) секторы. Все чаще геотермальные тепловые насосы применяются и в индивидуальном жилищном строительстве. В промышленном строительстве также наметилась тенденция к увеличению спроса на тепловые насосы, что является следствием стремления компаний к сокращению собственных издержек. Например, на предприятиях «Руспромавто», «СеверстальАвто» внедряется система «Бережливое производство», разработанная и успешно действующая в автомобильном концерне Toyоtа. **Наибольшим спросом пользуются мало- и среднемощные парокомпрессионные геотермальные тепловые насосы.** Структура потребления относительно типов ПТН выглядит следующим образом: 86% – «грунт-вода/воздух», 14% – «вода-вода/воздух».Что касается географии потребления, то лидируют Московская, Ленинградская, Нижегородская, Новосибирская, Тюменская, Смоленская области, Краснодарский и Приморский край. Среди крупных проектов по внедрению ПТН можно назвать следующие:

– жилой дом в микрорайоне Никулино-2 Москвы;

– ООО «Первый Чешско-Российский Банк» (Москва);

– ОАО «Ирбис» (Московская область);

– торговый центр «Радуга» (Санкт-Петербург);

– торговый центр «Европа» в г. Калининград;

– торговый комплекс «Охотный ряд» (Москва);

– торговый центр «Версаль» в г. Новосибирск;

– торговый комплекс в г. Находка;

– гостиница в г. Сочи;

– административно-гостиничный центр площадью в г. Краснодар;

– средняя школа №2 площадью в г. Усть-Лабинске;

– административный центр площадью в г. Краснодар;

– гостиница площадью в г. Адлер;

– сеть супермаркетов «Ашан» (Мытищи, Марфино, Теплый Стан, Красногорск, Марьино, Алтуфьево, Рязанский проспект);

– торговый центр в г. Кропоткин;

– административно-производственное здание в г. Краснодар;

– гостиница в Туапсинском районе Краснодарского края;

– система отопления поселка Первомайское, г. Наро-Фоминск.

Имеется и опыт эксплуатации тепло насосных установок утилизации тепла сбросных и оборотных вод, первая из которых была запущена в 2001 г. на шахте «Осинниковская» ОАО УК «Кузнецкуголь».

Так имеет опыт внедрения тепловых насосов и в Красноярском крае. Так в жилом доме п. Манский установлен тепловой насос мощностью до 10 кВт.

Главная тенденция рынка парокомпрессионных геотермальных тепловых насосов – ужесточение конкурентной среды. Сейчас ведущие позиции занимают импортные поставщики (IVТVаrmepumpar, Thermia, Mammoth, StiebelEltronInternationalGmbH, Viessmann и др.). Лидерами рынка являются:

– IVT Varmepumpar (Швеция) ~ 45%;

– Thermia (Швеция) ~ 20%;

– Mammoth (США) ~ 6,7%;

– StiebelEltron International GmbH (Германия) ~ 6,7%

Что касается отечественных компании то наибольший объем продаж остается за предприятиями, работающими на рынке с 1990-2000-х годов – ЗАО «НПП «Энергия», ОАО «Киров-Энергомаш», ОАО «ФГУП «Рыбинский завод приборостроения».

В настоящее время в Красноярском крае так же существует компания по производству тепловых насосов ООО «Русэнергосистемы», которая так же разрабатывает и внедряет тепловые насосы. На данный момент данная компания поставляет на рынок тепловые насосы мощностью до 20 кВт, так же в данное время проходит опытные испытания установка мощностью до 30 кВт.

Применения тепловых насосов практически не имеет ограничений, определяющим фактором их применение является величина капитальные затраты. Широкому применение тепловых насосов мешает высокая стоимость капитальных затрат, так стоимость 1 кВт может изменятся в диапазоне от 300 до 1200 долларов. Так стоимость монтажных работ может доходить до 50 % от всей стоимости установки.

Как показала практика целесообразность применения ТН на примере Москвы и Московской области являются следующие факторы:

– теплоту окружающего воздуха целесообразно использовать в климатических зонах с достаточно высокой среднегодовой (не ниже +5 °С) температурой и со стабильными погодными условиями.

– возможности использования тепловых насосов на грунтовых и подземных водах ограничены территориями, где температура этих вод меньше +4,5 °С.

Кроме того при выборе мощности тепловой установки необходимо учитывать, что начиная с пятого года эксплуатации, многолетнее потребление тепловой энергии из грунтового массива системы теплосбора сопровождается периодическими изменениями его температуры. В связи с этим, при проектировании систем теплохладоснабжения, использующих тепло грунта, представляется необходимым учет падения температур грунтового массива, вызванного многолетней эксплуатацией системы теплосбора, и использование в качестве расчетных параметров, температур грунтового массива, ожидаемых на 5-ый год эксплуатации. Учитывай данный фактор при установке ТН использующих теплоту грунта, необходимо закладывать мощность на 15-30% выше от необходимого.

Данные факторы на прямую определяют конечную стоимость ТН. Так с учетом данных фактором по данным компании ООО «Русэнергосистемы» стоимость установки мощностью 20 кВт (использующая тепло грунта) с учетом всех затрат составляет около 640 000 рублей. При указанном уровне капитальных затрат, использование тепловых насосов экономически целесообразно при стоимость тепловой энергии более 7 000 руб./Гкалл. Существующие цены на тепловую энергию в центральных и южных районах существенно ниже указанной стоимости.

**Выводы.**

1) Использование тепловых насосов целесообразно на территории, где среднегодовые температуры составляют более +4,5…+5 оС. Среднегодовая температура в центральных и южных районах края -2…+1,6 оС.

2) В населенных пунктах на территории края и прилегающих к ним территориях не известно месторождений геотермального тепла, достаточного для эффективного использования тепловых насосов.

3) В зимний период промерзает почва, что существенно снижает эффективность использования теплового насоса.

4) Расчетная себестоимость производства тепловой энергии тепловыми насосами составляет около 7 000 руб./ГКалл, что существенно выше себестоимости производства тепловой энергии другими видами источников энергии.

На сегодняшний день использование тепловых насосов на территории Красноярского края мало перспективно и требует серьезного исследования. Возможно появление перспективы данной технологии и снижении затрат на оборудование в течении ближайших 5-7 лет.

## 2.3 Приливная энергетика

Энергия волн — явление малоизученное, хотя и давно известное. Веками люди размышляли над причиной морских приливов и отливов. Сегодня мы достоверно знаем, что могучее природное явление — результат изменения положений Луны и Солнца относительно Земли вкупе с эффектами вращения Земли и особенностями данного рельефа. Высота прилива — величина непостоянная: в зависимости от взаимного расположения Луны и Солнца малая и, соответственно, большая приливные волны могут усиливать друг друга. Для таких приливов сложились названия: «квадратурный» прилив — наименьший прилив, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют под прямым углом друг к другу (такое положение светил называется «квадратурой»); «сизигийный» прилив — наибольший прилив, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют вдоль одного направления (такое положение светил называется «сизигией»). Чем меньше или больше прилив, тем меньше или, соответственно, больше отлив.

Развитие мировой энергетики в XXI в. предполагает активное использование возобновляемых источников и экологически безопасных видов энергии, в числе которых рассматривается и приливная энергия. Реализация приливной энергии в настоящее время намечается в 139 створах побережья мирового океана с ожидаемой выработкой 2037 ТВт·ч/год, что составляет около 12 % современного энергопотребления мира.

В России в результате 70 – летних изысканий, определена целесообразность строительства в XXI веке семи приливных электростанций (ПЭС) в створах Баренцева, Белого и Охотского морей.

Использование энергии приливов для приливных мельниц имеет тысячелетнюю историю. Одна из таких мельниц, упоминаемая в документах 1086 г. сохранилась на юге Англии. В России первая приливная мельница появилась на [Беломорье](file:///D:\беломорье) в XVII веке. Из – за отсутствия теоретической и технической базы широкого распространения эта идея не получила. В ХХ веке использование потенциала приливов нашло в электроэнергетике. Первая такая электростанция строилась во Франции в 1925 г. Наработки при ее строительстве пригодились при сооружении следующей приливной электростанции (ПЭС) в устье реки Ранс, впадающей в Ла – Манш (провинция Бретань), места, выбранного инженером Жерар Буасноэ в 1921г. Даже самые низкие приливы («Квадратурные») поднимаются здесь на 8 м, а в дни т.н. «сизигий» вода превышает отметку 13,5 м. сооружение получилось впечатляющим: приливный бассейн площадью 22,5 км2, отгороженные плотиной длиной 750 м, на которой смонтированы 24 турбины общей мощностью 240 МВт. В 1967 г. электростанция подключена к национальной сети. Электростанция и по сей день является одной из крупнейших в мире среди ей подобных.

Простейший, наиболее похожий на ветряные двигатели вариант предложили англичане из Marine Current Turbines (Турбины Морского Течения). Подводный столб с двумя расположенными на горизонтальной перекладине поперек предполагаемому приливу – отливу двухлопастными пропеллерами. В зависимости от направления водных масс лопасти пропеллера необходимо разворачивать на 1800 (с помощью автоматики), чтобы их остановить, а затем они закручиваются в противоположном направлении. Диаметр каждого пропеллера – от 15 до 20 м. примерная мощность столба – 1 МВт. Для выполнения профилактических ремонтных работ перекладина умеет выезжать из воды наружу. Конструкция, получившая название SeaGen (морской генератор), уже установлена у берегов Великобритании и снабжает электричеством полторы тысячи близлежащих домов.

Простейший, наиболее похожий на ветряные двигатели вариант предложили англичане из MCT (Marine Current Turbines — турбины морского течения): подводный столб с двумя расположенными на горизонтальной перекладине поперек предполагаемому приливу – отливу двухлопастными пропеллерами. В зависимости от направления водных масс лопасти пропеллера необходимо разворачивать на 180° (с помощью автоматики), для чего они останавливаются, а после вновь закручиваются в противоположном направлении. Диаметр каждого пропеллера — от 15 до 20 м. Примерная мощность столба — 1 МВт. Для выполнения профилактических и ремонтных работ перекладина умеет выезжать из – под воды наружу. Конструкция, получившая название SeaGen (морской генератор), уже установлена у берегов Великобритании и снабжает электричеством полторы тысячи близлежащих домов.

Похожую идею предложили недавно три оксфордских профессора — Гай Хоулсби, Малькольм Маккаллок и Мартин Олдфилд . Свой проект они назвали THAWT — Transverse Horizontal Axis Water Turbine («поперечная водяная турбина с горизонтальной осью»). Он предполагает установку на дно горизонтальной барабанной конструкции с косыми лезвиями – лопастями, которая, подобно ортогональной турбине, вращается в одну и ту же сторону на обеих фазах приливно – отливного цикла. Еще одно важное нововведение — набор лопастей THAWT расположен так, что образует треугольники. Такая конструкция отличается большой прочностью и жесткостью. В промышленном варианте ротор должен иметь 10 м в диаметре и 60 м в длину. Связка из двух барабанов и одного генератора между ними сможет выдавать до 12 МВт электроэнергии — в 10 раз больше, чем уже действующая установка SeaGen. Как посчитали авторы проекта, затраты на производство такой установки будут на 60 % ниже, а эксплуатационные расходы — примерно на 40 % меньше, чем у морских турбин SeaGen. В 2009 г. англичане обещают построить прототип установки с диаметром турбины 5 м, а к 2013 г. — запустить первую коммерческую установку.

В 2005 г. британская компания SMD Hydrovision анонсировала технологию сбора энергии приливов TidEl. Пропеллеры выполнены из легкого материала, а потому не тонут, а стремятся всплыть. Но от всплытия их удерживает якорь, в результате вентиляторно – генераторный блок шириной 15 м, похожий на небольшой двухмоторный самолет, болтается на цепях на глубине около 30 м. Поток воды разворачивает турбину в нужную сторону, посему агрегат работает одинаково хорошо как во время приливов, так и во время отливов, да и вообще чутко реагирует на любые течения. Не нужны ни разворачивающие лопасти механизмы, ни сложные ортогональные и треугольные конструкции.

Австралийская компания Oceanlinx в качестве основного недостатка конкурентов выделила статичность расположения лопастей турбины, что не позволяет им с равной эффективностью реагировать на разнообразные по своим направлениям и интенсивности морским течениям. Поэтому их разработка OWC имеет камеру предварительного реагирования, которая расположена на поверхности океана и имеет отверстия снизу побольше и сбоку поменьше. Набегающая волна, поступая в камеру снизу, резко повышает уровень воды и, соответственно, давление воздуха, выходящего через боковое отверстие. Это давление измеряется, передается в центр управления, где всесторонне анализируется на предмет размера, скорости, направления и даже формы волны. По результатам анализа определяются оптимальные значения скорости вращения турбины и угла атаки ее лезвий — Oceanlinx обещает повышение КПД чуть ли не до 95 %. Выходная мощность установки составляет от 100 кВт до 1,5 МВт.

Похожий принцип использован в распространенной конструкции IPS OWEC Buoy (OWEC = Offshore Wave Energy Converter — конвертор энергии волн, расположенный на некотором удалении от берега), представляющей собой 6–8 – метровый в диаметре буй, плавающий над зафиксированной в морском дне трубкой с поршнем. Длина трубки обычно составляет 20 м. Колебания буя на морской поверхности передаются поршню, поступательные движения которого преобразуются генератором в электроэнергию. Генератор может быть один на несколько (до 10) трубок. В роли генератора, как правило, выступает проволочная катушка, магнитным сердечником которой является совершающий поступательные движения стержень поршня. В конструкции турбины от OpenHydro Group также присутствует магнитная обмотка в качестве генератора. А с конструкцией самой турбины решили особо не выдумывать: внешне она сильно напоминает многолопастную турбину самолетного двигателя. Устройство закрепляется на дне по ходу какого – либо океанического течения. Действующий прототип установлен недалеко от берегов Шотландии.

Интересная конструкция волнового понтона реализована шотландцами из эдинбургской Pelamis Wave Power у берегов Португалии. Их электростанция имеет вид качающейся на волнах змеи из не жестко соединенных секций размером с железнодорожный вагон каждая. Взаимное угловое перемещение «вагонов» приводит в действие электрогенераторы, размещенные в сочленениях. Принцип действия устройства основан все на том же свойстве магнита вызывать в перемещающемся относительно него проводнике ток. Качающиеся на волнах генераторы – змеи вырабатывают 2,25 МВт энергии. В дальнейшем предусмотрено добавление к этой же волновой ферме у берега Агусадоры еще 25 «змей», что поднимет суммарную мощность станции до 21 МВт. Датчане из Wave Dragon тоже придумали плавающую конструкцию и назвали ее «Волновым драконом». На самом деле, на дракона она похожа мало: через бортики болтающегося на волнах бассейна перехлестываются волны, собранная вода стекает в центр емкости, где находится сквозное отверстие с турбинами. Вода, стекая вниз, вращает турбины. Мы описали, конечно, не все проекты, а лишь наиболее интересные из тех, которые оказались достаточно реалистичными и финансируемыми, чтобы быть реализованными или, по меньшей мере, протестированными.

Немного о местах, где от установки приливных и волновых турбин можно получить наибольшую отдачу. Ведь мощность ПЭС напрямую зависит от силы волны. Проведенные измерения показывают, что на атлантическом побережье (Ирландии, Исландии, Норвегии) на каждый метр прибрежной линии приходится 70 кВт волновой мощности. В Испании и Португалии мощность волны достигает 50 кВт, а в районе Гибралтара уже только 30 кВт. На североморском побережье Германии это значение и того меньше — 20 кВт. Экономически целесообразным считается строительство приливных электростанций в районах с приливными колебаниями уровня моря не менее 4 м.

Подход к организации «рабочего места» для приливных электростанций также очень отличается. Некоторые экземпляры можно просто втыкать в морское или океаническое дно (SeaGen, THAWT, TidEl), другие же (французская и Кислогубская ПЭС) требуют сложных гидротехнических запруд, барьеров и вспомогательных ГЭС. Плотиной перекрывается залив или устье впадающей в море (океан) реки (образовавшийся водоем называют бассейном ПЭС). В теле плотины имеются водопропускные отверстия, в которых размещаются гидротурбины и соединенные с ними гидрогенераторы. Во время прилива вода поступает в бассейн и вращает лопасти турбин. Постепенно уровни воды в бассейне и море сравниваются. С наступлением отлива уровень воды в море понижается, и, когда напор становится достаточным, турбины и соединенные с ним электрогенераторы вновь начинают работать, а вода из бассейна постепенно уходит. При одном бассейне и правильном полусуточном цикле приливов ПЭС может вырабатывать электроэнергию непрерывно в течение 4–5 ч с перерывами, соответственно, 1–2 ч четырежды за сутки (такая ПЭС называется однобассейновой двустороннего действия).

Такие приливные электростанции (ПЭС) являются одним из подвидов гидроэлектростанций. Принцип работы гидроэлектростанций при всем разнообразии конструкций одинаков: вода под напором из верхнего резервуара  поступает в водоприемник и по водоводам направляется к турбинам. Струя с силой бьет в лопасти турбин, раскручивая вал машины, на котором закреплен генератор, вырабатывающий электроэнергию.

Уровень воды на морских побережьях в течение суток меняется четыре раза. Такие колебания особенно заметны в заливах и устьях рек, впадающих в море. Величина приливов различна для различных районов Земли. Например, в некоторых пунктах береговой линии Ла – Манша наибольшая величина прилива составляет 15 м. В Песчаной Губе Охотского моря – 13 м. На побережье Белого моря – 10 м. В некоторых местах атлантического побережья Канады – до 18 м. Общая мощность морей и океанов Земли в 120 изученных створах оценивается в 8 млрд. кВт. Приливные изменения в каком – либо месте земного шара — результат изменения положений Луны и Солнца относительно Земли вкупе с эффектами вращения Земли и особенностями донного рельефа. Хотя для земного шара сила тяготения Солнца почти в 200 раз больше, чем сила тяготения Луны, приливные силы, порождаемые Луной, почти вдвое больше порождаемых Солнцем. Это происходит из – за того, что приливные силы зависят не от величины гравитационного поля, а от степени его неоднородности (градиента). При увеличении расстояния до источника поля градиент уменьшается быстрее, чем величина самого поля. Поскольку Солнце почти в 400 раз дальше от Земли, чем Луна, то и приливные силы, вызываемые солнечным притяжением, слабее. В соответствии с теорией И. Ньютона под действием сил притяжения Луны поверхность гидросферы превращается из сферической в эллипсоидальную с большой осью, направленной на Луну (рисунок 2.6). За счет вращения Земли вокруг своей оси приливы имеют периодический характер – за сутки 2 раза происходит прилив и 2 раза отлив. Таким образом, ПЭС фактически преобразует кинетическую энергию вращения земли в электроэнергию.

Для устройства простейшей ПЭС нужен бассейн — перекрытый плотиной залив или устье реки. В плотине имеются водопропускные отверстия и установлены турбины, которые вращают генератор (рисунок 2.7). Во время прилива вода поступает в бассейн. Когда уровни воды в бассейне и море сравниваются, затворы водопропускных отверстий закрываются. С наступлением отлива уровень воды в море понижается, и, когда напор становится достаточным, турбины и соединенные с ним электрогенераторы начинают работать, а вода из бассейна постепенно уходит.

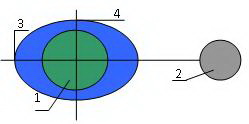


Рисунок 2.6 – Возникновение приливов и отливов:

1 – Земля, 2 – Луна, 3 – прилив,4 – отлив.

Экономически целесообразным считается строительство ПЭС в районах с приливными колебаниями уровня моря не менее 4 м. Проектная мощность ПЭС зависит от характера прилива в районе строительства станции, от объема и площади приливного бассейна, от числа турбин, установленных в теле плотины.

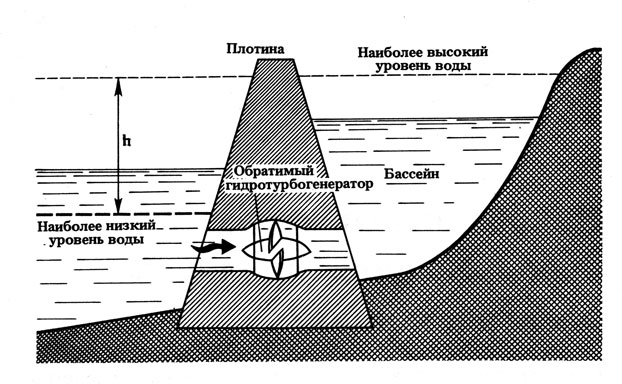


Рисунок 2.7 – Упрощенная схема ПЭС

В ПЭС двустороннего действия турбины работают при движении воды из моря в бассейн и обратно. Такие ПЭС способны вырабатывать электроэнергию непрерывно в течение 4 – 5 ч с перерывами в 1 – 2 ч четыре раза в сутки. Для увеличения времени работы турбин существуют более сложные схемы — с двумя, тремя и большим количеством бассейнов, однако стоимость таких проектов весьма высока.

Разработанные и апробированные в России и во Франции модели использования приливной энергии в однобассейновых установках существенно меняют ситуацию однобассейновые установки дают наибольшее количество энергии при наименьших затратах. Направление их пульсирующей, но неизменно гарантированной энергии в энергосистемы позволили совместить работу ПЭС с другими электростанциями, что в принципе решило проблему использования приливной энергии. Разработанный в России принципиально новый ортогональный гидроагрегат (ось перпендикулярна потоку) исключительно технологичный в производстве по сравнению с осевыми гидроагрегатами может быть изготовлен на любом механическом заводе.

Таблица 2.3 – Перспектива развития ПЭС в России

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ПЭС | Море, макс.  прилив,м | Стадия, год | Мощность, ГВт |
| Кислогубская | Баренцево, 3,95 | Работает с 1968 | 0,04 |
| Северная | Баренцево, 3,87 | ТЭД, 2006 | 12,0 |
| Мезенская | Белое, 10,3 | Материалы к ТЭД,2006 | 8,0 |
| Пенжинская(южный створ) | Охотское,11,0 | Проектные материалы,  1972 – 1996 | 87,9 |
| Пенжинская(северный створ) | Охотское,13,4 | Проектные материалы,  1983 – 1996 | 21,4 |
| Тугурская | Охотское, 9,0 | ТЭО, 1996 | 6,8 – 7,98 |
| Малая Мезенская | Баренцево | Работает с 2007 | 0,15 |

В России в изученных створах будущих ПЭС на побережье Баренцева, Белого и Охотского морей, где наблюдаются наибольшие приливы (от 4,0 до 13,5 м), можно получить более 250 млрд кВт∙ч годовой выработки электроэнергии [8]. В ближайшее время в России помимо действующих экспериментальных Кислогубской и Малой Мезенской ПЭС планируется начать строительство Северной ПЭС в губе Долгая Баренцева моря мощностью 12 МВт, проект которой был разработан в 2011 году. При совмещении Северной ПЭС с блоками волновой электростанции суммарная установленная мощность энергетического сооружения составит 24 МВт. На базе опыта, полученного при строительстве Северной ПЭС, планируется сооружение Мезенской ПЭС в Мезенской губе Белого моря мощностью в 8млрд кВт с годовой выработкой электроэнергии 40,0 млрд кВт∙ч (при числе использования установленной мощности 5000 ч/год), равной выработке всех ГЭС России в европейской части страны, а также Тугурской ПЭС в Тугурском заливе на южном побережье Охотского моря мощностью в 3,5 млрд кВт.

Из данных таблицы следует, что из планируемых ПЭС целый ряд проектов не реализован. Это следствие подхода к возобновляемым источникам энергии в нашей стране.

Рассмотрим проблемы и их решения, связанные с эксплуатацией ПЭС в России. Их фактически можно разделить на три группы:

1) технико-экономические

2) экологические

3) территориальные

технико-экономические проблемы

а) Технологическая сложность турбины

Российские ученые, подвергнув критике зарубежную классическую осевую поворотно – лопастную турбину из – за ее технологической сложности, придумали турбину с ортогональным гидроагрегатом, основным преимуществом которой декларируется простота в изготовлении [9]. Делать такие гидроагрегаты можно не только на турбиностроительных заводах, но и на любом механическом предприятии. В ортогональных турбинах прямые лопасти с крыловидным профилем устанавливаются параллельно оси вращения, а вода течет перпендикулярно им. При любом направлении потока вся конструкция вращается в одну и ту же сторону, заданную профилем «крыла». Такие турбины уже давно применялись в ветроэнергетике, но для приливной оказались неэффективными. Разработанные в середине 1980 – х гг. в Канаде и Японии прототипы имели низкий КПД (около 40 %), и в итоге идею забросили. Однако в российском НИИ энергетических сооружений в результате десятилетней работы смогли найти оптимальные очертания камеры и лопастей ортогональной турбины и подняли КПД до 60–70 %. Экспериментальный образец турбины диаметром 2,5 м был изготовлен на заводе «Севмаш» и в 2004 г. установлен на Кислогубской станции вместо полностью выработавшей свой ресурс первоначально стоявшей там французской 400 – киловаттной осевой турбины. В течение двух лет проходили испытания. Результат показал, что КПД ортогональной турбины в 1,5 раза выше зарубежных турбин. Снижается стоимость и время ее изготовления. Например, пионерный серийный образец ортогонального гидроагрегата диаметром 5 м, предназначенный для будущих мощных ПЭС, был изготовлен также на заводе «Севмаш» в рекордное время — за полгода.

б) Большие капитальные затраты на строительство

Работы на Кислогубской ПЭС велись по всем направлениям: испытаниям подвергались технология конструкции агрегатов и наплавных блоков, а также выбор материалов для строительства. В процессе строительства была успешно решена задача снижения стоимости основных сооружений. Технология наплавных блоков, которой было выполнено строительство здания ПЭС, подразумевает выполнение всех сложных работ по сборке агрегатов в промышленных центрах и буксировка готовых блоков по воде к месту установки, что позволило обойтись без дамбы, которая, как мы помним, потребовалась во Франции.

в) Прочность конструкции (на примере Кислогубской ПЭС)

Также поднималась проблема прочности бетона особо высокой морозостойкости, так как бытует мнение о неизбежном разрушении железобетона в условиях северных приливных морей. На данный момент прочность бетона при проектной 40 МПа превышает 70 МПа на всех участках сооружений. Особенно показательно, что поверхности бетонных стенок толщиной всего 15 см, находящихся постоянно под напором до 12м, в течение всех лет эксплуатации остаются сухими. Система катодной защиты полностью защитила станцию от электрохимической коррозии, тогда как в районе ПЭС коррозия металла без защиты составляет 1 мм/год.

Турбинный водовод защищается от биологической коррозии (биомасса обрастания на ПЭС без защиты достигает за 1,5 года 230 кг/м2)с помощью специально созданной уникальной электролизной установки, которая обеспечивает защиту поверхностей бетона и металла от обрастателей на весь срок эксплуатации станции.

Конечно, возможный энергопотенциал ПЭС в сравнении с потенциалом действующих в России электростанций говорит о том, что приливные электростанции даже при их полном развитии не решат всех проблем энергетики. Однако оценка уже выполненных проектов показывает, что в удаленных от центра остродефицитных регионах Севера Европейской части страны и Дальнего Востока только приливные электростанции могут решить актуальные проблемы энергетики и экологии этих регионов.

Экологические проблемы

Ряд специалистов не разделяет царящего в подавляющем большинстве ученых сообществ оптимизма по поводу безвредности приливных и волновых электростанций. По их наблюдениям, вмешательство в функционирование Мирового океана якобы приведет к катастрофическим последствиям вначале в регионе, а затем и на всей Земле. Поскольку, как уже неоднократно упоминалось, энергетика морских вод на настоящий момент изучена слабо, лишь приведем аргументы (А) противников ПЭС и контраргументы (К) сторонников.

1.(А): На ПЭС гибнет 5–10 % планктона — основной кормовой базы рыбного стада, да и не все рыбы проходят живыми через лопасти. Так, в районе французской ПЭС на р. Ранс после сооружения дамбы исчезли песчанка и камбала.

(К): На ГЭС гибнет гораздо больше и рыб, и планктона (до 83–99 %). Как показали натурные испытания на Кислогубской ПЭС (пропуск рыбы через плотину с последующим отловом), работа на ПЭС не осложняет проход рыбы из моря в бассейн и обратно. Промысловые рыбы большинства видов без повреждений проходят через низконапорные рабочие колеса как капсульного, так, по – видимому, и ортогонального гидроагрегатов при скорости их вращения всего 37 – 72 об/мин.

2.(А): ПЭС нарушают нормальный обмен соленой и пресной воды и, тем самым, условия жизни морской флоры и фауны. Ледовый режим в бассейне ПЭС смягчается.

(К): Снижение солености воды в бассейне ПЭС, определяющее экологическое состояние морской фауны и льда, составляет 0,05–0,07 %, т.е. практически не ощущается.

3.(А): ПЭС влияют на климат, поскольку меняют энергетический потенциал морских вод, их скорость и территорию перемещения. В конечном итоге работа приливных электростанций тормозит вращение Земли.

(К): Ввиду колоссальной массы Земли влияние приливных электростанций незаметно. Кинетическая энергия вращения Земли настолько велика, что работа приливных станций суммарной мощностью 1000 ГВт будет увеличивать длительность суток лишь на 10–14 с/год, что на девять порядков меньше естественного приливного торможения (2⋅10–5 с/год).

**Территориальная проблема развития ПЭС.** Обоснование сооружения ПЭС в необжитых и удаленных регионах страны в настоящее время не представляется возможным ввиду несоответствия их мощности уровню потребителей.

Так, рассматриваемое в перспективе сооружение сверхмощностей (87 ГВт) Пенжинской ПЭС на севере Охотского моря не отвечает современному развитию этого региона и отсутствию в нем крупной энергосистемы, способной компенсировать дискретные потоки энергии ПЭС. Оценка стоимости строительства ПЭС показала, что целесообразно строить крупные гигаваттные ПЭС, что тоже приводит к нерациональности их установки в малозаселенных северных районах.

Однако разработки ОАО «НИИЭС» и Курчатовского института по использованию ПЭС для выработки из воды водорода позволяют рассматривать эту сверхмощную ПЭС в качестве реальной энергетической базы Восточной Сибири и Северной Америки. В этом случае изолированная от энергосистем энергия ПЭС может быть использована для централизованного производства водорода с транспортировкой его по топливно – энергетическим трубопроводам либо в газовых баллонах морским транспортом. Сравнение традиционной передачи энергии по высоковольтным линиям электропередач и водорода по топливным трубопроводам показывает, что при транспортировке энергии на расстояние более 200 км дешевле оказывается транспорт энергоносителей по трубопроводам.

 Российский проект самой мощной электростанции в мире, на севере Охотского моря, способен переломить энергетический баланс всей северо – восточной Азии. К сожалению, этот проект до сих пор не реализован по неизвестным причинам.

Магаданская область (вместе с Чукоткой) является печальным лидером депопуляции в стране. Её население за последние 22 года сократилось в 2,5 раза. Народ бежит отсюда. Ясно, что необходимо организовывать новую, на порядок более мощную, связность Дальнего Востока, интегрировать современной транспортной инфраструктурой оторванные от «Большой Земли» островные и квазиостровные территории, такие как Сахалин, север Хабаровского края, Камчатка, Чукотка, Магадан. Крайне необходима новая (на месте существующей Колымской трассы) дорога от Якутска до Магадана – она вообще может стать основным проектом развития для Магаданской области и всего северо – востока Дальневосточного округа [10].

Развитие Магаданской области, а также Камчатки и Чукотки должно быть тесно увязано со строительством Пенжинского водородно – энергетического кластера. Пенжинская губа располагается в северо – восточной части залива Шелихова Охотского моря. Высота приливов там составляет 9 м, а в редких случаях – 13 м, что является наивысшим для всего Тихого океана показателем. При площади бассейна 20 530 кв. км это соответствует ежесуточному проходу 360−530 куб. км воды, что в 20−30 раз превышает расход воды в устье Амазонки. Безусловно, столь мощный гидропотенциал необходимо реализовать.

Принцип работы приливной электростанции (ПЭС) таков: в заливе строится плотина, отделяющая часть его от океана. Во время прилива и отлива по разные стороны плотины образуется перепад уровней воды, вода устремляется через плотину в сторону нижнего уровня и приводит в движение реверсивные турбины, вращающиеся то в одну (во время прилива), то в другую (во время отлива) сторону.

По прогнозам специалистов института «Гидропроект», там могут быть построены 2 крупные приливные электростанции (для удобства можно считать их единым комплексом). Максимальная мощность Пенжинской ПЭС в этом случае может составить до 135 ГВт, что равняется 60% совокупной установленной мощности всех электростанций России на 2012 г.

Это позволит организовать экономически эффективное производство водорода на Камчатке, который затем будет связан углеродсодержащим веществом с целью получения жидкого топлива, а в перспективе, по мере развития технологий водородной энергетики водород может быть использован в чистом виде. Важное значение могут иметь и неэнергетические сферы использования камчатского водорода: синтез аммиака (около половины мирового производства водорода), гидрогенизация и гидроочистка, гидрокрекинг, синтез метанола, нефтехимический синтез, различные химические производства, металлургия и др.

Объём производимого на Камчатке водорода может достичь 30 млрд. куб. м в год, из которого далее можно получить 10 млн. т жидкого топлива. Это позволит обеспечить искусственным моторным топливом более 8 млн. легковых автомобилей на Дальнем Востоке России и в соседних странах. Суммарный доход от продажи экологически чистого синтетического топлива при сегодняшних мировых ценах составит не менее 10 млрд. долларов в год.

Создание вокруг ПЭС водородно–энергетического кластера Камчатки способно в течение 10 – 15 лет превратить Камчатку в мировой центр по производству водорода и разработки новых технологий его хранения, транспортировки и использования. Это означает, что Пенжинская ПЭС может (и должна) стать центральным элементом энергосистемы всей Северо – Восточной Азии. Принципиальное значение для обоснования необходимости создания водородно – энергетического кластера в Камчатском крае имеет его высокая технологичность и принципиальная экологическая безопасность.

По сравнению с обычной ГЭС приливная электростанция имеет ряд преимуществ. Помимо отсутствия необходимости создания водохранилища выработка ПЭС не зависит от водности года. Приливы и отливы, сменяя друг друга, имеют постоянную для каждого месяца энергию. Привлекательны приливные электростанции и тем, что капитальные вложения на их строительство не превышают расходов на сооружение гидроэлектростанций. При этом себестоимость строительства электростанции на 1 МВт электроэнергии, вырабатываемой ПЭС, может обойтись впятеро дешевле, чем на ТЭС.

Практика эксплуатации подтвердила экологическую безопасность приливных электростанций:

* плотины ПЭС биологически проницаемы: пропуск рыбы через ПЭС происходит практически беспрепятственно, основная кормовая база рыбного стада — планктон: на ПЭС гибнет 5–10 % планктона, а на ГЭС — 83–99 %;
* снижение солености воды в бассейне ПЭС, определяющее экологическое состояние морской фауны и льда составляет 0,05–0,07 %, т.е. практически неощутимо;
* ледовый режим в бассейне ПЭС смягчается: в бассейне исчезают торосы и предпосылки к их образованию, не наблюдается нажимного действия льда на сооружение, размыв дна и движение наносов полностью стабилизируются в течение первых двух лет эксплуатации;
* наплавной способ строительства дает возможность не возводить в створах ПЭС временные крупные стройбазы, сооружать перемычки и прочее, что способствует сохранению окружающей среды в районе ПЭС;
* исключен выброс вредных газов, золы, радиоактивных и тепловых отходов, добыча, транспортировка, переработка, сжигание и захоронение топлива, предотвращение сжигания кислорода воздуха, затопление территорий, угроза волны прорыва.

ПЭС не угрожает природе и человеку, а изменения в районе ее эксплуатации имеют лишь локальный характер, причем, в основном, в положительном направлении.

Немаловажное значение имеют благоприятные факторы в районе ПЭС:

смягчение (выравнивание) климатических условий на примыкающих к бассейну ПЭС территориях;

* защита берегов от штормовых явлений;
* расширение возможностей хозяйств марикультуры в связи с увеличением почти вдвое биомассы морепродуктов;
* улучшение транспортной системы района;
* исключительные возможности расширения туризма.

Сырьевой базой для бездефицитной работы такого кластера на сотни лет могут стать угли месторождения в Зырянском районе Якутии, с прогнозными ресурсами в 30 млрд. тонн. Такой энергетический комплекс можно сравнить с неиссякаемой нефтеносной провинцией.

Для обеспечения функционирования кластера необходимо строительство железной дороги вдоль всего полуострова Камчатка, а также в Магаданскую область и Якутию. Возможна транспортировка угля морским транспортом до порта Петропавловска – Камчатского, а далее по железной дороге на север Камчатского края. Камчатская железная дорога и порт Петропавловска – Камчатского должна обеспечить и вывоз производимого в рамках кластера синтетического жидкого топлива (около 10 млн. т).

Для решения этой задачи необходимо значительное увеличение пропускной способности порта и грузоподъемности флота. Грузооборот его с 2851,3 тыс. тонн в 1994 г. снизился до 900 тыс. тонн в 2011 г. В настоящее время перегрузочные машины терминала выработали свой ресурс, физически и морально устарели. Техническое состояние подъемно – транспортного оборудования не обеспечивает его нормальную работу на грузовых операциях из – за постоянных «отказов». Поддержание их работоспособности и надежности требует значительных материальных и физических затрат. Для обеспечения высокой производительности порта требуется обновление машинного парка, модернизация оборудования.

**ПЭС в Красноярском крае.** Определенные выше возможности приливных электростанций и проблемы их распространения в России и мире, накопленный опыт их строительства и эксплуатации наглядно демонстрируют преимущества этого вида возобновляемых источников энергии, как для выработки электроэнергии в энергодефицитных районах, так и получения водородного сырья для производства топлива, аммиака и т. д.

В Красноярском крае возможным перспективным районом является полуостров Таймыр и прилежащая к нему территория. Речь может идти о глубоких и узких бухтах: здесь требуется серьезная проработка энергетических возможностей приливов в этих бухтах. Серьезных исследований требует ледовая обстановка в этих бухтах, и, соответственно, способы строительства и виды приливных электростанций, эффективных для работы в таких условиях. Наличие системы Норильскэнерго, возможна совместная работа приливных электростанций и тепловых электростанций Норильского промышленного района. С помощью дублирующей мощности, работающих в комплексе электростанций и обратимых агрегатов, энергия ПЭС может быт выдана в энергосистему в часы повышенных нагрузок и тем самым может быть достигнуто существенное снижение нагрузки на ТЭС. Это приведет к серьезной экономии углеводородного топлива, развитию новых производств, связанных с водородом и аммиаком на его основе.

При использовании водорода, произведенного из воды, в химической промышленности (производство аммиака, метанола и др.) в расчете на единицу энергии он вытесняет 1,5 – 2 единицы природного органического топлива. Таким образом, при правильном применении водород настолько же эффективен в энергетике, насколько и в химии. Это уникальное свойство водорода как энергоносителя позволяет при разработке и анализе схем различных энерготехнологических комплексов обеспечить существенную экономию природных энергоресурсов, капиталовложений и трудовых ресурсов по сравнению с традиционными схемами.

Вот перечень некоторых бухт, которые могли бы быть полезными в рассмотрении применения приливной энергетики в Красноярском крае.

1. Нордвик — бухта у юго – западного берега [моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85), на восточной оконечности полуострова [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80_%28%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29). Открыта к северу, вдается в материк на 37 [км](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC). Ширина 39 км. Глубина до 6 м. Расположена в [эстуарии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9) [Хатангского залива](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2) между полуостровами [Хара – Тумус](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B0-%D0%A2%D1%83%D0%BC%D1%83%D1%81&action=edit&redlink=1) и [Нордвик](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%BA_%28%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29&action=edit&redlink=1).
2. Бухта Марии Прончищевой — [бухта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%85%D1%82%D0%B0) [моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85), находится на восточном побережье [Таймыра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80_%28%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29) примерно в 75 километрах к северу от входа в [Хатангский залив](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2). Длина бухты — более 60 километров, ширина от 3 до 10 километров. Наибольшая глубина — 22 метра. К западу от бухты лежат горы [Бырранга](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%80%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0), с которых в бухту впадают несколько рек. Берега низкие. Большую часть года покрыта льдом. Вокруг бухты — арктическая [тундра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0). Акватория бухты и её берега входят в особый Арктический участок [Таймырского заповедника](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Административно находятся в составе [Красноярского края](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%8F%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9).

Открыта в [1736 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1736_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) [Василием Прончищевым](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%87%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2,_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87). В [1740 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1740_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) посещалась экспедицией [Харитона Лаптева](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2), который оставил такое описание этой бухты.

В параллеле 75° 15' ширины из моря в берег состоит губа, которая усмотрена и описана в 1740 году, на устьи не шире 3 – х верст. Потом, заворотяся, к северу пошла, и где ея вершина, за дальностию не изведана. По сей губе всегда в лете носит лед полною водою без очищения. Собою сея губа глубока.

1. Бухта Кожевникова — [бухта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%85%D1%82%D0%B0) у юго – западного берега [моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85). Расположена в [эстуарии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9) [Хатангского залива](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2) между полуостровами [Хара – Тумус](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B0-%D0%A2%D1%83%D0%BC%D1%83%D1%81&action=edit&redlink=1) и [Нордвик](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%BA_%28%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29&action=edit&redlink=1). Открыта к западу, вдается в материк на 48 [км](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC). Ширина у входа 20 км. Глубина до 7 м.

Бухта названа в честь [М. Я. Кожевникова](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2,_%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B8%D0%BB_%D0%AF%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87) — участника Хатангской экспедиции [Русского географического общества](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE) капитана [Корпуса военных топографов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%81_%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%BE%D0%B2) русской армии, описавшего бухту в [1905 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1905_%D0%B3%D0%BE%D0%B4).

На берегу бухты [тундровая](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0) растительность. Большую часть года бухта из – за сурового климата покрыта льдом. В залив впадают реки [Илья](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D0%BB%D1%8C%D1%8F_%28%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0%29&action=edit&redlink=1), [Пропуон](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%83%D0%BE%D0%BD&action=edit&redlink=1), [Джаргалах](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%85&action=edit&redlink=1), [Семиерискяй](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%8F%D0%B9&action=edit&redlink=1), [Такян Юрях](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%B0%D0%BA%D1%8F%D0%BD_%D0%AE%D1%80%D1%8F%D1%85&action=edit&redlink=1). В центре южного побережья выделяется мыс Илья. Берег преимущественно низкий.

В [1930 – е](http://ru.wikipedia.org/wiki/1930-%D0%B5) годы здесь было многолюдно — курсировали [ледоколы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB), создавали [Северный морской путь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%83%D1%82%D1%8C). Были основаны населённые пункты [Кожевниково](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE), [Косистый](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%8B%D0%B9); прокладывалась [узкоколейная железная дорога](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B7%D0%BA%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0). До сих пор в бухте остаются заброшенные паровозы.

На восточном берегу расположена система тропосферной магистральной связи [Днепр](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80_%28%D0%A0%D0%9B%D0%A1%29&action=edit&redlink=1).

Административно бухта входит в [Красноярский край](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%8F%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9) [России](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F), небольшая часть восточного побережья является территорией [Якутии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D1%83%D1%82%D0%B8%D1%8F).

1. Зали́в Фадде́я — прямоугольный [залив](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2) [Моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85) на северо – восточном побережье [Таймыра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2). Длина более 35 километров, ширина от 20 до 25 километров, наибольшая глубина 23 метра. У входа в залив находятся [острова Фаддея](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%A4%D0%B0%D0%B4%D0%B4%D0%B5%D1%8F). Впадает [река Фаддея](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%B0_%D0%A4%D0%B0%D0%B4%D0%B4%D0%B5%D1%8F&action=edit&redlink=1). Большую часть года покрыт льдом. Западный берег залива входит в участок «[Полуостров Челюскин](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%BD&action=edit&redlink=1)» [Большого Арктического заповедника](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9_%D0%90%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA).
2. Пя́синский зали́в — [залив](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2) [Карского моря](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%B5) у западного побережья [полуострова](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2) [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80). Длина — 170 [км](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), ширина у входа около 200 км, глубина до 25 м. В залив впадает река [Пясина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8F%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%28%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0%29).
3. Залив Миддендорфа — залив [Карского моря](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%B5), на северо – западном побережье полуострова [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2). Залив имеет форму [фьорда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%8C%D0%BE%D1%80%D0%B4), северо – восточным основанием которого служит [полуостров Заря](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%97%D0%B0%D1%80%D1%8F), юго – восточным [берег Харитона Лаптева](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0), на западе открытое море с островами. В акватории залива много островов, наиболее крупный [остров Рыкачева](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%A0%D1%8B%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%B0&action=edit&redlink=1). В залив впадает [река Толевая](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A2%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%28%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0%29&action=edit&redlink=1). Климат суровый, девять месяцев в году залив скован льдом и даже летом никогда не бывает полностью свободен ото льда. На берегах залива тундра. Залив Миддендорфа входит отдельным участком в состав [Большого Арктического заповедника](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9_%D0%90%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA).
4. Залив Симса — залив [моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85) на северо—восточном побережье полуострова [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2). Имеет форму прямоугольника, длина залива около 20 километров, средняя ширина около 14 километров. На западе отделён от более крупного [залива Терезы Клавенес](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2_%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%8B_%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%81) полуостровом Ласинуса. Несколько севернее устья залива расположены [острова Комсомольской правды](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D1%8B). Административно входит в состав [Красноярского края](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%8F%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9).
5. Таймырский залив — залив [Карского моря](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%B5), омывающий центральную часть морского побережья полуострова [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80_%28%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29). Восточная часть залива, [Таймырская губа](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%83%D0%B1%D0%B0), образована впадением в Карское море крупной реки [Нижняя Таймыра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D0%B0), которая берет начало в [озере Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE_%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80). Западная часть залива отделена от открытого моря большим скоплением островов, в том числе таких крупных, как [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80_%28%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%29) и [Пилота Махоткина](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%9F%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%9C%D0%B0%D1%85%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0&action=edit&redlink=1).

Длина залива около 40 км, ширина до 80 км. Глубина до 16 м. Бо́льшую часть года залив покрыт льдами.

Внутри залива расположен крупный [остров Колчака](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%B0), с [1937](http://ru.wikipedia.org/wiki/1937) по [2005 год](http://ru.wikipedia.org/wiki/2005_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) носивший имя Расторгуева. К северу от залива расположен [архипелаг Норденшельда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%B3_%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%88%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B0). В юго – западной части залива расположен [полуостров Штурманов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2).

Административно входит в состав Таймырского района [Красноярского края](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%8F%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9)

1. Залив Тере́зы Клавенес  — [залив](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2) [моря Лаптевых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85), омывающий с востока берега северной оконечности полуострова [Таймыр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2). Достигает в длину 40 км, в ширину до 16 км. На востоке отделен от [залива Симса](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2_%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D1%81%D0%B0) [полуостровом Ласиниуса](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%9B%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%83%D1%81%D0%B0&action=edit&redlink=1).

Наиболее углубленная в сушу часть залива отличается большим скоплением мелких островов и отмелями. Выход из залива с востока преграждают [острова Вилькицкого](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%92%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D1%86%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%28%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%B5_%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85%29) и [острова Комсомольской правды](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D1%8B).

Берега преимущественно пологие, заболоченные, покрыты тундровой растительностью. В залив впадает несколько небольших рек, крупнейшая из которых — [Гольцовая](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F&action=edit&redlink=1). Сам залив бо́льшую часть года покрыт льдами.

Побережье залива входит в участок «Полуостров Челюскин» [Большого Арктического заповедника](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9_%D0%90%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA).

Можно привести еще несколько бухт с подобными характеристиками. Как видно из обзора бухт полуострова Таймыр, все они большую часть года покрыты льдом. Это является основным препятствием работы приливной электростанции. Принадлежность бухты Большому Арктическому заповеднику потребует особого разрешения, несмотря на доказательства ничтожного вредного воздействия приливных электростанций на окружающую среду.

**Выводы.** Приливную энергетику следует рассматривать как малоперспективное направление развития ВИЭ на территории Красноярского края по следующим причинам:

– Большую часть времени бухты северного ледовитого океана покрыты толстым льдом, что препятствует работы приливной электростанции.

– Отсутствие близлежащих потребителей, которые могли бы использовать электрическую и тепловую энергию от приливной станции. Протяжение ЛЭП на большие расстояния в условиях Севера экономически нецелесообразно.

– Большой Арктический заповедник является охраняемой заповедной территорией, что может привести к сложностям с размещением приливной станции.

## 2.4 Энергетический потенциал ветровых волн

Энергетический потенциал ветровых волн достаточно велик. Суммарная потенциальная мощность ветрового волнения мирового океана оценивается исследователями в пределах от 30 млн. МВт до 1 млрд. МВт [11]. Волновая энергия обладает более высокой по сравнению с ветром и солнцем плотностью энергии. Морские волны накапливают в себе энергию ветра на значительном пространстве разгона. Они являются, таким образом, природным концентратором энергии. Еще одно достоинство волнения – его повсеместность, благодаря чему оно доступно широкому кругу прибрежных потребителей. Недостаток волновой энергии заключается в ее нестабильности во времени, зависимости от ледовой обстановки, сложности преобразования и передачи потребителю. Работы, направленные на изучение возможностей использования волновой энергии, были начаты более 200 лет назад и заметно интенсифицировались, начиная с 70 – х годов XX века [12]. Проблема практического использования энергии ветровых волн отличается большой сложностью. При ее решении необходима разработка устройств приема и преобразования энергии, мощных систем крепления, способных выдерживать большие нагрузки, особенно в экстремальных условиях. Требуется оценка параметров ветрового волнения и закономерностей их изменения, а также изучение вопросов влияния волновых установок на окружающую среду (эрозия и формирование берегов, взаимодействие с судоходством рыбаками и др.) [13].

Наибольший интерес представляют длиннопериодные (Т~10 с) волны большой амплитуды (2 м и более), позволяющие снимать с единицы длины гребня от 50 до 70 кВт/м и более.

Для проектируемых волновых электростанций длина энергопоглощающего элемента должна примерно соответствовать 1 – 2 длинам предельных волн расчетного диапазона для конкретной акватории, независимо от мощности станции. Так, для экваторий Черного моря длина энергопоглощающего элемента должна составлять 40 – 50 метров.

Значения потока волновой энергии в морях России приведены в таблице 2.4 [14].

Таблица 2.4 – Потоки волновой энергии в морях России

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Море | Ф  (кВт/м) | Море | Ф  (кВт/м) |
| Азовское  Чёрное  Балтийское  Каспийское | 3  6 – 8  7 – 8  7 – 11 | Охотское  Берингово  Японское  Баренцево | 12 – 20  15 – 44  21 – 31  20 – 25 |

Потоки волновой энергии Карского моря и моря Лаптевых не приводятся.

Средняя высота волн в Мировом океане равна 2.5 м, а период их существенно различается. Так, в Балтийском море, она равна 7 – 8 кВт/м, а в морях Баренцево и Берингово соответственно 20 – 25 и 15 – 44 кВт/м.

Существенным достоинством волновой энергии является увеличение мощности волн в осенне – зимний период, когда возрастает и потребление электроэнергии. Подавляющее большинство волновых энергетических установок в конструктивном отношении представляют собой сооружение, состоящее из трех основных элементов (систем): рабочего тела (или волноприемника), силового преобразователя с электрогенератором и системы крепления [15] .

Рабочее тело может быть твердым, жидким или газообразным. Оно находится в непосредственном контакте с водой и под действием волн совершает какие – либо движения, например, колебательные. В качестве рабочего тела могут служить поплавки, водяные колеса, волноприемные камеры, эластичные трубы, набережные стенки, волноотбойные устройства и другие.

Силовой преобразователь служит для преобразования энергии, запасенной рабочим телом, в энергию, пригодную для использования или передачи на расстояние. В качестве таких преобразователей могут выступать разнообразные по исполнению гидравлические насосы, зубчатые, цепные, тросовые передачи, гидравлические и воздушные турбины и т.п. Система крепления предназначена для удержания на месте волновой установки.

На рисунке 2.8 приведен пример конструкции простейшей волновой установки поплавкового типа.



Рисунок 2.8 – Пример конструкции волновой установки

Установка состоит из рабочего тела, выполненного в виде поплавка – 1и укрепленного на одном конце штанги – 2, другой конец которой соединен с силовым преобразователем – 3. Последний размещен на свайных опорах – 4. Преобразователь – 3 воспринимает колебания – 5 штанги – 2. Если поплавок – l выполнить плоским и соединить со штангой – 2 шарнирно, то он будет также совершать и колебательные движения – 6 относительно этого шарнира. Тогда целесообразно на поплавке установить дополнительный преобразователь – 7 для преобразования этих движений.

Перемещения поплавка используются для попеременного сжатия газа или жидкости в какой – либо емкости или перемещения сердечника в электромагнитной обмотке. Возможно также использование перемещений поплавка либо для преобразования во вращательное движение вала с помощью реечной или цепной передачи, либо в давление рабочей жидкости с помощью поршневого насоса.

Наиболее многочисленны установки, применяющие в качестве рабочего тела поплавок, использующий разность между уровнями гребня и ложбиной волны. С целью увеличения амплитуды колебаний (появления резонанса) цилиндрические поплавки могут частично заполняться водой. Пример такого устройства приведен на рисунке 2.9.

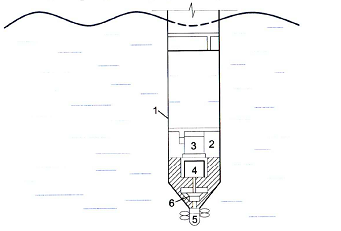


Рисунок 2.9 – Схема волновой установки поплавкового типа

В нижней части корпуса – 1 этого поплавка предусмотрена мера – 2 для балласта, масса которого регулируется в зависимости от параметров волн насосом – 3. Электрогенератор – 4 приводится в работу от осевой гидротурбины – 5, обеспечивающей одностороннее вращение. При необходимости возможно применение мультипликатора – 6, позволяющего увеличивать частоту вращения ротора генератора. Такие устройства имеют амплитуду вертикальных колебаний, в 10 – 12 раз превышающую высоту волны [15] . На рисунке 2.10 показана действующая электростанция поплавкового типа [16].



Рисунок 2.10 – Электростанция поплавкового типа

Волновые установки, использующие постоянное изменение формы поверхности, получили название «контурного (щарнирного) плота». Эти «Плоты» имеют плоское или коробчатое рабочее тело, состоящее из двух или многих поплавков – (рисунок 2. 11), соединенных между собой шарнирами, и снабженное поршневыми насосами. Установка удерживается с помощью якоря. Изменение формы поверхности моря приводит к изменению углового положения поплавков относительно друг друга, которое и используется для привода в действие насоса.



Рисунок 2.11 – Контурный (шарнирный) плот

Например, на Pelamis P – 750 (рисунок 2.12), состоящей из секций, между секциями закреплены гидравлические поршни. Внутри каждой секции также есть гидравлические двигатели и электрогенераторы. Под воздействием волн конвертеры качаются на поверхности воды, и это заставляет их изгибаться. Движение этих соединений приводит в работу гидравлические поршни, которые, в свою очередь, приводят в движение масло. Масло проходит через гидравлические двигатели. Эти гидравлические двигатели приводят в движение электрические генераторы, которые производят электроэнергию[16].



Рисунок 2.12 – Волновая электростанция типа “шарнирный плот”

Для эффективного использования энергии волны, электростанция должна устанавливаться на глубине не менее 15 – 20 метров. Минимальная высота волны, при которой начинается генерация электрической энергии, составляет один метр.

Волновые электростанции сравнительно недешевы. Это понятно, если представить их жизнедеятельность в условиях, когда эффективность возрастает с ростом агрессивности среды. Удельная стоимость их составляет 4000—5000 фунтов стерлингов на 1 кВт вырабатываемой энергии, в то время как стоимость тепловых и атомных электростанций 500—1000 фунтов стерлингов на 1 кВт [17].

Расположение Красноярского края на территории России показано на рисунке 2.13. Северные территории края омываются Карским морем и морем Лаптевых. Эти моря находятся за Северным полярным кругом.

****

Рисунок 2.13 – Территория Красноярского края (красный цвет) и прилегающие моря:

1 – Карское море, 2 – море Лаптевых

**Карское море.**  Это море относится к окраинным морям Северного Ледовитого океана и в своей большей части располагается на материковой отмели [18].

Его площадь 885,2 тыс. кв. км, средняя глубина около 130 м, максимальная – 620 метров. На севере Карское море прилегает к Арктическому бассейну, на западе – граничит с Баренцевым морем, на востоке – с морем Лаптевых. На его акватории множество островов различной величины, подавляющая часть из них расположена вдоль континентального побережья.

Береговая линия моря имеет сложные контуры и очертания. Глубоко в сушу вдаются Обская и Байдарацкая губы, между которыми далеко в море выступает полуостров Ямал. Рельеф дна моря неровный, имеются глубоководные желоба и возвышения. Южная и восточная части Карского моря менее глубоководны, чем его западные и северо – западные стороны. Наиболее глубокий район Карского моря расположен южнее Новой Земли, где пролегает Новоземельская впадина с глубинами до 500 метров. Восточнее Новой Земли начинается желоб Св. Анны, уходящий за пределы моря в Арктический бассейн. Центральная часть Карского моря имеет более ровный рельеф. Восточная часть Карского моря, вблизи устьев рек Оби и Енисея, очень мелководна (глубины 20 – 50 м) и отличается сильно опресненной водой.

Климат арктический, суровый [19]: 3-4 мес*.* в году длится полярная ночь, 2—3 мес*. —* полярный день. температура воздуха ниже 0°С держится на севере моря 9—10 мес*.*,на юге — 7-8 мес*.* Средняя температура января от -20 до -28 °С (минимальная достигает -46 °С), июля от + 6 до -1 °С (максимальная до +16 °С). Число дней с морозом в июле от 6 на юге до 20 на севере. Зимой часты штормовые ветры, вьюги и метели, летом — снежные заряды и туманы. Большую часть года море покрыто льдом. Ледообразование начинается в сентябре на севере и в октябре на юге. Зимой вблизи берегов и между островами образуется припай, за которым располагаются дрейфующие льды. К лету припай разрушается, а льды на юге и севере моря образуют устойчивые ледяные массивы. В неблагоприятные для судоходства годы льды занимают летом почти всё море, в другие — от льда очищаются значительные пространства. Имеется два стабильных морских течения – на северо – востоке и юго – западе, которые медленно перемещают водные массы против часовой стрелки.

Видовой состав животного мира здесь в два раза беднее, чем в соседнем Баренцевом. Тем не менее, жизнь здесь, все – таки есть. Приливы не большие, от полуметра до 80 см. Суровый климат, холодная вода и мощный ледяной панцирь делает проблематичным использование энергии морских волн.

**Море Лаптевых.** По географическому положению и гидрологическим условиям, отличным от океана, с которым море свободно сообщается, оно относится *к* типу материковых окраинных морей [20]. В принятых границах море Лаптевых имеет следующие размеры: площадь — 662 тыс. км2, объем 353 тыс. км3, средняя глубина 533 м, наибольшая глубина 3385 м. В море Лаптевых насчитывается несколько десятков островов. Большинство из них находится в западной части моря, причем местами они располагаются группами, местами в одиночку. Наиболее значительные группы островов: Комсомольской Правды, Вилькицкого и Фаддея. Среди одиночных островов своими размерами выделяются острова Старокадомского, Малый Таймыр, Большой Бегичев, Песчаный, Столбовой и Бельковский. Множество мелких островов расположено в дельтах рек. Подавляющая часть моря очень мелководна. Половину всей его площади занимают глубины до 50 м, а южнее 76° с. ш. они не превышают 25 м. Северная часть моря значительно глубже. В этом районе глубины постепенно увеличиваются от 50 до 100 м, а затем резко возрастают до 2000 м и более. При столь большом контрасте глубин, природные условия моря в, основном, характеризуют глубины, порядка 50—100 м. Высокоширотное положение, большая удаленность от Атлантического и Тихого океанов, близость азиатского материка и полярных льдов делают море Лаптевых одним из самых суровых среди наших арктических морей. Значительная протяженность моря с юго – запада на северо – восток создает климатические различия от места к месту, заметно выраженные по сезонам. Большую часть года (с октября по май) все море Лаптевых покрыто льдами различной толщины и возраста. Льдообразование начинается в конце сентября и проходит одновременно на всем пространстве моря. Зимой в его мелководной восточной части развит чрезвычайно обширный припай толщиной до 2 м. Границей распространения припая служит глубина 20—25 м, которая в этом районе моря проходит на удалении нескольких сотен километров. Таяние льда начинается в июне – июле и к августу значительные пространства моря освобождаются ото льдов.

Зимой температура воздуха над морем понижается до – 26 – 29 градусов. Летом температура воздуха повышается и достигает (в августе) +1 – 5 градусов.

Преобладание слабых ветров, мелководность и постоянные льды обусловливают довольно спокойное состояние моря. В среднем здесь превалирует волнение 2—4 балла с высотами волн около 1 м. Летом (июль — август) в западной и центральной частях моря изредка развиваются штормы 5—7 баллов, во время которых высота волн достигает 4—5 м. Осень — наиболее штормовое время года, когда море бывает наиболее бурным и наблюдаются максимально высокие (до 6 м) волны. Однако и в этот сезон преобладают волны высотой порядка 4 м, что определяется длиной разгона и глубинами.

В море Лаптевых прилив выражен хорошо, имеет характер неправильной полусуточной волны. Приливная волна входит, с севера и распространяется к берегам, затухая и деформируясь по мере продвижения к ним. Величина прилива обычно невелика, преимущественно около 0,5 м.

**Выводы.** Море Лаптевых и Карское море большую часть года покрыты льдами, а существующие проекты волновых электростанций требуют открытой воды. Даже в летний период, когда на поверхности океана курсируют айсберги, представляющие потенциальную угрозу волновым станциям. Использование волновой энергии этих морей является малоперспективным.

## Выводы к разделу 2

Красноярский край – обширная территория, граничащая с Северным Ледовитым океаном. Как показали предыдущие исследования, территории края обладает высоким ветроэнергетическим, солнечным и гидропотенциалом. В свою очередь, есть типы ВИЭ, которые не перспективны на территории края. Этим типам ВИЭ относятся:

– Геотермальная энергетика, т.к. Красноярский край расположен на территории древних складчатостей и Среднесибирской низменности. Геотермальные ресурсы расположены на большой глубине (более 100 м).

– Тепловые насосы, использование которых на территории края технически возможно, но на данный момент не конкурентоспособно с другими видами генерации тепловой энергии.

– Приливная энергетика, т.к. Большую часть времени бухты северного ледовитого океана покрыты толстым льдом, что препятствует работы приливной электростанции.

– Энергия морских волн, т.к. Море Лаптевых и Карское море большую часть года покрыты льдами, а существующие проекты волновых электростанций требуют открытой воды. Поэтому использование волновой энергии этих морей является малоперспективным.

# РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВИЭ

## 3.1 Анализ проблем использования ВИЭ на территории Красноярского края

## 3.1.1 Анализ общих рисков и проблем использования ВИЭ

При разработке проектов генерирующих объектов на базе ВИЭ инвестор сталкивается с рядом рисков. Для всех видов ВИЭ можно классифицировать следующие основные наиболее вероятные риски:

1) Климатическое исполнение генерирующих объектов на базе ВИЭ. Все генерирующие объекты должны быть адаптированы к климатическим условиям суровой зимы и достаточно жаркого лета. Наибольшую опасность представляют зимы. Низкие температуры увеличивают хрупкость деталей, что приводит к их преждевременному износу. Возможность противостоять холодным зимам определяется климатическим исполнением генерирующего объекта.

2) Риски связанные с возвратом инвестиций. Инвестор, производящий строительство за свой счет должен иметь гарантии в виде предварительных договоров, многосторонних соглашений или других документов, подтверждающие намерение другой стороны покупать электрическую энергию, выработанную генератором ВИЭ по заранее оговоренному тарифу.

3) Риск отсутствия подготовленных специалистов осуществляющих обслуживание генерирующих объектов ВИЭ. Для обслуживания генераторов ВИЭ требуются специалисты, имеющие базовое энергетическое образование и имеющие навыки работы с генерирующим оборудованием конкретного производителя. При разработке комплексной программы развития ВИЭ на территории края появится возможность создать учебные лаборатории и специальности в ведущих вузах Красноярского края, направленные на подготовку специалистов в данном направлении. Первым шагом в подготовке специалистов данного профиля станет строительство демонстрационной зоны возобновляемых источников энергии на базе Сибирского федерального университета.

К серьезным техническим и технологическим недостаткам ВИЭ, ограничивающим их широкое практическое применение, относятся невысокая плотность энергетических потоков и их непостоянство во времени и, как следствие этого, необходимость значительных затрат на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии [21].

Проблемы внедрения ВИЭ проанализированы многократно, как на уровне отдельных регионов, так и на общероссийском уровне. В качестве основных препятствующих факторов выделены следующие:

1. «изобилие углеводородных ресурсов;
2. отсутствие поддержки ВИЭ на государственном уровне;
3. отсутствие законодательной базы по альтернативной энергетике;
4. низкая обеспокоенность общества экологическими проблемами и отсутствие желания и/или возможности платить за экологический ущерб»[22].

Препятствия в виде недостаточного финансирования, отсутствия экономических и законодательных механизмов, отсутствия общественной заинтересованности и т.п. действительно существуют, но, как уже было отмечено, они неизбежны. Обнадеживающим моментом является поддержка со стороны администрации края. В этом случае, когда имеет место сотрудничество научной общественности и властных структур, вопросы, связанные с нормативным обеспечением внедрения ВИЭ, вполне могут быть решены положительно.

Опыт успешного внедрения ВИЭ на экспериментальном уровне имеется в разных регионах страны, например, в Карелии, на Камчатке. Этот опыт связан с энергообеспечением районов, изолированных от линий электропередач, где из – за дороговизны завозного топлива и проблем с его доставкой ВИЭ оказываются конкурентоспособными, а также энергодефицитных районов.

На территории Красноярского края развитие ВИЭ затрудняется наличием установившейся системы генерирования электрической мощности (как в централизованных сетях, так и в децентрализованных). Руководители администраций муниципальных образований часто не проявляют должного интереса к ВИЭ, т.к. это приведет к определенной доле реформирования существующего уклада. Введение ВИЭ в системы электроснабжения сопряжено с определенными рисками как технического, так и законодательного плана. Но развитие сети генераторов ВИЭ позволит решить ряд вопросов децентрализованного электроснабжения.

## 3.1.2 Ветроэнергетика

Перспективы ветроэнергетики на территории Красноярского края в основном связаны с развитием электроснабжения северных территорий (Таймырского, Эвенкийского и Туруханского муниципальных районов). Населенные пункты подразделяются на поселки и городского типа. В поселках преобладает местное этническое население (эвенки, ненцы и др.). В поселках развиты этнические неэнергоемкие производства (оленеводство, рукоделие, рыболовство, охота и др.). Таких населенных пунктов на территории указанных населенных пунктов большинство и к ним относятся Ессей, Носок, Хета, Левинские пески, Каяк, Волочанка и др.

В поселках городского типа имеются развитые энергоемкие предприятия. Местного населения в таких населенных пунктах минимум. Наиболее крупными поселками городского типа являются Диксон и Хатанга. В Диксоне расположен морской порт, осуществляющий обслуживание кораблей, проходящих по Северному морскому пути. В Хатанге имеется крупный речной порт и постоянно действующий аэропорт. В поселках также имеются метеостанции, геологические службы.

Электроснабжение населенных пунктов осуществляют частные компании. На территории Таймырского Долгано – Ненецкого муниципального района действуют следующие энергетические частные компании: ООО «Таймырэнергоком», ООО «Потапово», ОАО «Хантайское», МУП «ЖКХ сп. Хатанга», ОАО «Полярная ГРЭ», МУП «Хатанга – Энергия», МУП «Коммунальщик», ОАО «НорильскГазпром», ТПП ОАО «Туруханскэнерго».

На сегодняшний день государственный бюджет компенсирует частным компаниям затраты на выработку электрической энергии для муниципальных учреждений и местных жителей. Так, например, отпускной тариф в ООО «Таймырэнергоком» на начало 2013 года составляет 24,21 руб./кВт\*ч. При этом тариф для местных жителей и муниципальных учреждений составляет 2 – 3 руб./кВт\*ч. Разницу компенсирует государственный бюджет. Отпускные тарифы на электрическую энергию увеличиваются на 15 – 20% в год (на начало 2012 года отпускной тариф в пос. Диксон составлял 18,5 руб./кВт\*ч), что обосновывается местными генерирующими компаниями повышением цен на горюче – смазочные материалы (ГСМ). Такая схема выгодна генерирующим компаниям и поставщикам дизельного топлива.

Развитие промышленной ветроэнергетики рекомендуется начинать с вахтовых поселков, где имеются энергоемкие производства. Основные проблемы ветроэнергетики на территории Красноярского края можно сформулировать в виде следующих тезисов:

1) Нежелание местных генерирующих компаний заниматься развитием ВИЭ (ветроэнергетики), т.к. существующая нормативно – правовая база позволяет компенсировать высокие затраты на ГСМ из государственного бюджета, что выгодно местным генерирующим компаниям.

2) Развитие ветроэнергетики на территории края приведет к постепенному снижению отпускного тарифа на электрическую энергию, что в свою очередь может снизить денежный оборот существующих генерирующих компаний.

3) Строительство ВЭС приведет к снижению объемов завозимого топлива, что не выгодно существующим поставщикам ГСМ.

4) Администрация Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района не выражает готовности способствовать развитию ветроэнергетики на территории Таймыра, обосновывая свою позицию негативным опытом строительства ВЭС в пос. Левинские пески в 1999 году.

5) Отсутствие нормативно-правовой базы, обязывающей энергетические компании покупать электрическую энергию от генераторов ВИЭ (ветроэнергетических установок), или накладывающей штрафные санкции на генерирующие станции, не использующие ресурсы ВИЭ (ветроэнергетики) в местах с высоким потенциалом ВИЭ.

6) Отсутствие нормативно-правовой базы, гарантирующей инвестору возврат инвестиций за счет продажи электрической энергии от ВЭС.

Решение данных проблем даст существенный скачок в развитии ветроэнергетики на территории Красноярского края.

## 3.1.3 Солнечная энергетика

В отличии от ветрового потенциала, солнечный потенциал сосредоточен в основном в южной части Красноярского края. В центральных и южных районах преобладает централизованное электроснабжение. Себестоимость производства электрической энергии от солнечных батарей соизмерима с отпускным тарифом на электрическую энергию в энергосистеме и часто превышает его. Использование солнечной энергии перспективно:

– для удаленных децентрализованных потребителей (дачных поселков, населенных пунктов, станций сотовой связи и др.);

– для потребителей, имеющих доступ к централизованной энергосистеме, но выражающих инициативу в наличии собственной системе генерации электрической энергии;

– для централизованных и децентрализованных населенных пунктов для получения тепловой энергии за счет солнечных коллекторов.

Развитие солнечной энергетики сопровождается следующими основными проблемами:

– для солнечных батарей большой мощности требуется отчуждение больших земельных участков;

– отчуждение земельных участков связано с большими налогами на землю;

– отсутствие квалифицированного персонала в удаленных населенных пунктах.

Использование солнечной энергетики может быть перспективно в сельскохозяйственных угодьях для электроснабжения малых изолированных потребителей. Перспективно рассмотреть использование экологически чистой солнечной энергетики в заповедных зонах.

## 3.1.4 Гидроэнергетика

Гидроэлектростанции входят в число основных производителей электроэнергии Красноярского края. Имеющихся на данный момент ГЭС достаточно для обеспечения потребности края в электричестве. Строительство новых ГЭС плотинного типа связано с программой промышленного развития отдельных территорий, а также с освоением внешнего энергетического рынка, в качестве поставщика.

Малая энергетика, о которой идет речь в данной работе, является отраслью, новой для нашего края. При помощи мини – и микроГЭС проблема энергообеспечения может быть решена, когда речь идет об удаленных или труднодоступных населенных пунктах. Свободнопоточные погружные микроГЭС могут обеспечивать электроэнергией в случаях, когда достаточно малой мощности и при этом потребность носит временный (сезонный) характер. А учитывая серьезную нагрузку на экологию региона от крупных гидроэлектростанций Ангарского каскада и крупнейших ГЭС на Енисее, большие энергодефицитные территории с низкой плотностью населения, следует немедленно заняться строительством малых ГЭС на реках Ангаро – Енисейского бассейна (Казыр, Кизир, Бирюса, Туба, Тасеева, Абан и многие другие), наносящих несоизмеримо меньший урон экологии.

Основными проблемами развития малой гидроэнергетики являются:

- Слабая изученность гидрологического режима малых рек региона: изменения их скорости и расхода воды, зимнего промерзания, сложности ледостава и ледохода;

- Отсутствие стимулов развития мелких производств в малонаселенных пунктах;

- Отсутствие законодательной базы, обязывающей энергетические компании, использующие генерацию электроэнергии на органическом топливе, покупать электрическую энергию от генераторов малых ГЭС или создавать комбинированные (с дизель-генераторными установками) локальные системы электроснабжения;

- Нежелание руководства муниципальных образований переходить на инновационные технологии, в том числе и генерацию электрической энергии на базе ВИЭ.

Преодоление этих (на наш взгляд вполне решаемых) проблем создало большое количество рабочих мест в малонаселенных пунктах (а, может, сделало бы их многонаселенными!) за счет создания малых перерабатывающих таежные богатства предприятий. Создание соответствующей инфраструктуры позволит по – настоящему развить туризм в крае ( в том числе и для иностранных туристов).

## 3.1.5 Биоэнергетика

Биоэнергетика в Красноярском крае географически может быть привязана только к конкретным предприятиям или месторождениям. Биоэнергетическое сырье является существенно менее энергоемким, по сравнению с углем или ГСМ. Транспортировки сырья на большие расстояния в данном направлении приведет к существенному удорожанию произведенной электрической энергии. Биогазовая энергетика напрямую завязана с животноводческими хозяйствами, которые являются сырьевой базой для биогазового оборудования. Генерирующие станции, работающие на отходах деревообрабатывающей промышленности географически привязаны к предприятиям деревообрабатывающей промышленности. В свою очередь, торфяные электростанции должны быть расположены в районе торфяных месторождений.

1) Отсутствие промышленного опыта эксплуатации биогазовых станций на территории Сибири и Дальнего Востока.

2) Отсутствие законодательных актов, позволяющих малым генераторам электрической энергии участвовать торгах оптового рынка электрической энергии или законодательных актов, обязывающих поставщиков электрической энергии покупать электроэнергию от генераторов на базе ВИЭ.

3) Отсутствие законодательных актов, поддерживающих и стимулирующих развитие биогазовой энергетики (налоговых льгот, фиксированных (гарантированных) тарифов, компенсации из государственного бюджета и др.).

Стимулирование биоэнергетики позволит создать на территории Красноярского края около десятка малых биоэнергетических объектов.

## 3.2 Анализ политики иностранных государств и субъектов Российской Федерации по поддержке и развитию применения ВИЭ

## 3.2.1 Анализ политики иностранных государств по поддержке и развитию применения ВИЭ

В современной мировой практике и согласно классификации ООН к «возобновляемым источникам энергии» (ВИЭ) относят: малую гидроэнергетику, солнечную энергетику, ве­троэнергетику, геотермальную энергетику, энергетику морских течений, волн, приливов, температурного градиента морской воды, разности темпера­тур между воздушной массой и океаном, тепла Земли, биомассу животного и растительного происхождения.

В поддержку уменьшения выбросов продуктов сгорания углеводородов и развития ВИЭ, ведущими зарубежными странами мира были приняты следующие международные соглашения:

– **Венская Конвенция** об охране озонового слоя (Вена, 22 марта 1985 г.);

– **Монреальский протокол** по веществам, разрушающим озоновый слой (Монреаль, 16 сентября 1987 г.);

– **Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций** об изменении климата (Нью – Йорк, 9 мая 1992 г.);

– **Киотский протокол** к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Киото, 11 декабря 1997 г.);

– **Международная инициатива 3R** экспертного совета «большой восьмерки» в Японии по комплексному использованию отходов (2004 г.);

– **План действий «Группы восьми»** «Изменение климата, экологически чистая энергетика и устойчивое развитие» (Глениглс, 8 июля 2005 г.) Глобальная энергетическая безопасность (принято лидерами «Группы восьми» в Санкт – Петербурге по итогам саммита 16 июля 2006 г.).

Проведен анализ политики стран Европейского Союза (ЕС) в области поддержки ВИЭ. ЕС включает в себя 27 стран. Практически все страны ЕС придерживаются политики государственной поддержки ВИЭ и используют единые механизмы поддержки.

В 2005 году в странах Европейского Союза доля ВИЭ в выработке электрической энергии составила 8,5% их совокупного конеч­ного потребления энергии, и при этом прослеживалась сильная тенденция к росту этого показателя.

В марте 2007 года руководители стран ЕС приняли обязательные для исполнения обязательства по доведению к 2020 году доли ВИЭ до 20% от общего объема вырабатываемой электрической энергии (программа «20/20»).

В 2005 году доля ВИЭ энергобалансе превышала 20% только у таких стран, как Швеция, Латвия, Финляндия, Австрия, Португалия. К 2020 этот показатель также превысит 20% в Дании, Испании, Литве, Румынии, Франции. В Швеции и Латвии он должен составить 49% и 42% (таблица. 3.1).

В Германии в 2008 году доля ВИЭ в общем энергопотреблении оставила 7%, при этом на долю в электроэнергетике пришелся максимальный показа­тель – 15,1%, который по прогнозам возрастет до 30% к 2020 году (рисунок 3.1).

Таблица 3.1 – Доля ВИЭ в энергобалансе европейских стран, %

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Страна | 2005 год | 2020 год | Страна | 2005 год | 2020 год |
| Австрия | 23,3 | 34,0 | Литва | 15,0 | 23,0 |
| Бельгия | 2,2 | 13,0 | Люксембург | 0,9 | 11,0 |
| Болгария | 9,4 | 16,0 | Мальта | 0,0 | 10,0 |
| Великобритания | 1,3 | 15,0 | Нидерланды | 2,4 | 14,0 |
| Венгрия | 4,3 | 13,0 | Польша | 7,2 | 15,5 |
| Германия | 5,8 | 18,0 | Португалия | 20,5 | 31,0 |
| Греция | 6,9 | 18,0 | Румыния | 17,8 | 24,0 |
| Дания | 17,0 | 30,0 | Словакия | 6,7 | 14,0 |
| Ирландия | 3,1 | 16,0 | Словения | 16,0 | 25,0 |
| Испания | 8,7 | 20,0 | Финляндия | 28,5 | 38,0 |
| Италия | 5,2 | 17,0 | Франция | 10,3 | 23,0 |
| Кипр | 2,9 | 13,0 | Чехия | 6,1 | 13,0 |
| Латвия | 34,9 | 42,0 | Швеция | 39,8 | 49,0 |

Рисунок 3.1 – Доля ВИЭ в генерации электроэнергии Германии и план на 2020 г.

К настоящему времени более 40 государств разработали национальные планы климатических действий, в основном в энергетике.

Правительство Швеции обнародовало свой план по переводу страны на новую стратегию, направленную на повышение энергоэффективности и сни­жение объемов выбросов углекислого газа. Шведское правительство наме­рено довести долю возобновляемой энергетики до 50% к 2020 году в общем удельном весе энергобаланса страны и сократить выбросы СО2 на 40% от уровня 1990 года. Увеличены будут инвестиции в разработку перспективных «зеленых» технологий. За 5 лет с 2010 до 2014 года правительство удвоит размеры финансирования энергосберегающей политики до 300 млн. крон (27 млн. евро). Цели, озвученные в Швеции, превышают те, что заплани­ровала Европейская Комиссия для 27 стран, входящих в ЕС. Здесь говорят, что лишь 20% энергетики к 2020 году будет получаться из возобновляемых источников.

В целях обеспечения постоянного и бесперебойного энергоснабжения Европы, страны решили объединить различные источники возобновляемой энергии в рамках одной электросети.  Данная инициатива получила воплощение в создании европейского проекта «Supergrid» («Суперсеть»), который поможет стимулировать развитие зеленой энергетики путем объединения огромного массива источников энергии – от ветряных электростанций в Шотландии до солнечных батарей в Северной Африке. Все это должно удовлетворить энергетические потребности центральной Европы. 30 октября 2009 г. двенадцать компаний подписали документы о создании промышленной инициативы DESERTEC «DiiGmbH». Этот проект позво­лит перераспределять между потребителями солнечную и ветровую энергию с территории, охватывающей 4 часовых пояса [23].

Быстрого роста генерации на ВИЭ возможно добиться благодаря активной государственной структурной политике, используя следующие механизмы поддержки ВИЭ:

* гарантированные тарифы на подачу энергии в сеть;
* снижение налоговой ставки;
* квоты на закупки электроэнергии от ВИЭ;
* зеленые сертификаты.

**Гарантированные тарифы** на подачу энергии в сеть являются наиболее эффективным видом стимулирования использования ВИЭ посредством цено­вого регулирования. В Европе в настоящее время 21 страна использует этот механизм.

Поставщики энергии обязаны закупать энергию от возобновляемых источ­ников в первую очередь и по фиксированным ценам. Цена зависит от типа, мощности и месторасположения генерирующего объекта и устанавливается на 20 лет. При этом поставщик (сбытовая компания) закупает электроэнер­гию ВИЭ по более высоким ценам, чем продает потребителям. Разница суб­сидируется счет государственного бюджета (Испания), либо за счет надбавки к цене для отдельных групп потребителей (Дания, Германия) [24].

Дания была первой страной, использовавшей этот подход. Государство ввело систему гарантированных цен на подачу электроэнергии с ветряных ге­нераторов в общую сеть. Это было интересно для инвесторов и привело к большому количеству строительства ветряных турбин. Позже, когда было решено, что ве­тряных генераторов стало достаточным, Дания отказалась от гарантированных тарифов, и с 2003 г. в стране практически прекратилось строительство новых ветряных генераторов.

Испания и Германия позаимствовали данную успешную модель гаранти­рованных тарифов на подачу в сеть энергии от ВИЭ, что позволило им обеспе­чить чрезвычайно успешные результаты.

В Испании первоначально имелся фиксированный тариф только на энер­гию, получаемую за счет силы ветра. Позже был достигнут очень хороший прогресс и в части использования энергии от солнечных батарей. Тариф на подачу энергии от фотогальванических батарей был значительно выше, чем в Германии, при значительно более интенсивном солнечном излучении. В ре­зультате в Испании началась «золотая лихорадка» среди инвесторов, стремив­шихся вложить средства в солнечные батареи, пока правительство Испании не остановило субсидирование этой деятельности с целью сокращения бюджет­ных расходов осенью 2008 года. Из этого следует вывод, что необходимо избегать прямого бюджетного дотирования ВИЭ. Субсидирование ВИЭ за счет надбавки к тарифу меньше зависит от со­стояния государственного бюджета и экономически более устойчиво[23].

Чтобы отразить реальные изменения на рынке, в Германии после принятия в 2000 г. Закона о ВИЭ, в 2004 и 2009 года в него дважды вносились изменения и дополнения. Например, тарифы на подачу энергии, генерируемой с исполь­зованием силы ветра, не снижались, а были заморожены или даже повышены (для генерации за счет силы прибрежного ветра), что было связано с ростом стоимости оборудования; а цены на энергию, генерируемую с использовани­ем фотогальванических батарей, стала сокращаться на 10% в год вместо 5% (чем позже запускается система солнечных модулей в эксплуатацию, тем ниже тариф).

В Германии тариф для закупки электроэнергии у мелких владельцев ветря­ков и солнечных батарей составляет в среднем 20 центов за кВт⋅ч., а роз­ничный (для населения) – 20 центов. Общий прирост тарифа в 2008 г составил 0,04 цента за киловатт – час. В результате средняя немецкая семья доплачивала на поддержку ВИЭ чуть больше 3 евро в месяц.

В 2009 году европейские цены на солнечные батареи снизились. Соответственно, гарантированный тариф с 1 января 2010 года в Германии снижен более чем на 10%. Инвесторы спешат установить запланированные фотоэлектрические мощности до 31 декабря 2009 г, поэтому производители солнечных батарей весь 2009 год работали с полной загрузкой [25].

С ростом доли ВИЭ в энергопотреблении объем субсидируемых закупок электроэнергии растет, но сумма разности между закупочным и отпускным тарифами (и сумма субсидий на один киловатт – час) падает. Общая сумма суб­сидий для ВИЭ в 2008 г составила 4,5 млрд. евро. Экономический эффект со­ставил: за счет снижения импорта газа и угля 2,7 млрд. евро, за счет устранения экстерналий 2,9 млрд. евро. С учетом создания рабочих мест в отраслях новой энергетики, перекрестное субсидирование ВИЭ дало прямые выгоды экономи­ке Германии.

**Снижение налоговой ставки** предоставляется на срок до 10 лет ком­паниям – производителям электроэнергии на основе ВИЭ. Снижение налоговой ставки применяется в США, Канаде, Бразилии, Индии. Индонезии, и др. государствах.

В США эта мера приводит к снижению себестоимости электроэнергии на несколько центов для ветровой, солнечной, геотермальной и биотопливной генерации. Для малой гидроэнергетики, свалочного газа и сжигания твердых бытовых отходов налоговая льгота дает снижение на 1 цент/кВт⋅ч. Налоговая льгота действует в течение 10 лет. Темпы роста мощностей ВИЭ в США превышают 30% в год.

Еще одним способом стимулирования использования ВИЭ в Индии явля­ется **система квот**. Данный механизм предусматривает, что поставщик электро­энергии должен доказать, что определенная (установленная правительством) квота реализуемой электроэнергии была произведена за счет ВИЭ. Если по­ставщик не выполняет свою обязательную квоту по использованию ВИЭ, к нему применяются санкции. Системы квот в настоящее время, кроме Индии, используются в Бельгии, Италии, Румынии, Швеции, Польше, Великобритании. Хотя данная система обеспечила реализацию большого числа крупных проектов, в целом, можно сказать, что система квот значительно уступает системе гаранти­рованных тарифов на подачу энергии в сеть.

Одной из форм учета выработки электроэнергии и применения квот яв­ляются **зеленые сертификаты.** Производители электроэнергии от ВИЭ получают от уполномоченного ор­гана «зеленые» сертификаты за проданную в сеть электроэнергию, а осталь­ные (в разных странах генерирующие компании или же сбытовые организа­ции) должны их выкупать, если они не выполнили свои обязательства по поставке определенного количества энергии от ВИЭ. Цены на сертификаты в ряде государств зависят от спроса и предложения, в других регулируются государством и варьируются в широких пределах – от 1 до 50 $/МВт⋅ч. [26].

В Швеции и Нидерландах действует система «Guarantees of Origin», позво­ляющая производителям электроэнергии от ВИЭ получать гарантированную надбавку к цене за проданную электроэнергию. Кроме сертификатов, выпускаемых согласно требованиям государства, в Европе, США, Канаде, Японии, Южной Африке существуют добровольные рынки «зеленых» сертификатов. Пока их масштаб невелик.

На рисунке 3.2 представлены модели стимулирования ВИЭ в Европе. Оранжевым цветом выделены страны, не имеющие механизмов го­сударственного стимулирования ВИЭ. Среди них Норвегия (доля ВИЭ, вклю­чая гидроэнергетику, превышает 99%), Швейцария (50%). В Финляндии (доля ВИЭ 25,5%) с 2002 г существует государственное субсидирование инвестиций в инновационные источники энергии.

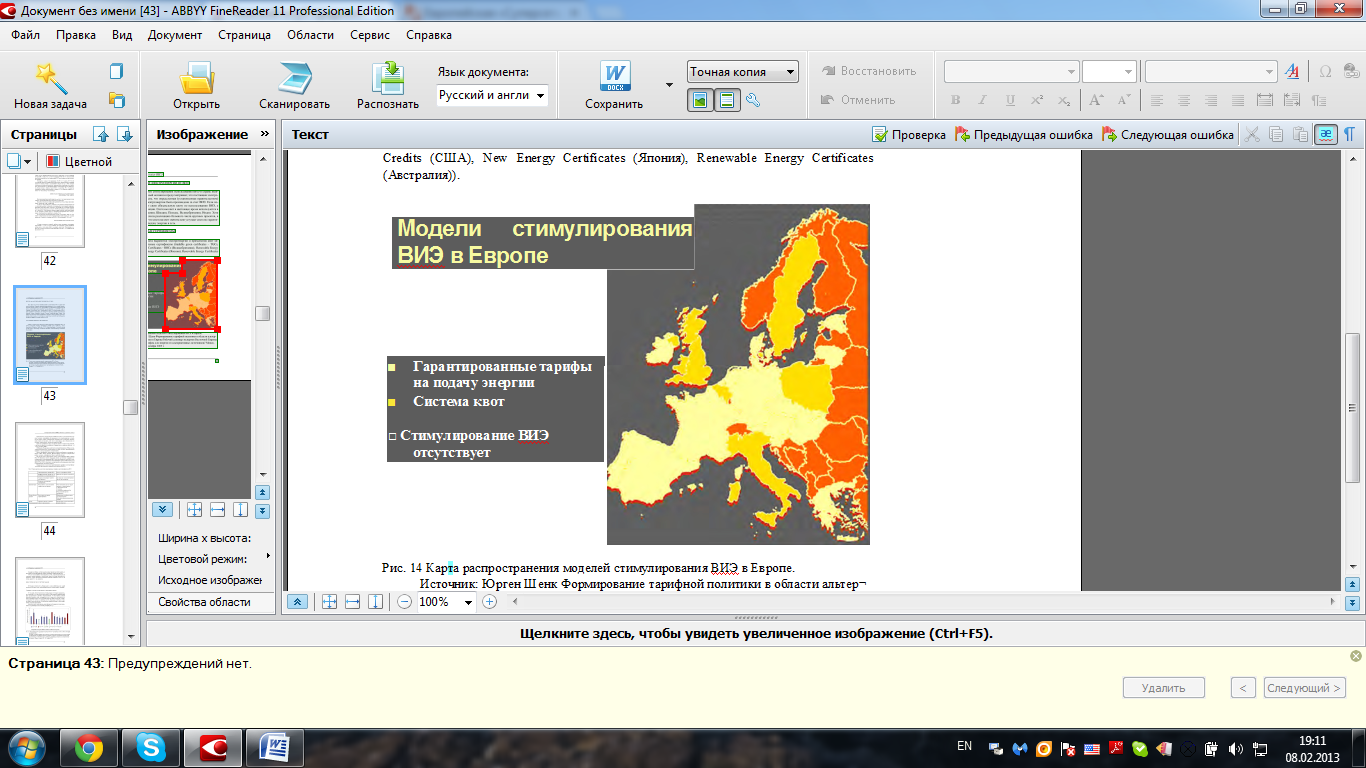


Рисунок 3.2 – Карта распространения моделей стимулирования ВИЭ в Европе

Преимущества и недостатки гарантированных тарифов и квот/сертифика­тов на ВИЭ представлены в сравнительной таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Преимущества и недостатки гарантированных тарифов и квот/сертификатов на ВИЭ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Гарантированные тарифы | Квоты и сертификаты |
| Дифференциация тарифов по тех­нологиям и их степени зрелости. | Пригодно для зрелых технологий |
| Сильнее стимулирует техниче­ский прогресс | Для незрелых технологий требует других мер поддержки |
| Позволяет долгосрочное планирование |  |
| Ценовый риск | Отсутствуют: схема изменения тарифа известна заранее. | Риски изменения цен на «тради­ционную» электроэнергию:изменение цен на топливо,стоимость выбросов CO2.  Риск изменения цен на сертификаты |
| Риски объемов продаж | Отсутствуют на период гарантирования. | Общие риски колебания спроса на электроэнергию.  Риски вытеснения новыми вида­ми ВИЭ |
| Риски  балансирования | Тариф не зависит от баланса спроса и предложения. | Полный риск стоимости баланси­рования нагрузки |

Как видно из таблицы, система гарантированных тарифов на электроэнергию от ВИЭ является более действенной и сильнее стимулирует технический прогресс [25].

В России установленная законодателем система, предусматривающая для «зеленой» энергии надбавку к оптовой цене, ближе к системе торгуемых сер­тификатов. Однако механизм определения величины надбавки к цене до сих пор не определен [27].

По финансированию ВИЭ полных сведений об инвестициях в мире отсутствуют. Тем не менее, имеющаяся отчет­ность позволяет увидеть важные тенденции.

Как утверждает маркетинговая компания “CleanEdge, Inc.» в 2009 г, во время глобального экономического кризиса выручка от продажи ветровой, солнечной энергии и биотоплива выросла на 11,4% и достигла 139,1 млрд. $ при сни­жении цен. Это подтверждает известный факт, что растущие отрасли экономи­ки проявляют большую устойчивость к колебаниям конъюнктуры.

Мировой объем инвестиций в создание генерации на ВИЭ в 2008 г оцени­вался около 120 млрд. долл.Почти 60% финансирования ВИЭ приходится на ветроэнергетику. За ней идут инвестиции в солнечные батареи. На долю остальных видов возобновляе­мой электрогенерации приходится около 10% инвестиций (рисунок.3.3)

Рисунок 3.3 – Структура финансирования по видам ВИЭ в мире

В 2009 г. мировой объем инвестиций в ветроэнергетику оценивался в 63 млрд. долл., в солнечную энергетику в 36 млрд. долл. В Западной Европе широко используется прямые частные и коллективные инвестиции в ВИЭ.

Около 100 тысяч граждан Дании инвестировали в ветряную энергетику. Половина ветрогенераторов принадлежит кооперативам. Уже к 1996 году было создано около 2100 кооперативов, которые инвестировали в строительство ве­тряных электростанций и владели ими. Широко поощряется строительство не­больших частных ветровых и солнечных электростанций в Германии [25].

## 3.2.2 Анализ политики поддержки и ВИЭ на территории Российской Федерации

В России в поддержку ВИЭ были приняты следующие соглашения с ведущими мировыми странами:

– Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Королевства Швеция о сотрудничестве в области энергоэффективности и возобновляемых источников энергии (Москва, 26 апреля 1999 г.);

– Соглашение между Российской Федерацией и Международным банком реконструкции и развития о гранте Глобального экологического фонда для финансирования подготовки проекта «Российская программа развития возобновляемых источников энергии» (подписано в соответствии с постановлением Правительства РФ от 1 ноября 2005 г. N 653);

– Меморандум о сотрудничестве в области повышения энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии между Министерством энергетики Российской Федерации и Министерством экономики, торговли и промышленности Японии (Токио, 12 мая 2009 г.);

– Договор между Правительством Российской Федерации и Правительством Королевства Дания о содействии реализации проектов, осуществляемых в соответствии со статьей 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата от 11 декабря 1997 г. (Копенгаген, 28 апреля 2010 г.).

По сравнению с большинством промышленно развитых стран масштабы и темпы роста возобновляемой энергетики Роccии очень невелики. Данные о выработке электрической и тепловой энергии, собранные известным специалистом по возобновляемой энергетике П.П. Безруких приведены в таблицах 3.3 и 3.4 [28].

Таблица 3.3 – Выработка электрической энергии России на базе ВИЭ, включая малые ГЭС, млн. кВт⋅ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 |
| Ветростанции | 1,07 | 4,12 | 6,77 | 15,65 | 9,88 | 9,63 | 7,46 | 7,74 | 5,235 | 5,938 | | 8,634 | | 11,891 | |
| Геотермальные  электростанции | 58,2 | 91,2 | 149,1 | 313,1 | 395 | 396,4 | 462,6 | 484,7 | 446,5 | 451,5 | | 471,3 | | 482,1 | |
| Малые ГЭС | 1672,6 | 2586,5 | 2429,5 | 2276,7 | 2738,2 | 2788,1 | 2548,5 | 2659,2 | 3178,5 | 3781,3 | | 4239,2 | | 4931,4 | |
| Тепловые элек­тростанции на биомассе | 4791,5 | 4991,2 | 6582,8 | 5518,1 | 5670,7 | 5562,9 | 5833,4 | 5981,3 | 5941,2 | 6891,2 | | 6763,7 | | 7196,1 | |
| 1380,3 | 1380,9 | 1995,4 | 2025 | 2431,5 | 3720,1 | 2612,9 | 2817,1 | 2325,9 | 2471,1 | | 2612,9 | | 2884,3 | |
| Итого | 7903,67 | 9053,92 | 11163,57 | 10148,55 | 11245,28 | 12477,13 | 11464,86 | 11950,04 | 11897,34 | | 13601,04 | | 14095,73 | | 15505,79 |

Таблица 3.4 – Отпуск тепловой энергии в России на базе ВИЭ, тыс. Гкал.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Тепловые электростанции на биомассе | 8900 | 9720 | 10668 | 10550 | 10592 | 11362 | 11791 | 12557 | 14394 | 16481 | 18692 | 20478 |
| Котельные на биомассе и авто­номные источники | 45000 | 46000 | 46500 | 46500 | 46500 | 46500 | 47000 | 47500 | 47600 | 47000 | 47600 | 47500 |
| Солнечные коллекторы | 10 | 12 | 12 | 15 | 18 | 20 | 22 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Биогазовые установки всех видов | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 35 | 35 | 35 | 45 |
| Геотермальные источники теплоснабжения | 215 | 200 | 200 | 180 | 190 | 190 | 202 | 100 | 200 | 200 | 202 | 200 |
| Итого | 54305 | 56122 | 57590 | 57475 | 57550 | 58332 | 59290 | 60462 | 62514 | 63741 | 66554 | 68248 |

Валовый потенциал всех ресурсов ВИЭ России оценивается в 2.34x10 млн. т у.т. Результат оценки объема технически доступных ресурсов возобновляемых источников энергии в Российской Федерации, приведенный в Распоряжении правительства России от 8 января 2009 г. №1 – р, эквивалентен не менее 4 млрд. тонн условного топлива, что вдвое превышает энергобаланс страны и в 5 раз внутреннее энергопотребление (рисунок 3.4).

Рисунок 3.4 – Технический и экономический потенциал ВИЭ

на территории Российской Федерации

До скачка цен на нефть Институт экономических стратегий РАН оценил экономический потенциал ВИЭ России – порядка 280 млн. т у.т. в год, что не­многим более 25% от годового внутреннего потребления энергоресурсов в стране. В настоящее время экономический потенциал ВИЭ существенно уве­личился в связи с подорожанием традиционного топлива [23].

Большую работу по оценке технического и экономического потенциала ВИЭ удаленных регионов выполнил Институт физико – технических проблем Севера. В наименьшей степени задействован экономический потенциал солнеч­ной и ветровой энергетики, в наибольшей степени – энергии биомассы и гидроэнергетики. Создание генерации с использованием ВИЭ целесообразно в первую оче­редь на территориях с децентрализованным электроснабжением. Общее число дизельных электростанций в России превышает 5 тысяч, а ежегодный расход топлива – 6 млн. тонн. Но и в районах с централизованным энергоснабжением могут быть мно­гочисленные ниши, в которых применение ВИЭ экономически эффективно [29].

Меры по развитию ВИЭ, предусматривавшиеся Федеральными целевыми программами 1990 – х годов, выполнены не были. Последние из разработанных в 1990 – х годах ФЦП:

– «Энергоэффективная экономика на 2002 – 2005 годы и на перспективу до 2010 года» (утверждена Постановлением Правительства 17 ноября 2001 года №796, – отв. Минпромэнерго);

– «Юг России на 2002 – 2006 годы» (утверждена 8 августа 2001 года №581 – отв. Минэкономразвития);

– «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на 1996 – 2005 годы и до 2010 года» (утверждена 15 апреля 1996 года №480, отв. – Минэкономразвития);

– «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития на­уки и техники на 2002 – 2006 годы» (утверждена от 21 августа 2001 года №605, отв. – Минобрнауки России) и др.

В конце 2007 года произошли позитивные изменения в области государ­ственной политики в области энергетики. По инициативе «РАО «ЕЭС» России в качестве поправок к уже существующему Закону «Об электроэнергетике» №35 – ФЗ были приняты статьи, направленные на поддержку развития возоб­новляемой энергетики. Принятые поправки не только впервые дают определе­ние ВИЭ в законодательстве РФ, но и определяют задачи для Правительства по развитию ВИЭ [23].

В соответствии с редакцией «Закона об электроэнергетике» Правительство РФ:

– устанавливает показатели объема производства и потребления электриче­ской энергии с использованием возобновляемых источников энергии, утверж­дает планы по достижению этих показателей, поддерживает использование ВИЭ и стимулирование их использования;

– утверждает критерии для предоставления из бюджета субсидии для ком­пенсации стоимости подключения к энергосистеме страны генерирующих мощ­ностей не более 25 МВт, функционирующими на основе использования ВИЭ;

– устанавливает надбавки к цене электроэнергии, полученной за счет воз­обновляемых источников, по сравнению с ценами оптового рынка и обязатель­ные для покупателей на оптовом энергорынке объемы приобретения электри­ческой энергии, произведенной с использованием ВИЭ (Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35 – ФЗ «Об электроэнергетике» (в ред. Федерального закона от 04.11.2007 г. № 250 – ФЗ).

Целевые показатели объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии (кроме гидро­электростанций установленной мощностью более 25 МВт) установлены Рас­поряжением Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1 – р [30]:

* в 2010 году – 1,5 процента;
* в 2015 году – 2,5 процента;
* в 2020 году – 4,5 процента.

Планы действий по достижению этих показателей правительством не определены.Критерии для предоставления из бюджета субсидии для компенсации стоимости подключения к энергосистеме установлены постановлением Правительства РФ от 3 июня 2008 г. №426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источ­ников энергии». Порядок выделения субсидий из бюджета не установлен (срок исполнения 1 октября 2008 г, исполнитель Министерство энергетики) [31].

Для установления надбавки к цене электроэнергии Министерство энерге­тики Российской Федерации издало приказ от 17 ноября 2008 г. № 187 «О по­рядке ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на квалифицированных генериру­ющих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии». Ведение реестра возложено на НП «Совет рынка»[32].

Порядок определения надбавки для определения цены на электрическую энергию, произведенную на квалифицированных генерирующих объектах, Минэнерго должно было разработать до 1 октября 2008 г.

Российские законодатели прямо закрепили в законе компенсацию потерь в электросетях от ВИЭ. Согласно ст. 32, сетевые компании должны в первую очередь компенсировать потери за счет приобретения электрической энергии, произведенной с использованием возобновляемых источников энергии. Однако механизм закупок и ценообразования не определен, в результате сетевые ком­пании его и не выполняют.

Федеральное законодательство касается поддержки ВИЭ, включаемых в объединенные энергосистемы. В зоне децентрализованного энергоснабжения, где экономический эффект от ВИЭ максимален, генерацию и энергоснабжение, как правило, осуществля­ется одними и теми же компаниями. Они практически не имеют мотивации к снижению затрат за счет ВИЭ. Муниципальные предприятия по тепло – и электроснабжению, как правило, могут создавать объекты генерации с исполь­зованием ВИЭ за счет поддержки государственных (федеральных или регио­нальных) программ либо целевых кредитных программ. Частные инвестиции в зоне децентрализованного энергоснабжения почти всегда направлены на соб­ственное потребление без выдачи в энергии в сеть.

Одним из финансовых механизмов, способствующих развитию ВИЭ в России, может стать реализация проектов совместного осуществления (ПСО) в рамках Киотского протокола. ПСО представляет собой экономический ме­ханизм, предназначенный для стран Рамочной конвенции ООН об изменении климата, включающий разработку и осуществление проектов по сокращению выбросов парниковых газов («Единиц сокращения выбросов»), которые могут передаваться на углеродном рынке. Ряд российских компаний проявил заинтересованность в ПСО и несмотря на отсутствие функционирую­щей системы одобрения проектов в России, осуществили инвестиции в реали­зацию проектов.

В 2010 году в России был достигнут существенный прогресс в развитии внутренней процедуры рассмотрения ПСО. Постановлением №843 г. «О ме­рах по реализации статьи 6 Киотского протокола» от 28 октября 2009 года было установлено, что «проекты, осуществляемые в соответствии со статьей 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, утверждаются Министерством экономического развития РФ, а полномочия оператора углеродных единиц возлагаются на Сберегательный банк РФ». Указанным Постановлением также был установлен предельный объем квот, выделяемых на один конкурс – 30 млн. т СО2 эквивалента. В результате про­ведения первого конкурса ПСО Министерство экономического развития РФ утвердило 15 проектов в июле 2010 года.

Малый бизнес может получить поддержку на создание объектов генерации от ВИЭ, предусмотренные региональными законодательствами.

К мерам поддержки относятся:

– компенсация части процентов, уплачиваемых банками по инвестицион­ным кредитам,

– компенсация части средств, направленных на создание основных фондов.

Некоторые производители оборудования для ВИЭ активно используют и пропагандируют эти меры поддержки.

В большинстве промышленно развитых стран возобновляемая энергетика стала объектом деятельности государств, малого, среднего, крупного бизнеса и ТНК.

В России с 2000 года возобновляемой энергетикой занимаются преимуще­ственно энтузиасты. Крупный бизнес мотивирует свою позицию в отношении ВИЭ отсутствием ясной политики государства в этой области.

«Ответственным» за гидроэнергетическую, геотермальную, прилив­ную, ветровую энергетику в стране является генерирующая компания ОАО «РусГидро». Пока доля активности «РусГидро» направлена на развитие крупных ГЭС.

С течением времени информированность и озабоченность населения эко­логическими вопросами энергетики растет. Летом 2008 г Фонд общественного мнения провел опрос населения (1500 респондентов) в 100 населенных пун­ктах 46 областей, краев и республик России. Статистическая погрешность не превышает 3,6%.

В России работу по поддержке ВИЭ ведут десятки экологических органи­заций. Деятельность WWF России, Гринпис России, других организаций, на­правленная на развитие ВИЭ в России строится в рамках Коалиции экологиче­ских НПО по вопросам энергетики.

Коалиция экологических НПО – это организации, выработавшие в 2008 г. единую позицию для переговоров с РАО «ЕЭС», а теперь ведущие конструк­тивный диалог с энергокомпаниями страны для перевода энергетики на «устой­чивые рельсы».

Коалиция строит свою работу исходя из совместно выработанной Позиции экологических НПО по социальным и экологическим проблемам производства и передачи энергии. К позиции Коалиции присоединились еще около 30 регио­нальных и общероссийских экологических организаций.

Среди разнообразных направлений работы НПО по поддержки ВИЭ – про­ект Центра охраны дикой природы по оценке экономических и экологических по­следствий использования ВИЭ. ЦОДП проводит исследования местных условий (распределения скоростей ветра, облачности и т.п.) для подбора конфигурации источников энергоснабжения на основе ВИЭ для малых и средних компаний. В 2009 году Гринпис России опубликовал альтернативный энергетический сценарий для России, основанный на энергосбережении и ВИЭ.

Для развития ВИЭ необходимо устранение искажений на рынке энергии. В этой части многие общественные организации ведут антиядерные кампании по прекращению субсидирования и любой другой государственной поддержки «дешевой» атомной энергии. В 2010 году внимание НПО сконцентрировано на принятии закона «Об обращении с радиоактивными отходами», по которому гражданская атомная энергетика полностью освобождается от финансовой от­ветственности за свои накопленные радиоактивные отходы [23].

Дальнейшую работу по поддержке ВИЭ экологические организации рас­сматривают исходя из принципов, заложенных в Распоряжении №1 – р от 8 ян­варя 2009 г. о политике использования ВИЭ в сфере электроэнергетики.

Субъекты Российской Федерации проявляют собственную инициативу по развитию ВИЭ на собственной территории, за счет разработки и реализации законопроектов. Такое решение позволяет выполнять законодательные акты правительства РФ, направленные на поддержку ВИЭ (в т.ч. выходить на целевые показатели Рас­поряжения Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1 – р) и решать проблемы энергообеспечения в регионе.

Существенного прогресса в данном направлении добилось правительство **Амурской области**, разработав закон Амурской области от 14 марта 2005 г. N 451 – ОЗ «О развитии нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Амурской области», принятый областным Советом народных депутатов 24 февраля 2005 года. Государственная областная поддержка использования ВИЭ включает в себя следующие меры:

– определение специально уполномоченного органа администрации области в сфере использования ВИЭ;

– принятие областных планов по ежегодному вводу мощностей ВИЭ и замещению использования органического топлива за счет использования ВИЭ;

– защиту юридических лиц и граждан, занимающихся использованием ВИЭ для энергоснабжения потребителей, от недобросовестной конкуренции со стороны предприятий, доминирующих в производстве и использовании тепловой и электрической энергии в области;

– предоставление льгот по региональным налогам и вычетам организациям, занимающимся производством и реализацией устройств ВИЭ и использованием ВИЭ для энергоснабжения потребителей;

– предоставление бюджетных ссуд и кредитов из областного бюджета, гарантий областного бюджета организациям, занимающимся производством и реализацией устройств ВИЭ и использованием ВИЭ для энергоснабжения потребителей;

– регулирование тарифов на электроэнергию и тепловую энергию для энергоснабжения потребителей, полученную с использованием ВИЭ путем дотирования из средств областного бюджета части затрат на производство энергии предприятий и индивидуальных предпринимателей;

– установление ускоренной амортизации устройств ВИЭ при энергоснабжении потребителей и собственном энергоснабжении;

– финансирование из областного бюджета научно – исследовательских и изыскательских работ по определению потенциала ресурсов ВИЭ области;

– финансирование из областного бюджета научно – исследовательских, опытно – конструкторских и внедренческих работ по созданию и использованию устройств ВИЭ;

– предоставление бюджетных ссуд и кредитов из областного бюджета, гарантий бюджета области органам местного самоуправления районов и городов областного значения для проведения мероприятий по использованию ВИЭ в пределах своих территорий;

– организационную и информационную поддержку предприятий, индивидуальных предпринимателей и граждан, занимающихся деятельностью по изучению и использованию ресурсов ВИЭ, а также по разработке, производству и реализации устройств ВИЭ;

– организационную, материальную и информационную поддержку подготовки и переподготовки специалистов в сфере использования ВИЭ;

– обеспечение юридических лиц и граждан, использующих ВИЭ для целей собственного энергообеспечения, беспрепятственным доступом к ресурсам ВИЭ путем упрощения процедуры передачи прав пользования на необходимые для этого природные ресурсы;

– признание производства и использования ВИЭ природоохранной и энергосберегающей деятельностью с установлением соответствующих льгот и стимулов для предприятий и индивидуальных предпринимателей, занятых в сфере использования ВИЭ;

– использование долгосрочных и среднесрочных целевых программ для управления процессами развития ВИЭ.

**Краснодарский край** на сегодняшний день является лидером по вводимым в эксплуатацию генерирующим мощностям на базе ВИЭ. Использование ВИЭ на территории края регламентировано законом Краснодарского края от 7 июня 2004 г. №723 – КЗ «Об использовании возобновляемых источников энергии в Краснодарском крае» (с изменениями от 11 ноября 2008 г. и 23 июля 2009 г.), принятым Законодательным Собранием Краснодарского края 25 мая 2004 года.

Настоящий Закон регулирует на основе Конституции Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, Устава Краснодарского края отношения, возникающие в связи с осуществлением на территории Краснодарского края государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии, в целях создания благоприятных организационных и экономических условий для приоритетного использования данных источников энергии в интересах улучшения социально – экономического положения населения, охраны окружающей среды и экономии невозобновляемых источников энергии.

Государственная политика Краснодарского края в сфере использования ВИЭ основывается на следующих принципах:

– приоритетность экономически эффективного использования возобновляемых источников энергии по сравнению с замещаемыми альтернативными невозобновляемыми энергоресурсами на территории Краснодарского края;

– признание деятельности юридических и физических лиц, связанной с производством энергии установками, использующими возобновляемые энергоресурсы, деятельностью, обеспечивающей природоохранный эффект и экологическое преимущество данного вида источника энергии;

– экологическое преимущество использования возобновляемых источников энергии для удовлетворения энергетических потребностей Краснодарского края;

– энергосберегающая направленность использования возобновляемых источников энергии;

– организационно – правовая поддержка и экономическое стимулирование деятельности в сфере использования возобновляемых источников энергии со стороны органов государственной власти Краснодарского края.

– финансирование краевых целевых программ по использованию возобновляемых источников энергии осуществляется в порядке, установленном бюджетным законодательством Российской Федерации;

– финансирование иных программ в сфере использования возобновляемых источников энергии может осуществляться за счет средств краевого бюджета на условиях возвратности и платности, а также за счет российских и иностранных инвестиций и иных предусмотренных законодательством Российской Федерации источников;

– юридическим и физическим лицам – производителям (пользователям) электрической и тепловой энергии, вырабатываемой с использованием возобновляемых источников энергии, а также юридическим и физическим лицам, финансирующим создание установок по использованию возобновляемых источников энергии и сооружений для производства энергии, вырабатываемой с их использованием, могут предоставляться льготы в соответствии с законодательством Российской Федерации.

**Белгородская область** осуществляет поддержку ВИЭ за счет экономически обоснованных эко – тарифов на отпускаемые генераторами электрическую и тепловую энергию. Данный законопроект утвержден Распоряжением Правительства Белгородской области от 19 июля 2010 г. №300 – рп об утверждении временных правил расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию (мощность), произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии. Эко – тариф – система ценовых ставок, по которым осуществляются расчеты за электрическую энергию (мощность), выработанную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии.

В законодательном акте рассмотрены основные термины и определения и определены основные законодательные акты, ставшие основой законопроекта. Предложена методика расчета экономически обоснованного уровня эко – тарифа (цены) на электрическую энергию (мощность) на шинах генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии.

В **Архангельской области** принято распоряжение от 24 августа 2010 г. №420 – рп о проекте соглашения о сотрудничестве в сфере производства альтернативной электрической энергии из отходов лесопиления в пос. Каменка Мезенского района Архангельской области между Правительством Архангельской области и ЗАО «ВПК «Связь». Предметом соглашения является сотрудничество в сфере производства альтернативной электрической энергии на базе комплекса генерирующих установок с использованием в качестве топлива отходов лесопиления в пос. Каменка Мезенского района Архангельской области для снижения затрат по производству электроэнергии и улучшения экологической обстановки в поселке.

В приложениях А – Д приведен полный текст законодательных актов, упомянутых в данном параграфе. Опыт субъектов Российской Федерации может послужить основой разработки законодательных актов для поддержки ВИЭ на территории Красноярского края.

## 3.2.3 Роль сектора возобновляемой энергетики в энергосистеме России. Цели и задачи развития рынка возобновляемой энергетики

В стране наряду со значительными запасами ископаемого органического топлива имеются большие запасы возобновляемых топливных ресурсов и источников энергии (геотермальной, солнечной, ветровой, океанической, энергия биомассы и др.). Технический потенциал ВИЭ составляет около 4,6 млрд. т. у. т./год, что в 5 раз превышает объем потребления всех топливно-энергетических ресурсов России, а экономический потенциал определен в 270 млн. т. у. т., что составляет около 25 % от годового внутреннего потребления энергоресурсов в стране.

Развитые страны мира ведут интенсивный поиск альтернатив органическому топливу, одной из которых является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Объем энергии, производимый в них с помощью ВИЭ, в настоящее время уже превысил 10% от общего объема энергопотребления. В Российской Федерации этот показатель составляет около 1 %.

Одним из приоритетных направлений «Энергетической стратегии России до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28 августа 2003 года № 1234-р, является освоение ВИЭ. Примеры эффективного применения ВИЭ в стране есть, но пока они решают локальные, реже региональные, энергетические проблемы.

С другой стороны, Рас­поряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1-р четко регламентирует целевые показатели – объем генерации электрической энергии на базе ВИЭ [30]:

* в 2010 году – 1,5 процента;
* в 2015 году – 2,5 процента;
* в 2020 году – 4,5 процента.

При достижении целевых показателей будет уменьшен объем генерации электрической энергии в основном на тепловых станциях. В свою очередь, это приведет к уменьшению объемов сжигания органического топлива и улучшению экологической ситуации. Полностью вывести из строя тепловые станции на дано этапе не целесообразно, т.к. генерирующим мощностям ВИЭ требуется дублирующий источник электрической энергии.

С другой стороны, ВИЭ со временем, могут снизить рост тарифов на электрическую и тепловую энергию. Цена органического топлива со каждым годом возрастает, а технологии ВИЭ постоянно совершенствуются и с каждым годом становятся более дешевыми. Через несколько лет возможен сценарий, когда генерация тепловой и электрической энергии может сравняться по себестоимости между традиционными генерирующими объектами и генераторами ВИЭ. В этом случае, внедрение ВИЭ в энергосистему страны может стать перспективным объектом инвестирования.

На данный момент себестоимость генерации тепловой и электрической энергии на базе большинства видов ВИЭ превосходит себестоимость производства на больших станциях традиционного топлива. С другой стороны, на данном этапе развития энергетики у ВИЭ имеется возможность существенно повысить энергоэффективность удаленных районов, не имеющих централизованного электро и теплоснабжения.

Роль сектора возобновляемой энергетики и его история по перспективным направлениям ВИЭ представлена во вторых разделах 2-5 томов, где более глубоко рассмотрена ситуация по каждому направлению ВИЭ.

На сегодняшний день сформулировать основные цели и задачи рынка возобновляемой энергетики можно следующим образом:

- электро- и теплоснабжение автономных потребителей, расположенных вне систем централизованного энергоснабжения;

- электро- и теплоснабжение потребителей, имеющих подключение к системе централизованного энергоснабжения, но имеющих возможность энергоэффективно использовать ВИЭ для покрытия собственных нужд электрической и тепловой энергии;

- сокращение объемов транспортировки жидкого топлива в труднодоступные районы и на Крайний Север при одновременном повышении надежности энергоснабжения;

- повышение надежности энергоснабжения населения и производства в зонах централизованного и децентрализованного энергоснабжения во время аварийных и ограничительных отключений;

- сокращение вредных выбросов от энергетических установок в отдельных городах и населенных пунктах со сложной экологической обстановкой, а также в местах массового отдыха населения.

После решения проблемы электроснабжения децентрализованных потребителей перспективно переходить на выработку электрической энергии для энергосистемы. Централизованно вернуться к рассмотрению данного вопроса перспективно через 3-6 лет, после накопления опыта эксплуатации генерирующих объектов на базе ВИЭ децентрализованных потребителей большой мощности.

## 3.2.4 Оценка экономической эффективности внедрения генерирующих объектов на базе ВИЭ с учетом компенсации затрат по Постановлению Правительства № 850 от 20.10.2010

Постановление Правительства № 850 от 20.10.2010 «Об утверждении критериев для предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт» позволяет снизить затраты на подключения к сетям от генераторов ВИЭ за счет компенсации затрат на технологическое присоединение.

Объем затрат на технологическое присоединение определяется субъективно компанией-владельцем электрических сетей и может складываться из следующих составляющих:

- затраты компании на подключение к сетям: закупка дополнительного оборудования, привлечение персонала, необходимость производить строительно-монтажные работы и т.д.

- затраты компании, связанные с изменением электрической схемы сети (если требуются), либо необходимостью замены кабельных линий, коммутационного или иного оборудования на более мощное;

- прибыль компании;

- другие затраты.

Стоимость технологического присоединения к электрическим сетям определяется на стадии проектирования после определения точки подключения. Постановление №850 призвано компенсировать дополнительные затраты, возникающие у собственника генерирующего объекта ВИЭ на компенсацию затрат на технологическое присоединение за счет государственного бюджета. Размер затрат на подключение к сетям определяется в каждом случае индивидуально, исходя из особенностей генератора, сетевой компании и места подключения. В большинстве случаев компенсация за технологическое присоединение должна происходить в короткие сроки, после введения ВИЭ в эксплуатацию. Фактически, данный законопроект сводит статью расходов «стоимость технологического присоединения» к нулю. Получить точные данные о стоимости технологического присоединения в предлагаемых местах установки ВИЭ не представляется возможным, т.к. данная процедура возможна только на стадии проектирования объекта после получения разрешения на строительство, непосредственно определения точки подключения и проведении изыскательских работ. При проведении технико-экономической оценки делалось допущение, что затраты на техническое присоединение полностью компенсируются из государственного бюджета по статье 850 от 20.10.2010.

## 3.2.5 Выбор перспективных направлений развития возобновляемой энергетики в Красноярском крае, с точки зрения государственного регулирования

С точки зрения государственного регулирования на территории Красноярского края перспективно развитие четырех основных направлений ВИЭ:

- ветроэнергетики;

- малой гидроэнергетики;

- солнечной энергетики;

- биоэнергетики.

Предпочтение данным направлениям отдано по следующим причинам:

1) Наличие потенциала ВИЭ на территории Красноярского края.

2) Наличие технологий, позволяющих организовать экономически эффективную выработку электрической и тепловой энергии в географических и климатических условиях Красноярского края.

3) Возможность использования конкретных типов ВИЭ для решения локальных задач электроснабжения и теплоснабжения населенных пунктов края.

4) Наличие инициативных компаний, занимающихся продвижением технологий ВИЭ на территории Красноярского края.

Другие виды ВИЭ также могут развиваться на территории Красноярского края, однако их задача состоит в большей степени в решении локальных задач энергоснабжения частных лиц, что практически никак не скажется на энергобалансе региона.

## 3.3 Предложения по поддержке развития ВИЭ на территории Красноярского края

## 3.3.1 Комплексные предложения по поддержке развития ВИЭ

Для развития ВИЭ на территории Красноярского края требуется создание благоприятного инвестиционного климата, оказывающего поддержку инвесторам, проявляющих интерес к строительству генерирующих объектов ВИЭ. Интерес инвестора проявляется в том случае, если инвестор имеет гарантии возврата инвестиционных средств через продажу электрической энергии от генератора ВИЭ. Подобная система активно реализуется за рубежом и называется «гарантированным тарифом». Гарантированный тариф позволяет получить возврат инвестиций в расчетные сроки. Наибольший интерес для инвесторов представляют проекты со сроком окупаемости от 4 до 10 лет.

Для привлечения инвесторов предлагается принять на законодательном уровне гарантии возращения инвестиций в виде следующих законодательных актов:

1) Установка фиксированного (максимально возможного) тарифа для генерирующих объектов на базе ВИЭ («эко – тарифа») на период срока окупаемости генерирующих объектов. Тариф может быть пересмотрен раз в год, исходя из инфляционной составляющей. Тариф от генерирующих объектов на базе ВИЭ никак не должен зависеть от изменения цен на органическое топливо. Срок окупаемости должен быть рассчитан исходя из всех возможных рисков, в том числе и неучтенных в предлагаемых ТЭО (обнаруженных в процессе реализации проекта). Срок окупаемости также должен учитывать возмещение процентной ставки при использовании инвестором заемных средств. Фиксированный тариф может быть продлен больше срока окупаемости, если собственник генерирующих объектов сможет доказать, что объект не успел себя окупить в заявленные сроки.

2) Законопроект, обязывающий местные энергетические компании или поставщиков электроэнергии покупать электрическую энергию от генераторов на базе ВИЭ по оговоренному «эко – тарифу» в приоритете по отношению к генераторам, использующим органическое топливо.

3) Установить фиксированную рентабельность владельца генерирующего объекта ВИЭ. Срок окупаемости должен быть рассчитан с учетом рекомендуемой рентабельности. Для создания благоприятного инвестиционного климата, рекомендуемая рентабельность генераторов на базе ВИЭ – 20%.

4) Установить налоговые льготы для генераторов ВИЭ на период окупаемости.

5) Разработать программы по государственному софинансированию проектов. Государство может стимулировать развитие ВИЭ и участвовать в софинансировании через следующие мероприятия:

– непосредственное финансирование из средств краевого или федерального бюджета;

– разработку упрощенной схемы предоставления государственных гарантий;

– компенсация всей процентной ставки выплаты по кредиту, или большей части ее;

– адаптацию механизма гарантированного инвестирования к задачам развития ВИЭ на территории Красноярского края;

– разработка и реализации схем льготного кредитования строительства генерирующих объектов, где некоммерческие партнерства (предприятия) могли бы выступать поручителями при получении кредитов. В подобных проектах участвуют «Сбербанк», «МСП Банк», «Агентство помощи малому и среднему бизнесу Красноярского края». Рассмотреть возможный функционал региональной технологической платформы «Энергетика, энергоэффективность и энергосбережение» в данном направлении.

6) Для генерирующих компаний, использующих в качестве энергоносителя нефтепродукты (дизельное топливо, сырая нефть, мазут, природный газ) принять законодательные акты, обязующие данные компании покупать электрическую энергию от генераторов на базе ВИЭ, либо самостоятельно устанавливать генерирующие объекты на базе ВИЭ. Для децентрализованных генерирующих компаний Таймырского муниципального района, где имеется высокий ветроэнергетический потенциал, предлагается установить минимальный предел электрической энергии, генерируемый на базе ВИЭ в размере не менее 50% от общей выработки (потребления) электроэнергии. В случае невыполнения данного требования предлагается накладывать штрафные санкции на местные генерирующие компании, либо уменьшать дотации из государственного бюджета.

Для развития ВИЭ Министерству энергетики и ЖКХ рекомендуется взять на себя функции контроля за исполнением обязательств по отношению к генераторам ВИЭ, либо создать структуру, которая будет выполнять эти функции.

## 3.3.2 Ветроэнергетика

Наиболее перспективной для использований ветроэнергетики на территории Красноярского края является территория Таймырского Долгано – Ненецкого муниципального района. Наибольший эффект от использования ВЭУ будет получен при использовании ВЭУ мощностью 50 кВт и более, работающих на децентрализованную сеть электроснабжения населенных пунктов. Преимущества данного технического решения:

– ВЭС устанавливаются в местах (на возвышенностях), где эффект использования ВЭУ будет максимальным;

– чем больше мощность ВЭУ, тем она более производительна;

– высокие башни мощных ВЭУ, в свою очередь, опять же позволят использовать энергию ветра с наибольшей эффективностью;

– централизованное обслуживание позволит в кратчайшие сроки решать проблемы, возникающие в процессе эксплуатации ВЭС.

Такое техническое решение позволит в максимально короткие сроки получить эффект от использования ВЭУ и привести к снижению тарифа.

На сегодняшний день имеется ряд компаний, имеющих интерес по развитию ветроэнергетики на территории России. Среди рассмотренных предложений, наибольший интерес вызывает предложение, сделанное ООО «Синильга» (представителями немецкой компании «Nordwind Energieanlagen GmbH»). Данное предложение представляет наибольший интерес по следующим причинам:

– компания ООО «Синильга» выражает готовность самостоятельно произвести поиск инвестиционных средств для строительства ВЭС в населенных пунктах Таймырского муниципального района;

– ветрогенераторы «Nordwind», согласно данным завода изготовителя, способны работать при температуре – 40 оС, что подтверждается испытаниями в условиях альпийских гор;

– ветрогенераторы «Nordwind» обладают возможностью бескранового монтажа, что крайне важно для удаленных северных территорий;

– компания «Nordwind Energieanlagen GmbH» выражает готовность дорабатывать свою технологию для адаптации к экстремальным условиям северных территорий;

– компанией предлагается создание централизованной сети обслуживания ВЭУ на территории Таймырского, а в перспективе Туруханского и Эвенкийского муниципальных районов;

– представители ООО «Синильга» выражают готовность открытия завода по производству ВЭУ на территории промышленного парка г. Железногорск; в перспективе предполагается, что данный завод сможет стать крупнейшим производителем ВЭУ в России.

Немецкая компания «Nordwind Energieanlagen GmbH» выражает готовность организовать совместное Российско-Германское предприятие и осуществить трансферт технологий на территорию России, создав завод по производству ветроэнергетических установок и расходных материалов для ВЭУ. Строительство завода по производству ВЭУ представляет большой интерес для Красноярского края. Предложение по строительству завода на территории края рассматривается по следующим причинам:

– наличие развитой транспортной инфраструктуры (грузового речного порта, аэропорта, железной дороги и автотранспортной магистрали);

– удобное расположение в центре России позволит с наименьшими затратами осуществлять доставку в разные регионы России и страны ближнего зарубежья (Казахстан, Азербайджан и др.).

– наличие мощной производственной и научной базы в г. Красноярске;

– наличие программы по развитию высокотехнологичных производств на базе промышленного парка в г. Железногорске.

Предполагается, что данный завод по производству ВЭУ может стать крупнейшим в России. Строительство завода по производству ВЭУ позволит также создать вокруг завода кластер сопряженных производств:

– инжиниринговые компании, проектирующие и устанавливающие ВЭС;

– сетевые интеграторы, создающие «умные сети», в которых в качестве генераторов будут выступать независимые производители возобновляемой энергии и дизельные станции (в качестве маневренных генераторов), а в качестве потребителей будут выступать помимо населения и предприятий еще и накопители электроэнергии;

– научно – производственные комплексы, занимающиеся вопросами функционирования ВЭУ в арктическом климате, разрабатывающие и производящие электронную и механическую начинку для «умных сетей» и накопителей (предположительно на базе СФУ и [ОАО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва](http://www.iss-reshetnev.ru/));

– сервисные компании, осуществляющие техобслуживание и ремонт частных ВЭУ.

Строительство собственного завода позволит вносить изменения в существующую конструкцию ВЭУ, адаптируя их к климатических условиям различных регионов страны.

Для реализации программы по развитию ветроэнергетики требуется проработка предложений п. 3.3.1, направленных на гарантию возврата инвестиционных средств (№ 1, 2, 3, 6). Пока не будет решен вопрос законодательной защиты генераторов ВИЭ, Красноярский край не будет представлять интерес для инвесторов, а местные генерирующие компании Севера не будут видеть интерес в развитии ВИЭ. Для создания благоприятного инвестиционного климата рекомендуется реализовать все предложения п. 3.3.1. В результате будут перераспределены дотации из государственного бюджета с затрат на закупку дизельного топлива на окупаемость генерирующих объектов ВИЭ. По достижении окупаемости ВЭС, последует снижение тарифа, что в свою очередь приведет к экономии денежных средств государственного бюджета.

Конкретный перечень мероприятий и рекомендуемые сроки их реализации приведены в параграфе 3.5.1. Реализация этапов развития ветроэнергетики должно сопровождаться научной поддержкой ведущих вузов Красноярского края (Сибирского федерального университета и Красноярского аграрного университета).

## 3.3.3 Солнечная энергетика

Развитие солнечной энергетики перспективно в центральных и южных районах Красноярского края. В первую очередь, развитие солнечной энергетики перспективно для децентрализованных потребителей. В удалённых посёлках энергоснабжение осуществляется децентрализованным способом с помощью дизельных электростанций (ДЭС), расходы на которые компенсируются из государственного бюджета.

К децентрализованным населенным пунктам следует добавить туристические базы, дома отдыха, расположенные в экзотических местах, фермерские хозяйства и др. Потребность в электрической и тепловой энергии в южных районах края может быть в большей степени удовлетворена с помощью солнечной энергетики.

Для поддержки развития солнечной энергетики на территории Красноярского края сформированы следующие предложения:

1. Создать научно – исследовательскую площадку в области возобновляемых источников энергии на базе демонстрационной зоны ПИ СФУ. Демонстрационная зона позволит ответить на ряд ключевых вопросов, связанных с использованием комбинированных источников электрической энергии на базе ВИЭ (в частности, солнечных батарей).

2. Создать систему подготовки кадров в области возобновляемых источников энергии на базе ПИ СФУ, с использованием демонстрационной зоны в вопросах практической подготовки студентов.

3. Создать условия для развития собственного производства элементов солнечной энергетики на территории края.

4. Создать программу (социальная реклама, освещение в СМИ) популяризирующую использование солнечных модулей, генераторов в жилых домах (дачи, особняки, и т.д.,), удаленных от энергосети.

5. Разработать законопроект, разрешающий размещение экологически чистых источников электрической энергии (солнечных батарей) на территориях заповедников и приграничных к заповедникам зон.

Развитие солнечной энергетики позволит повысить Энергоэффективность децентрализованных генераторов электрической энергии и снизить тариф на электрическую энергию в децентрализованных зонах.

## 3.3.4 Гидроэнергетика

Развитие малой гидроэнергетики перспективно в большей части на территории центральных и южных районов Красноярского края. В первую очередь, развитие гидроэнергетики перспективно для децентрализованных потребителей. В отличии от солнечной энергетики, малая гидроэнергетика дает более прогнозируемый график нагрузки. Малые ГЭС перспективны для использования в удалённых посёлках, энергоснабжение которых осуществляется децентрализованным способом с помощью дизельных электростанций, расходы на которые компенсируются из государственного бюджета.

К децентрализованным населенным пунктам следует добавить туристические базы, дома отдыха, расположенные в экзотических местах, фермерские хозяйства и др. Потребность в электрической и тепловой энергии в отдаленных от линий электропередач населенных пунктах, но находящихся на берегах рек, может быть в большей степени удовлетворена с помощью малой гидроэнергетики.

Предложения сформулированные в предыдущем пункте, предложенные для развития солнечной энергетики, полностью справедливы и для малой гидроэнергетики. ПИ СФУ уже сегодня в состоянии готовить специалистов (бакалавров и магистров) по направлению возобновляемой энергетики.

Совместные работы по созданию свободнопоточных микроГЭС, проводимых научным коллективом ПИ СФУ с научно – производственным предприятием ОАО «НПП «Радиосвязь» доказывают реальную возможность производства в г. Красноярске МкГЭС мощностью до 20 – 50 кВт. Применение энергоблоков (например, производимых фирмой «ИНСЭТ») будет способствовать созданию низконапорных плотинных или деривационных МГЭС.

## 3.3.5 Биоэнергетика

Развитие биогазовых станций перспективно в кооперации с большими животноводческими предприятиями. В процессе выработки электрической энергии биогазовые электростанции вырабатывают побочный продукт в виде удобрений. Все биогазовые станции возможно установить только в зонах централизованного электроснабжения.

Развитие биогазовой энергетики перспективно в случае, когда малый биогазовый генератор работает на энергосистему, как полноправный участник рынка электрической энергии. Расчетная выработка биогазовой станции полностью прогнозируема, имеет определенную сезонную зависимость, но не зависит от текущих погодных условий. Перечисленные выше свойства в равной степени свойственны и другим биоэнергетическим направлениям.

Для создания благоприятного инвестиционного климата в области биоэнергетики требуется:

– установка фиксированного «эко – тарифа» с частичным субсидированием из государственного бюджета;

– установить налоговых льгот для биогазовых генераторов на период окупаемости;

– разработка программ по государственному софинансированию проектов строительства биогазовой энергетики.

## 3.4 Анализ целевых показателей в области ВИЭ, в долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае»

В долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае» (далее в тексте ДЦП) определены 2 целевых показателя, направленных на развитие ВИЭ.

**1) Изменение объема производства энергетических ресурсов с использованием возобновляемых источников энергии и (или) вторичных энергетических ресурсов, тыс.т у.т.**

Данный целевой показатель малоэффективен, т.к. не отражает специфики энергетики Красноярского края. С точки зрения электроснабжения Красноярский край можно разделить на 2 части: зона централизованного и зона децентрализованного электроснабжения. В зоне децентрализованного электроснабжения отпускной тариф достигает до 36 рублей в связи с высокой себестоимостью производства электрической энергии с помощью привозных нефтепродуктов (преимущественно дизельного топлива). Решение задачи электроснабжения децентрализованных потребителей средствами ВИЭ может дать большой экономический эффект за счет снижения тарифа. Первый целевой показатель ориентирован на условное топливо (уголь) и не способен показать всего экономического эффекта от замещения традиционных дизельных станций генераторами на базе ВИЭ.

**2) Доля энергетических ресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии и (или) вторичных энергетических ресурсов, в общем объеме энергетических ресурсов, производимых на территории края,%.**

Данный целевой показатель полностью соответствует целевым показателям, указанным в Распоряжении Правительства РФ за № 1 – р. Данный показатель дает общую абсолютную картину состояния возобновляемой энергетики в Красноярском крае, но не способен дать углубленного понимания о состоянии ВИЭ в крае.

На территории Красноярского края расположены крупнейшие генераторы электрической энергии (5 крупных ГЭС, 2 ГРЭС и более десятка ТЭЦ) и крупнейшие потребители электрической энергии (алюминиевые заводы, «Норильский никель», другие крупные производства). По сравнению с масштабом централизованной системы электроснабжения, внедрения ВИЭ будет отражаться как прирост генерации электроэнергии в сотые доли процента. Данный показатель не сможет отразить эффект, получаемый в децентрализованных системах.

Данный целевой показатель стимулирует развитие крупных генерирующих объектов на базе ВИЭ, работающих на объединенную энергосистему. Для Красноярского края это могут быть биотопливные станции, малые ГЭС. Допускается вероятность строительства крупной ВЭС на границе с республикой Хакассия.

Данный целевой показатель практически не стимулирует развитие малой децентрализованной энергетики.

## 3.5. Предложения по корректировке целевых показателей

На сегодняшний день в долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в красноярском крае» на 2010 – 2012 годы и на период до 2020 года рассмотрены всего два целевых показателя.

При формировании целевых показателей следует делать акцент, что в первую очередь, ВИЭ направлены на развитие децентрализованной энергетики в энергодефицитных районах. Основной источник электрической энергии в энергодефицитных районах – генераторы, работающие на дизельном топливе (в некоторых случаях бензине или сырой нефти). Строительство генераторов ВИЭ для электроснабжения децентрализованных удаленных систем позволит уменьшить объемы сжигания органического топлива, в том числе и дизеля.

Рекомендуется ввести целевой показатель – объем «вытесненного» нефтепродукта (дизельного топлива) за счет использования ВИЭ, тонн.

Использование ВИЭ, как было сказано выше, в первую очередь должно быть направлено на малую распределенную энергетику. Красноярский край – один из крупнейших генераторов и потребителей электрической энергии. На фоне ежегодной выработки в 43,261 млрд. кВт\*ч развитие малой децентрализованной энергетики будет отображаться тысячными долями процента. С другой стороны, только развитие малой децентрализованной энергетики позволит решить проблему электроснабжения в населенных пунктах Таймырского, Туруханского, Эвенкийского, Енисейского и Северо – Енисейского муниципальных районов. Для отслеживания развития ВИЭ, в том числе по каждому из направлений (ветроэнергетика, солнечная энергетика, гидроэнергетика и биоэнергетика) предлагается ввести следующие целевые показатели:

– установленная мощность генераторов на базе ВИЭ *N*уст, МВт.

– объем выработанной электрической энергии на базе ВИЭ *W*ВИЭ, МВт\*ч в год.

– объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства объектов генерации на базе ВИЭ *V*ДТ, тонн (или литров) в год.

Учитывая специфику генерации электроэнергии на базе ВИЭ, сам факт установки генераторов ВИЭ еще не дает гарантии, что данный источник электрической энергии даст максимальную эффективность в конкретных климатических условиях. Данные показатели дадут соотношение между установленной мощностью и реальной выработкой электрической энергии генератором, что позволит оценивать эффективность конкретного типа ВИЭ.

## 3.6. Комплекс программных мероприятий по развитию ВИЭ на территории Красноярского края

.

## 3.6.1 Ветроэнергетика

Как следует из выводов тома II наибольшим ветроэнергетическим потенциалом и энергодефицитом обладают северные муниципальные образования. Предлагается реализовать комплексную программу по развитию ветроэнергетики на территории Таймырского Долгано – Ненецкого и Туруханского муниципальных районов. Данная программа позволит получить следующие эффекты:

– снижение объема завозимого (сжигаемого) дизельного топлива на 40 – 70%;

– снижение расходов на эксплуатацию дизельных электростанций;

– снижение себестоимости производства электрической энергии, что в свою очередь приведет к снижению отпускного тарифа для коммерческих организаций и снижению компенсаций из государственного бюджета для жителей муниципального образования.

Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 3 года представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 3 года

|  |  |
| --- | --- |
| Срок  реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2014 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную ветроэнергетическими установками в северных децентрализованных населенных пунктах Таймырского, Туруханского, Эвенкийского, Енисейского и Северо – Енисейского муниципальных районов. Для создания благоприятного инвестиционного климата срок окупаемости предлагается рассчитывать с учетом заложенной процентной ставки на погашение кредита, рекомендуемой рентабельности в 20%, амортизационных и прочих отчислений.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости ВЭУ.  3) Разработку программы по развитию ветроэнергетики для электроснабжения децентрализованных населенных пунктов на территории Таймырского, Туруханского,  Эвенкийского, Енисейского и Северо – Енисейского муниципальных районов.  4) Разработку законопроектов, обязующие генерирующие компании северных муниципальных образований покупать электрическую энергию от ВЭУ, либо самостоятельно организовывать генерацию электрической энергии на базе ветроэнергетики. Разработку системы штрафных санкций по невыполнению заданных функций.  5) Включение научных исследований, направленных на развитие ветроэнергетики на территории северных населенных пунктов в долгосрочные и среднесрочные целевые программы.  6) Разработка программ государственного софинансирования и других видов поддержки строительства ВЭУ.  7) Осуществление исследовательской работы и разработка проектной документации для строительства пилотной ВЭС в пос. Диксон. |
| 2014 – 2015 г. | 1) Запуск в эксплуатацию пилотной ВЭС в пос. Диксон.  2) Исследование режимов работы пилотной ВЭС с существующей дизельной электрической станцией в климатических условиях пос. Диксон.  3) Реализация разработанных законопроектов об установлении фиксированного тарифа (эко – тарифа) компенсации налогообложения и других законодательных актов. |
| 2015 – 2016 г. | 1) Исследование работы пилотной ВЭС.  2) Разработка проектной документации для строительства ВЭС в пос. Носок, Караул, Хатанга. Воронцово. |

Развитие промышленной ветроэнергетики должно иметь научное сопровождение. Строительство пилотной ВЭС в поселке Диксон – это научная задача. Перед строительством пилотной станции требуется провести исследования в следующих направлениях:

- исследование графика нагрузки потребителей поселка для определения оптимального состава генерирующего оборудования ВЭС;

- выбор оптимального места исходя из следующих критериев: наибольший ветроэнергетический потенциал, удобство обслуживания, удобство подключения к энергосистеме населенного пункта, возможность крепления фундамента в условиях вечной мерзлоты;

- проработка вопросов совместного функционирования системы управления ВЭУ с системами управления дизельных генераторов и прочие вопросы автоматизации;

- проработка вопросов обслуживания, плановых и аварийных ремонтов ВЭС;

- проработка вопросов подготовки кадров для обслуживания ВЭС;

- проработка вопросов климатического исполнения ВЭС;

- другие вопросы.

Достигаемые целевые показатели по истечении 3-х летнего срока проведения комплексных мероприятий:

- установленная мощность ВЭС, *N*уст: 780…1080 кВт;

- количество электроэнергии выработанное ВЭУ, *W*ВИЭ: 3000…5000 МВт\*ч в год;

- объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства ВЭС *V*ДТ: 1050…1764 тонн в год;

Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 5 лет представлен в таблице 3.6.

Пуск и эксплуатация пилотной станции в пос. Диксон также должно сопровождаться научными исследованиями. Подключение научного потенциала СФУ к действующему объекту возобновляемой энергетики позволит максимально быстро решать возникающие проблемы в процессе эксплуатации ВЭС.

Таблица 3.6 – Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 5 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Срок  реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2016 г. | 1) Разработка законодательных актов, регламентирующих меры поддержки ветроэнергетических установок в северных муниципальных образованиях.  2) Пуск, эксплуатация и исследование пилотной станции в пос. Диксон.  3) Разработка технических предложений и проектов по строительству ВЭС в пос. Караул, Носок, Хатанга, Воронцово.  4) Разработка системного механизма обслуживания ВЭС в населенных пунктах Таймырского муниципального района. |
| 2016 – 2017 г. | 1) Строительство завода по производству ВЭУ на базе промышленного парка в г. Железногорске.  2) Реализация проектов по строительству ВЭС в населенных пунктах Таймыра: Караул, Носок, Хатанга.  3) Разработка проектов для электроснабжения следующих населенных пунктов: Левинские пески, Каяк, Усть – Авам, Левинские пески. |
| 2017 – 2018 г. | 1) Реализация проектов по строительству ВЭС в населенных пунктах Левинские пески, Каяк, Усть – Авам, Левинские пески.  2) Разработка технических предложений и проектов по строительству ВЭС в населенных пунктах Сындасско, Новорыбная, Жданиха. |

При строительстве завода по производству ВЭУ следует осуществлять привязку к научным исследованиям. Наличие собственного завода позволит производить внедрения Красноярских ученых в существующую технологию производства.

Достигаемые целевые показатели по истечении 5-ти летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность ВЭС, *N*уст: 5 700,00 кВт;

– количество электроэнергии ВЭУ, *W*ВЭУ: 17 845,70 МВт\*ч в год;

– объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства ВЭС *V*ДТ: около 4 961,19 тонн в год;

Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 10 лет представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Комплекс программных мероприятий по развитию ветроэнергетики на территории Красноярского края на 10 лет.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок  Реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2018 г. | 1) Разработка законодательных актов, регламентирующих меры поддержки ветроэнергетических установок в северных муниципальных образованиях.  2) Пуск и эксплуатация пилотной станции в пос. Диксон.  3) Разработка и реализация технических предложений и проектов по строительству ВЭС в пос. Караул, Носок, Хатанга, Воронцово, Каяк, Байкаловск, Сындасско, Новорыбная, Жданиха.  4) Разработка системного механизма обслуживания ВЭС в населенных пунктах Таймырского муниципального района. |
| 2018 – 2023 г. | Разработка и реализация технических предложений и проектов по строительству ВЭС в населенных пунктах Кресты, Новая, Катырык, Хета, Волочанка, Хантайское озеро, Попигай, Потапово, Усть – Авам. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 10-ти летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность ВЭС, *N*уст: 7 740 кВт;

– количество электроэнергии выработанное генераторами на базе ВИЭ (ветроэнергетическими установками), *W*ВИЭ: около 23 764,4 МВт\*ч в год;

– объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства ВЭС *V*ДТ: около 6 470,45 тонн в год.

## 3.6.2 Солнечная энергетика

Центральные и южные районы Красноярского края обладают наибольшей интенсивностью солнечного излучения. Кроме того, даже в этих, давно освоенных территориях, существуют населённые пункты с децентрализованным энергоснабжением. Дефицит электроэнергии в них покрывается дизельными электростанциями.

С целью экономии дизельного топлива экономически выгодным вариантом является построение солнечно – дизельных электростанций. Такая комбинация обеспечивает минимальные риски и позволяет получить практический результат в виде объёмов вытесненного дизельного топлива.

Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края представлен в таблице 3.8.

Разработка пилотного проекта солнечной электростанции следует производить при участии ученых – специалистов в области ВИЭ. Такое решение позволит подобрать оптимальный состав генерирующего оборудования для конкретного потребителя. Рассматриваются несколько вариантов пилотных солнечных станций в Балахтинском и Ермаковском муниципальных районах. В качестве первого предложения рекомендуется рассмотреть пилотную солнечную или ветро-солнечную станцию в поселке Арадан. Данный поселок также обладает и гидроэнергетическим потенциалом, но данный вопрос требует более глубокого исследования с проведением изыскательских работ на месте. Перед строительством пилотной станции требуется провести исследования в следующих направлениях:

- исследование графика нагрузки потребителей поселка для определения оптимального состава генерирующего оборудования солнечной станции;

- выбор оптимального места установки станции исходя из следующих критериев: высокий солнечный потенциал (отсутствие источников затенения), удобство обслуживания, удобство подключения к энергосистеме населенного пункта;

- проработка вопросов совместного функционирования системы управления солнечной электростанции с системами управления дизельных генераторов и прочие вопросы автоматизации;

- проработка вопросов обслуживания, плановых и аварийных ремонтов СЭУ;

- проработка вопросов подготовки кадров для обслуживания СЭУ;

- проработка вопросов строительства комбинированной ветро-солнечной системы;

- другие вопросы.

Таблица 3.8 – Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края на 3 года.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2014 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную солнечными установками в децентрализованных населённых пунктах центральных и южных муниципальных районах. Для создания благоприятного инвестиционного климата срок окупаемости предлагается рассчитывать с учётом заложенной процентной ставки на погашение кредита, рекомендуемой рентабельности в 20%, амортизационных и прочих отчислений.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости СЭУ.  3) Разработка программы по развитию солнечной энергетики для электроснабжения централизованных и децентрализованных населённых пунктов на территории Ермаковского, Балахтинского, Абанского, Тасеевского районов.  4) Разработка законопроектов, обязующая генерирующие компании северных муниципальных образований покупать электрическую энергию от ВИЭ, либо самостоятельно организовывать генерацию электрической энергии на её базе. Разработку системы штрафных санкций по невыполнению заданных функций.  5) Включение научных исследований, направленных на развитие солнечной энергетики на территории центральных и южных районов края в долгосрочные и среднесрочные целевые программы.  6) Разработка программ государственного софинансирования проектов и других видов поддержки строительства СЭУ.  7) Создание и исследование режимов работы генерирующего оборудования на базе ВИЭ демонстрационной зоны ПИ СФУ.  8) Разработка проектной документации на строительство солнечной электростанции в селе Арадан Ермаковского района. |
| 2014 – 2015 г. | 1) Запуск в эксплуатацию пилотной СЭС в селе Арадан.  2) Исследование режимов работы пилотной СЭС с существующей дизельной электростанцией.  3) Реализация разработанных законопроектов об установлении фиксированного тарифа (эко – тарифа) компенсации налогообложения и других законодательных актов. |
| 2015 – 2016 г. | 1) Исследование работы пилотной СЭС.  2) Разработка проектной документации для строительства СЭС в посёлках Куртюл, Луговая, Идринское, Чигашет. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 3-х летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность СЭС, *N*уст: 6 … 18 кВт;

– количество электроэнергии выработанное СЭС, *W*ВИЭ: 11.6 … 34.8 МВт\*ч в год;

– объём дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства СЭС *V*ДТ: 3490 … 10440 л в год.

Установка пилотной СЭС и её эксплуатация позволят определить оптимальное соотношение между мощностью СЭС и дизельной электростанцией для получения максимального экономического эффекта.

Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края на 5 лет представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края на 5 лет.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2016 г. | 1) Разработка законодательных актов, регламентирующих меры поддержки солнечной энергетики на территории Красноярского края.  2) Пуск и эксплуатация пилотной станции в селе Арадан Ермаковского района.  3) Разработка технических предложений и проектов по строительству СЭС в посёлках Куртюл, Луговая, Чигашет. |
| 2016 – 2018 г. | 1) Организация производства элементов солнечной энергетики на базе промышленных предприятий Красноярского края.  2) Реализация проектов по строительству СЭС в выше перечисленных пунктах. |

Достигаемые целевые показатели:

– установленная мощность СЭС *N*уст: 30…60 кВт;

– количество электроэнергии СЭУ, *W*ВИЭ: 58 … 1 МВт\*ч в год;

– объём дизельного топлива на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства СЭС *V*ДТ: 17 450 … 34 900 л в год.

Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края на 10 лет представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Комплекс программных мероприятий по развитию солнечной энергетики на территории Красноярского края на 10 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2018 г. | 1) Разработка законодательных актов, регламентирующих меры поддержки солнечной энергетики.  2) Пуск и эксплуатация пилотной станции в селе Арадан Ермаковского района.  3) Анализ полученных результатов эксплуатации.  4) Разработка и реализация технических предложений и проектов по строительству СЭС в посёлках Куртюл, Луговая, Чигашет. |
| 2018 – 2023 г. | Разработка технических предложений и проектов по строительству СЭС в посёлке Идринское Идринского района. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 10-и летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность СЭС *N*уст: 456 кВт;

– количество электроэнергии выработанное генераторами на базе СЭУ, *W*СЭУ; около 1413 МВт\*ч в год;

– объём дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства СЭС *V*ДТ: около 400 т. в год.

## 3.6.3 Гидроэнергетика

В центральных и южных районах Красноярского края сосредоточен значительный гидроэнергетический потенциал, позволяющий снизить существующий дефицит электроэнергии за счет строительства малых и микроГЭС. На сегодняшний день дефицит электроэнергии в них покрывается дизельными электростанциями. Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 3 года представлен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 3 года.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2014 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную малыми и микроГЭС в децентрализованных населённых пунктах центральных и южных муниципальных районах при продаже электрической энергии в энергосистему. . Для создания благоприятного инвестиционного климата срок окупаемости предлагается рассчитывать с учётом заложенной процентной ставки на погашение кредита, рекомендуемой рентабельности в 20%, амортизационных и прочих отчислений.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости МГЭС.  3) Разработка программы по развитию малой гидроэнергетики для электроснабжения централизованных и децентрализованных населённых пунктов на территории Кукрагинского, Ермаковского, Балахтинского, Абанского, Тасеевского районов.  4) Разработка программ государственного софинансирования проектов и других видов поддержки строительства малых гидростанций.  5) Включение научных исследований, направленных на развитие малой гидроэнергетики на территории центральных и южных районов края в долгосрочные и среднесрочные целевые программы.  7) Создание и исследование режимов работы генерирующего оборудования на базе ВИЭ демонстрационной зоны ПИ СФУ с разработкой и установкой микроГЭС на о. Татышев.  8) Разработка проектной документации на строительство каскада микрогидроэлектростанций в селе Огур. |
| 2014 – 2015 г. | 1) Запуск в эксплуатацию пилотной МкГЭС в селе Огур Курагинского района.  2) Проведение исследований режимов работы пилотной МкГЭС с существующей дизельной электростанцией.  3) Реализация разработанных законопроектов об установлении фиксированного тарифа (эко – тарифа) компенсации налогообложения и других законодательных актов.  4) Разработка проектов для строительства МкГЭС в пос. Малакс и Колон. |
| 2015 – 2016 г. | 1) Реализация проектов строительства МкГЭС в пос. Малакс и Колон.  2) Разработка проектной документации для строительства каскада МкГЭС в посёлках Восток, Арадан, Усть-Шушь. |

С целью экономии дизельного топлива экономически выгодным вариантом является построение гидродизельных электростанций. Такая комбинация обеспечивает минимальные риски и позволяет получить практический результат в виде объёмов вытесненного дизельного топлива. Установку пилотной МкГЭС также рекомендуется реализовывать при содействии местных ученых.

Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края представлен в таблице 3.8.

Достигаемые целевые показатели по истечении 3-х летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность МкГЭС, *Р*уст: 300 кВт;

– количество электроэнергии выработанное МкГЭС, *W*МГЭС: 1 944,0 МВт\*ч в год;

– объём дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства МкГЭС *V*ДТ: 487,5 т в год.

Установка пилотной МкГЭС и её эксплуатация позволят определить оптимальное соотношение между мощностью МкГЭС и дизельной электростанцией для получения максимального экономического эффекта.

Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 5 лет представлен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 5 лет.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2016 г. | 1) Разработка законодательных актов, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную установками при продаже электрической энергии в энергосистему.  2) Пуск и эксплуатация пилотной плотинной электростанции в селе Огур.  3) Разработка и реализация проекта по строительству МГЭС в пос. Малакс и Колон.  4) Разработка проектов по строительству МкГЭС в посёлках Восток, Арадан, Усть-Шушь. |
| 2016 – 2018 г. | 1) Организация мелкосерийного производства микроГЭС на базе промышленных предприятий Красноярского края.  2) Реализация проектов по строительству МГЭС в посёлках Восток, Арадан, Усть-Шушь. |

Достигаемые целевые показатели:

– установленная мощность МГЭС *Р*уст: 600 кВт;

– количество электроэнергии МГЭС, *W*МГЭС: 3168 МВт∙ч в год;

– объём дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства МГЭС *V*ДТ: около 797 т в год.

Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 10 лет представлен в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Комплекс программных мероприятий по развитию малой гидроэнергетики на территории Красноярского края на 10 лет

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2018 г. | 1) Разработка законодательных актов, регламентирующих меры поддержки малой гидроэнергетики.  2) Пуск и эксплуатация пилотной станции в селе Огур.  3) Анализ полученных результатов эксплуатации.  4) Разработка и реализация технических предложений и проектов по строительству МГЭС в посёлках Малакс, Колон, Восток, Арадан, Усть-Шушь. |
| 2018 – 2023 г. | Разработка технических предложений и проектов по строительству МГЭС в посёлках Жаровск, Гуляевка, Никольск, Кандаки, Отрок, Агул, Маковское. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 10 – и летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность МГЭС *Р*уст: 1050 кВт;

– количество электроэнергии выработанное генераторами на базе МГЭС, *W*МГЭС; около 5 760,5 МВт∙ч в год;

– объём дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счёт строительства МГЭС *V*ДТ: около 1 510,4 т. в год.

## 3.6.4 Биоэнергетика

Биоэнергетика направлена на электроснабжение предприятий, которые подключены к центральным сетям электроснабжения. Учитывая замер коммерческого тарифа на электрическую энергию, срок окупаемости биостанций разного типа может составлять менее 5 лет. Срок окупаемости может быть существенно сокращен при возможности продавать электрическую энергию в центральную энергосистему. Еще один путь уменьшения срока окупаемости – это установление «эко – тарифа» на электрическую энергию, произведенную биогазовой станцией.

Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на 3 года на территории Красноярского края представлен в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на территории Красноярского края на 3 года.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2014 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную биоэнергетическими установками при продаже электрической энергии в энергосистему.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости биоэнергетической станции.  3) Разработка программы по развитию биоэнергетики для электроснабжения централизованных и децентрализованных населённых пунктов на территории Емельяновского, Березовского, Назаровского и Ужурского районов.  4) Разработка программ государственного софинансирования проектов и других видов поддержки строительства биоэнергетической станций. |
| 2014 – 2015 г. | 1) Разработка пилотного проекта биогазовой станции в селе Солгон.  2) Реализация разработанных законопроектов об установлении фиксированного тарифа (эко – тарифа) компенсации налогообложения и других законодательных актов. |
| 2015 – 2016 г. | 1) Реализация пилотного проекта биогазовой станции в селе Солгон.  2) Исследование режимов работы биогазовой станции.  3) Разработка перспективных проектов биоэнергетических станций. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 3-х летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность биогазовой станции, *N*уст: 1053 кВт;

– количество электроэнергии выработанное

биогазовыми станциями, *W*ВИЭ: 3 749,58 МВт\*ч в год.

Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на территории Красноярского края на 5 лет представлен в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на территории Красноярского края на 5 лет.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2016 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную биоэнергетическими установками при продаже электрической энергии в энергосистему.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости биоэнергетической станции.  3) Разработка программы по развитию биоэнергетики для электроснабжения централизованных и децентрализованных населённых пунктов на территории Емельяновского, Березовского, Назаровского и Ужурского районов.  4) Разработка программ государственного софинансирования проектов и других видов поддержки строительства биоэнергетической станций.  5) Разработка и реализация проекта строительства биогазовой станции в селе Солгон, Ужурского муниципального района. |
| 2016 – 2017 г. | Разработка и реализация проектов строительства биогазовых станций в населенных пунктах Назарово, Преображенский, Глядень. |
| 2017 – 2018 г. | Разработка и реализация проектов строительства биогазовых станций в населенных пунктах Красная Поляна, Крутояр, Подсосное, Ужур. |

Достигаемые целевые показатели по истечении 3-х летнего срока проведения комплексных мероприятий:

– установленная мощность биогазовой станции, *N*уст: 12 676,0 кВт;

– количество электроэнергии выработанное

биогазовыми станциями, *W*ВИЭ: 44 916,3 МВт\*ч в год.

Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на территории Красноярского края на 10 лет представлен в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Комплекс программных мероприятий по развитию биогазовой энергетики на территории Красноярского края на 10 лет.

|  |  |
| --- | --- |
| Срок реализации | Перечень мероприятий |
| 2013 – 2016 г. | 1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную биогазовыми установками при продаже электрической энергии в энергосистему.  2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости биоэнергетической станции.  3) Разработка программ государственного софинансирования проектов и других видов поддержки строительства биоэнергетической станций.  4) Запуск пилотной биогазовой электростанции в селе Солгон. Исследование режимов работы станции.  5) Разработка и реализация проектов строительства биогазовых станций в населенных пунктах Назарово, Преображенский, Глядень, Красная Поляна, Крутояр, Подсосное, Ужур. |
| 2016 – 2023 г. | Разработка проектов и ввод в эксплуатацию биогазовых станций в населенных пунктах Березовка, Бархатово, Емельяново, Шуваево. |

Достигаемые целевые показатели:

– установленная мощность *N*уст: 17941 кВт;

– количество электроэнергии выработанной биогазовыми

станциями, *W*ВИЭ: 60 205,78 МВт\*ч в год;

## 3.7 Сценарии развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики

## 3.7.1 Разработка сценариев развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики

Развитие возобновляемой энергетики на территории Красноярского края рекомендуется начинать в первую очередь с населенных пунктов, где имеется существенный дефицит энергетических ресурсов. Такое решение позволит с одной стороны, решить проблему энергодефицита местных потребителей, с другой стороны – достаточно быстро окупить генерирующие объекты ВИЭ. Подключение генерирующих объектов ВИЭ к Красноярской энергосистеме технически возможно. Здесь следует понимать, что подключение генераторов ВИЭ к энергосистеме не решит проблемы энергодефицита, т.к. Красноярская энергосистема не является энергодефицитной. Существующие большие генерирующие объекты (Красноярская, Саяно-Шушенская и Богучанская ГЭС, Березовская и Назаровская ГРЭС, все ТЭЦ) полностью покрывают все пики нагрузки. Подключение генерирующих объектов ВИЭ перспективно в основном для поддержки ВИЭ, но практически никак не скажется на балансе энергосистемы. Подключение ВИЭ параллельно сети перспективно для населенных пунктов и предприятий, где электроснабжение по каким-либо причинам осуществляться с периодическими перебоями, или где достаточно высоки коммерческий тариф на электрическую энергию.

Обратная ситуация в населенных пунктах, где электроснабжение осуществляется от дизельных электростанций. Строительство генерирующих объектов на базе ВИЭ позволит снизить себестоимость производства электрической энергии, что в свою очередь приведет к снижению тарифа на электрическую энергию. Подробный список перспективных населенных пунктов представлен в 1 томе.

Развитие ВИЭ следует производить при участи инициативных групп, занимающихся продвижением конкретных видов ВИЭ. К таким инициативным группам относятся:

- Сибирский федеральный университет, осуществляющий продвижение сводобнопоточной микро-ГЭС;

- ООО «Синильга», осуществляющее продвижение инновационных ветроэнергетических установок немецкой компании «Nordwind Energieanlagen GmbH», предлагающее организовать совместное предприятие с немецкой компанией и развитием производства на территории края;

- ООО «Энергико», осуществляющее продвижение солнечных батарей;

- ООО «Красторф+», осуществляющий продвижение биоэнергетики.

- Биоэнергетический кластер Красноярского края осуществляет продвижение инициативных команд, заинтересованных в инвестировании различных технологий ВИЭ.

Рассмотрены 2 основных сценария развития ВИЭ на период с 2013 по 2020 год: оптимистичный и пессимистичный.

## 3.7.2 Оптимистичный сценарий развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики

Оптимистичный сценарий рассматривается в случае полной реализации предложенного комплекса программных мероприятий по развитию ВИЭ на территории Красноярского края. Такое решение создаст благоприятный инвестиционный климат для привлечения потенциальных инвесторов.

**2013-2014 г.**

1) Разработка законопроекта, гарантирующая генераторам ВИЭ установку фиксированного тарифа (эко – тарифа) на электрическую и тепловую энергию, сгенерированную ВИЭ для децентрализованных населенных пунктах Таймырского, Туруханского, Эвенкийского, Енисейского и Северо – Енисейского муниципальных районов. Для создания благоприятного инвестиционного климата срок окупаемости предлагается рассчитывать с учетом заложенной процентной ставки на погашение кредита, рекомендуемой рентабельности в 20%, амортизационных и прочих отчислений.

2) Разработка законопроекта о компенсации налогообложения (налогов на прибыль, имущество и землю) на период окупаемости генерирующих объектов ВИЭ.

3) Разработку законопроектов, обязующие местные генерирующие компании покупать электрическую энергию от ВИЭ для электроснабжения децентрализованных потребителей, либо самостоятельно организовывать генерацию электрической энергии на базе ВИЭ. Разработку системы штрафных санкций по невыполнению заданных функций.

4) Включение научных исследований, направленных на развитие возобновляемой энергетики на территории децентрализованных населенных пунктов в долгосрочные и среднесрочные целевые программы.

5) Разработка программ государственного софинансирования и других видов поддержки строительства генерирующих объектов ВИЭ.

6) Осуществление исследовательской работы и разработка проектной документации для реализации пилотных проектов:

- ветроэлектрической станции в пос. Диксон Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района;

- солнечной электростанции в селе Арадан Ермаковского района;

- каскада микрогидроэлектростанций в селе Казыр Курагинского района;

- биогазовой станции в селе Солгон Ужурского района.

7) Создание и исследование режимов работы генерирующего оборудования на базе ВИЭ демонстрационной зоны ПИ СФУ с разработкой и установкой микроГЭС на о. Татышев.

**2014-2015 год.**

1) Запуск в эксплуатацию пилотных станций в пос. Диксон, Арадан, Казыр, Солгон.

2) Исследование режимов работы пилотных станций с существующими системами электроснабжения децентрализованных потребителей.

3) Реализация разработанных законопроектов об установлении фиксированного тарифа (эко – тарифа) компенсации налогообложения и других законодательных актов в поддержку ВИЭ.

4) Разработка проектов

- ветроэлектрических станций в населенных пунктах Караул, Носок, Хатанга;

- солнечной станции в с. Луговая.

- проекта пилотной биогазовой станции в пос. Солгон.

**2015-2016 г.**

1) Строительство завода по производству ветроэнергетических установок.

2) Реализация проектов по строительству:

- ветроэнергетических установок в населенных пунктах Караул, Носок, Хатанга и стпроительство

- солнечной электростанции в с. Луговая;

- пилотной биогазовой станции в пос. Солгон.

3) Разработка проектов для электроснабжения населенных пунктов:

- для электроснабжения на базе ветроэнергетических установок: Левинские пески, Каяк, Усть-Авам.

- для электроснабжения и теплоснабжения на базе солнечных элементов Куртюл, Идринское, Чигашет.

- для строительства каскада МкГЭС в посёлках Жаровск и Гуляевка Курагинского района.

- для строительства биогазовых станций в населенных пунктах Назарово, Преображенский, Глядень.

**2017-2018 г.**

1) Реализация проектов по строительству:

- ветроэнергетических установок в населенных пунктах Каяк, Усть-Авам, Левинские пески;

- солнечных электростанций в населенных пунктах Куртюл, Идринское, Чигашет;

- МГЭС в посёлке Огур;

- биогазовых станций в поселках Красная Поляна, Крутояр, Подсосное, Ужур.

2) Разработка предложений и проектов по строительству

- ветроэнергетических установок в населенных пунктах Сындасско, Новорыбная, Жданиха.

- солнечных электрический станций в посёлках Куртюл, Луговая, Идринское, Чигашет.

3) Организация мелкосерийного производства микроГЭС на базе промышленных предприятий Красноярского края.

**2019-2023**

Разработка и реализация технических предложений и проектов:

- по строительству ветроэнергетических установок в населенных пунктах Кресты, Новая, Катырык, Хета, Волочанка, Хантайское озеро, Попигай, Потапово.

- по строительству МГЭС в посёлке Малкас.

- по строительству биогазовых станций в населенных пунктах Березовка, Бархатово, Емельяново, Шуваево.

В таблице 1.1 представлены основные показатели реализации оптимистичного сценария, где:

*N*уст, кВт – установленная мощность конкретного генератора ВИЭ в указанном населенном пункте;

*W*ВИЭ, МВт\*ч – расчетная выработка электрической энергии генерирующим объектом ВИЭ;

*Q*ВИЭ, Гкал - расчетная выработка тепловой энергии генерирующим объектом ВИЭ, при условии, что тепловая энергия вырабатывается совместно с электрической энергией, либо независимо от нее;

*V*ДТ, тонн – объем «вытесненного» дизельного топлива, при условии, что генерирующий объект ВИЭ устанавливается к потребителю, где основной источник электрической энергии – ДЭС;

Т, т.у.т. - изменение объема производства энергетических ресурсов с использованием ВИЭ.

Таблица 3.17 – Целевые показатели этапов реализации оптимистичного сценария

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Населенный пункт | Тип генератора ВИЭ | *N*уст,  кВт | *W*ВИЭ, МВт\*ч | *Q*ВИЭ,  Гкал | *V*ДТ,  тонн | Т,  т.у.т. |
| **Существующие генерирующие объекты ВИЭ** | | | | | | |
| ВЭУ | ВЭУ | 11,0 | 2,9 | 0,0 | - | 0,4 |
| СЭУ | ВЭУ | 9,0 | 3,1 | 0,0 | - | 0,4 |
| Елашимская ГЭС | МГЭС | 5000,0 | 43800 | 0,0 | - | 5 387,4 |
| **2014-2015 г.** | | | | | | |
| Диксон | ВЭУ | 720,0 | 3 439,2 | 0,0 | 877,0 | 423,0 |
| Арадан | СЭУ | 60,0 | 116,0 | 0,0 | 29,7 | 14,3 |
| Огур | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Солгон | БГУ | 1 053,0 | 3 749,6 | 7 255,4 | 0,0 | 1 497,7 |
| **2015-2016** | | | | | | |
| Караул | ВЭУ | 540,0 | 2 579,4 | 0,0 | 657,8 | 317,3 |
| Носок | ВЭУ | 360,0 | 1 626,5 | 0,0 | 271,9 | 200,1 |
| Хатанга | ВЭУ | 3 600,0 | 8 682,2 | 0,0 | 2 767,3 | 1 067,9 |

Продолжение таблицы 3.17

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Луговая | СЭУ | 18,0 | 34,8,0 | 0,0 | 8,9 | 4,3 |
| Малакс | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Колон | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Назарово | БГУ | 4 252,0 | 21 165,4 | 40 955,0 | 0,0 | 8 454,1 |
| Преображенский | БГУ | 1 053,0 | 2 996,4 | 5 797,9 | 0,0 | 1 196,8 |
| Глядень | БГУ | 1 053,0 | 2 489,3 | 4 816,8 | 0,0 | 994,3 |
| Минга | БТ | 0,0 | 0,0 | 4 489,20 | 0,0 | 641,3 |
| **2017-2018** | | | | | | |
| Каяк | ВЭУ | 360,0 | 919,2 | 0,0 | 234,4 | 113,1 |
| Усть-Авам | ВЭУ | 300,0 | 780,1 | 0,0 | 199,0 | 96,0 |
| Левинские пески | ВЭУ | 60,0 | 191,0 | 0,0 | 48,7 | 23,5 |
| Куртюл | СЭУ | 18,0 | 34,8 | 0,0 | 8,9 | 4,3 |
| Идринское | СЭУ | 300,0 | 580,0 | 0,0 | 148,3 | 71,3 |
| Чигашет | СЭУ | 60,0 | 116,0 | 0,0 | 29,7 | 14,3 |
| Восток | МкГЭС | 50,0 | 360,0 | 0,0 | 91,8 | 44,3 |
| Арадан | МкГЭС | 150,0 | 216,0 | 0,0 | 55,1 | 26,6 |
| Усть-Шушь | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Красная Поляна | БГУ | 1 053,0 | 2 377,3 | 4 600,1 | 0,0 | 949,6 |
| Крутояр | БГУ | 2 106,0 | 6 114,8 | 11 832,2 | 0,0 | 2 442,4 |
| Подсосное | БГУ | 1 053,0 | 2 050,0 | 3 966,7 | 0,0 | 818,8 |
| Ужур | БГУ | 1 053,0 | 3 973,5 | 7 688,8 | 0,0 | 1 587,1 |
| Кодинск | БТ | 0,0 | 0,0 | 13 467,60 | 0,0 | 1 923,9 |
| **2019-2023** | | | | | | |
| Кресты | ВЭУ | 60,0 | 288,9 | 0,0 | 73,6 | 35,5 |
| Новая | ВЭУ | 180,0 | 468,1 | 0,0 | 119,3 | 57,6 |
| Катырык | ВЭУ | 120,0 | 312,0 | 0,0 | 79,6 | 38,4 |
| Хета | ВЭУ | 180,0 | 468,1 | 0,0 | 199,4 | 57,6 |
| Волочанка | ВЭУ | 300,0 | 599,2 | 0,0 | 152,8 | 73,7 |
| Хантайское озеро | ВЭУ | 240,0 | 771,2 | 0,0 | 195,6 | 94,9 |
| Попигай | ВЭУ | 60,0 | 191,0 | 0,0 | 48,7 | 23,5 |
| Потапово | ВЭУ | 180,0 | 522,5 | 0,0 | 133,2 | 64,3 |
| Жаровск | МкГЭС | 20,0 | 0,2 | 0,0 | 25,7 | 0,0 |
| Гуляевка | МкГЭС | 20,0 | 0,2 | 0,0 | 25,7 | 0,0 |
| Никольск | МкГЭС | 100,0 | 648 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Кандаки | МкГЭС | 10,0 | 0,1 | 0,0 | 12,1 | 0,0 |

Продолжение таблицы 3.17

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отрок | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Агул | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Маковское | МкГЭС | 100,0 | 648,0 | 0,0 | 162,5 | 79,7 |
| Березовка | БГУ | 1 053,0 | 5 987,3 | 11 585,3 | 0,0 | 2 391,5 |
| Бархатово | БГУ | 1 053,0 | 2 610,9 | 5 052,1 | 0,0 | 1 042,9 |
| Емельяново | БГУ | 2 106,0 | 3 512,8 | 6 797,3 | 0,0 | 1 403,1 |
| Шуваево | БГУ | 1 053,0 | 3 178,5 | 6 150,5 | 0,0 | 1 269,6 |
| Итого: | | 31 732,0 | 132 492,4 | 134 455,0 | 7 794,1 | 35 504,4 |

Оптимистичный вариант рассматривается как наиболее привлекательный и наиболее вероятный к реализации. На сегодняшний день на территории Красноярского края имеются инициативные группы и потенциальные инвесторы, ориентированные на реализацию представленного плана. На сегодняшний день со стороны государства требуется лишь законодательная поддержка потенциальных генераторов ВИЭ.

## 3.7.3 Пессимистичный сценарий развития энергетического комплекса, в части возобновляемой энергетики

Пессимистичный вариант развития ВИЭ возможен в том случае, если правительством Красноярского края или России не будут приняты законопроекты, оказывающие поддержку инициативным группам, осуществляющим продвижение ВИЭ на территории края. В этом случае Красноярский край становится менее привлекательным для потенциальных инвесторов, осуществляющих продвижение ВИЭ. В этом случае инвестиционный климат для развития генерации ВИЭ будет не столь благоприятен и развитие ВИЭ не сможет перейти на строительство промышленных генерирующих объектов ВИЭ. Развитие ВИЭ останется только на уровне генерации электрической и тепловой энергии частными лицами. Рассматриваемый пессимистичный вариант представлен в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Целевые показатели этапов реализации пессимистичного сценария

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Населенный пункт | Тип генератора ВИЭ | *N*уст,  кВт | *W*ВИЭ, МВт\*ч | *Q*ВИЭ,  Гкал | *V*ДТ,  тонн | Т,  т.у.т. |
| **Существующие генерирующие объекты ВИЭ** | | | | | | |
| ВЭУ | ВЭУ | 11 | 2,9 | 0,0 | - | 0,4 |
| СЭУ | ВЭУ | 9 | 3,1 | 0,0 | - | 0,4 |
| Елашимская ГЭС | МГЭС | 5000 | 43800 | 0,0 | - | 5 387,4 |
| **Прогноз на 2023 г.** | | | | | | |
| ВЭУ | ВЭУ | 34 | 9 | 0,0 | - | 1,2 |
| СЭУ | ВЭУ | 28 | 9,4 | 0,0 | - | 1,2 |
| МГЭС | МГЭС | 5005 | 43804 | 0,0 | - | 5 388,1 |

## 3.7.4 Формирование комплекса мер с целью достижения максимального экономического и финансового эффекта применения ВИЭ

Красноярская энергосистема не является энергодефицитной системой. Существующие большие генерирующие объекты (Красноярская, Саяно-Шушенская и Богучанская ГЭС, Березовская и Назаровская ГРЭС, все ТЭЦ) полностью покрывают все пики электрической и тепловой нагрузки.

Подключение генерирующих мощностей ВИЭ к энергосистеме технически возможно. Наибольший интерес здесь представляют объекты биоэнергетики, электростанции на всех видах биотоплива позволяют прогнозировать график вырабатываемой мощности. Другая ситуация с ветровыми и солнечными станциями, где вырабатываемая мощность зависит от текущей погоды. Для данного вида энергетического производства необходим резерв мощности на других электрических станциях, в том числе и на объектах «традиционной» энергетики. Технически такое решение возможно, но на данный момент не имеет законодательной базы. Генераторы ВИЭ, вышедшие на оптовый рынок электроэнергии и мощности, могут быть оштрафованы за несоответствие заявленной вырабатываемой мощности по отношению к фактической. Другой фактор – это конкуренция с существующими генерирующими объектами.

Противоположная ситуация в децентрализованных системах, где основным источником электрической энергии являются ДЭС. В Красноярском крае, без учета коммерческих организаций и частных лиц, используется 245 ДЭС и ДГ, из которых 159 ДЭС и ДГ используются круглогодично для постоянного получения электроэнергии, и являются основными источниками электроэнергии в 13 муниципальных районах, в 118 населенных пунктах. Высокая себестоимость производства электрической энергии на ДЭС приводит к высокому отпускному тарифу на электрическую энергию (по данным на конец 2012 года, максимальный отпускной тариф в населенных пунктах Таймыра составил 36,3 руб./кВт\*ч). Повышение энергоэффективности производства за счет внедрения ВИЭ позволит быстро окупить генерирующие объекты ВИЭ, а в последствии, снизить отпускной тариф на электрическую энергию.

Комплекс мер следует направить на децентрализованную энергетику края.

1) Рекомендуется обязать местные энергетические компании покупать электроэнергию с генерирующих объектов ВИЭ или самостоятельно заниматься установкой генерирующих объектов ВИЭ. Данная мера может быть реализована в виде законопроекта, накладывающего определенные санкции на местные энергетические компании. Перечень наиболее перспективных точек установки ВИЭ с рекомендуемой установленной мощностью представлен в 2-5 томах отчета.

2) На период окупаемости рекомендуется «заморозить» отпускной тариф для собственников ВИЭ, сделав его равным существующему отпускному тарифу от ДЭС. Пересматривать Тариф возможно только с позиции инфляционной составляющей, исключив рост цен на топливную составляющую. При таком сценарии эффект получат практически все стороны:

- «замороженный» на несколько лет тариф позволит снизить рост дотаций из государственного бюджета для муниципальных потребителей удаленных населенных пунктов;

- инвестор сможет в кратчайшие сроки окупить генерирующее оборудование;

- будет достигнут экологический и социальный эффект развития ВИЭ;

- будут реализовываться задачи, поставленные распоряжением Правительства Российской от 08.01.2009 № 1-р «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».

3) По достижении срока окупаемости генерирующего объекта ВИЭ произвести снижение отпускного тарифа до оговоренной заранее величины.

4) Заложить возможность пересмотра срока окупаемости со стороны собственника ВИЭ при возникновении обстоятельств, препятствующих достижению окупаемости ВИЭ в заявленные сроки (например, выход из строя оборудования, затраты на ремонт и т.д.).

5) Заложить фиксированный уровень рентабельности, делающий финансово привлекательным данный сектор экономики края.

6) Разработать меры государственной поддержки генерирующих объектов ВИЭ на период окупаемости:

- снижение налога на имущество;

- снижение налога на прибыль;

- компенсация процентной ставки кредитования за счет государственного бюджета;

7) Для генерирующих объектов ВИЭ, работающих на энергосистему предлагается ввести фиксированный тариф на продаваемую электрическую и тепловую энергию («эко-тариф»). Размер тарифа следует рассматривать исходя из финансовой привлекательности строительства генерирующих объектов на базе ВИЭ.

Ожидаемый экономический эффект и финансовый результат от внедрения различных типов ВИЭ в конкретных населенных пунктах Красноярского края представлен в пятом разделе 2, 3 и 5 томов и четвертом разделе 4 тома. Реализация плана развития ВИЭ на территории края позволит существенно снизить объемы завозимого топлива в рамках северного завоза и по мере окупаемости генерирующих объектов ВИЭ снизить затраты государственного бюджета на компенсацию тарифов муниципальным образованиям и местному населению.

## 3.7.5 Прогноз развития спроса на возобновляемые источники энергии на территории Красноярского края

Прогноз развития спроса на возобновляемые источники энергии на территории Красноярского края составлен на основе предлагаемого оптимистичного сценария развития ВИЭ. При реализации рекомендуемого сценария возможно пересмотр последовательности реализуемых проектов.

Ожидаемый спрос на ВИЭ представлен в таблице 3.19 и рисунках 3.5-3.8.

Таблица 3.19 – Прогноз на установленную мощность ВИЭ

|  |  |
| --- | --- |
| Тип ВИЭ | Установленная мощность ВИЭ, *N*уст, кВт |
| Ветроэнергетика | 7 740 |
| Гидроэнергетика | 1 050 |
| Солнечная энергетика | 456 |
| Биоэнергетика | 17 941 |
| Итого: | 27 187 |

Рисунок 3.5 – Прогнозируемый спрос на объекты ветроэнергетики

*N*уст=456 кВт

Рисунок 3.6 – Прогнозируемый спрос на объекты солнечной энергетики

*N*уст=1050 кВт

Рисунок 3.7 – Прогнозируемый спрос на объекты малой гидроэнергетики

*N*уст=17 941 кВт

Рисунок 3.8 – Прогнозируемый спрос на объекты биоэнергетики

## 3.7.6 Достижение целевых показателей при реализации сценариев развития ВИЭ

В долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае» определены 2 целевых показателя, направленных на развитие ВИЭ:

- Изменение объема производства энергетических ресурсов с использованием возобновляемых источников энергии и (или) вторичных энергетических ресурсов, Т, тыс.т у.т.

- Доля энергетических ресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии и (или) вторичных энергетических ресурсов, в общем объеме энергетических ресурсов, производимых на территории края, k, %.

Последний показатель также соответствует целевому показателю Рас­поряжения Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1-р.

В рамках данной работы предложен собственный ряд целевых показателей, позволяющий более наглядно оценить эффект внедрения ВИЭ в энергосистему района:

- установленная мощность генераторов на базе ВИЭ *N*уст, кВт (либо МВт).

- объем выработанной электрической энергии на базе ВИЭ *W*ВИЭ, МВт\*ч в год.

- объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства объектов генерации на базе ВИЭ *V*ДТ, тонн (или литров) в год.

Достижение целевых показателей уже частично приводилось в предыдущих пунктах данного раздела. В таблице 3.20 приведены сводные целевые показатели по основных направлениям ВИЭ при реализации оптимистичного сценария развития ВИЭ.

Таблица 3.20 – Достижение целевых показателей при реализации сценария развития ВИЭ на территории Красноярского края

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ВИЭ | Т, т.у.т | k, % | *N*уст, кВт | *W*ВИЭ | *V*ДТ |
| Ветроэнергетика | 2923,021 | 0,46% | 7 740 | 23 764,4 | 6 470,45 |
| Малая гидроэнергетика | 708,5415 | 0,11% | 1050 | 5 760,5 | 1 510,4 |
| Солнечная энергетика | 173,799 | 0,03% | 456 | 1413 | 400 |
| Биоэнергетика (биогаз) | 7405,311 | 1,16% | 17941 | 60 205,78 | 0 |
| Биоэнергетика (др.) | 2923,021 | 0,01 | - | - | - |
| Всего: | 35 504,4 | 2,76% | 31 732,0 | 132 492,4 | 7 794,1 |

Исходя из данных таблицы 3.20 к 2023 году возможно достигнуть 2,76% генерации на базе ВИЭ. С учетом сектора малой энергетики, используемой частными лицами, данная цифра может достигнуть 3%. Данная цифра ниже заявленного целевого показателя в Рас­поряжении Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1-р (4,5%). Красноярский край – второй регион в России по объему генерации электрической энергии. Наращивание мощности ВИЭ, соизмеримой с установленной мощностью традиционных источников потребует большего времени, чем указано в Распоряжении Правительства РФ №1-р.

## 3.8 Научно-техническая обеспеченность.

## 3.8.1 Анализ исследовательской базы Красноярского края, в части исследования эффективности применения источников возобновляемой энергии

Возобновляемые источники энергии – это наукоемкая отрасль современной энергетики. На сегодняшний день Россия существенно отстает от западных стран, как в вопросах производства генерирующих объектов ВИЭ, так и в вопросах эксплуатации объектов ВИЭ. Строительство и эксплуатацию генерирующих объектов на базе ВИЭ на территории Красноярского края будет перспективно производить при участии местных ученых, имеющих подробные представления о технологиях генерирующих объектов ВИЭ и географических, климатических, и социально-экономических особенностях региона. Привлечение специалистов в области ВИЭ позволит свести к минимуму риски использования генерирующих объектов ВИЭ несоответствующего качества или технического исполнения. Подобный негативный опыт имелся в пос. Левинские пески Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, когда специалисты ОАО «Норильский никель» решили установить ВЭУ украинского производства в удаленных населенных пунктах Таймыра. ВЭУ не прослужили и двух лет. Подробный опыт эксплуатации данных ВЭУ описан во 2 разделе 2 тома.

Предварительные исследования и анализ рынка генерирующих мощностей ВИЭ позволит избежать подобных ошибок. Исследования предлагается производить в 3 этапа:

1) Выявление перспективных направлений развития ВИЭ с учетом

энергетического потенциала региона и возможностей существующих производителей генерирующего оборудования ВИЭ, определение потенциальных потребителей, составление общей программы развития ВИЭ на территории края. Данное исследование выполнено в рамках данной работы.

2) Разработка пилотных проектов генерирующих объектов ВИЭ, введение их в эксплуатацию и исследование режимов работы генерирующего оборудования в географических, климатических и социально-экономических условиях конкретных потребителей. Срок реализации 2-3 года.

3) Корректировка программы развития ВИЭ с учетом полученного опыта эксплуатации пилотных объектов и масштабное развитие ВИЭ на территории Красноярского края. Срок реализации 6-8 лет.

Исследовательскую базу и собственные наработки в вопросах исследования ВИЭ имеют:

- ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»;

- ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»;

- КНЦ СО РАН и ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации;

- ФГБОУ ВПО «Сибирский государственных технологический университет».

Сибирский федеральный университет активно занимается исследованиями возможностей ВИЭ и обладает технической исследовательской базой, включающей в себя:

- экспериментальную фотоэлектрическую установку, использующуюся для исследования возможностей фотоэлектрических элементов, а также для декоративного ночного освещения корпуса «Д» ПИ СФУ;

- собственной разработкой генерирующего объекта ВИЭ – свободнопоточной микро-ГЭС, а также испытательного стенда, используемого для данной установки. Более подробная информация об испытательных стендах ПИ СФУ представлена в пункте 3.8.2 шестого тома.

На территории СФУ планируется строительство демонстрационной зоны возобновляемых источников энергии, которая позволит проводить системные исследования параллельно работающих генераторов ВИЭ.

Исследования Красноярского государственного аграрного университета направлен в большей степени на исследование потенциалов ВИЭ в регионе. Специалисты КрасГАУ специализируются на направлениях солнечной, ветровой и биоэнергетики. Ученые аграрного университета были привлечены к проведению данной исследовательской работы и их наработки были использованы при определении ветроэнергетического и биогазового потенциалов региона.

РЭА, при участи КНЦ СО РАН, обеспечивает практическую реализацию государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, инновационной энергетики, использования возобновляемых источников энергии. Среди задач Агентства - создание единой площадки для взаимодействия всех участников рынка, содействие повышению инвестиционной привлекательности проектов по повышению энергоэффективности, энергосбережения и возобновляемых источников России.

Возобновляемые источники энергии также находятся в фокусе деятельности РЭА. В сотрудничестве с отечественными научно-исследовательскими организациями и, используя передовой зарубежный опыт, Агентство прорабатывает ряд проектов по расширению использования возобновляемых источников энергии в России. Реализация данных проектов поможет приблизиться к решению задач обеспечения отдаленных российских населенных пунктов теплом и энергией, выработанной из местных возобновляемых источников энергии (например, за счет переработки биомассы, получаемой из отходов деревообработки).

Биоэнергетический кластер Красноярского края направлен на объединение инициативных групп, занимающихся продвижением биоэнергетики и других видов ВИЭ. Особую роль в развитии инновационных технологий имеет Красноярский бизнес-инкубатор. Благодаря данной организации у инициативных компаний, представляющих современные технологии появляется возможность получения поддержки для продвижения высокотехнологичной продукции.

Для развития исследовательской базы Красноярского края рекомендуется реализация следующих этапов:

- строительство демонстрационной зоны возобновляемых источников энергии;

- строительство пилотных промышленных генерирующих объектов на базе ВИЭ.

## 3.8.2 Анализ роли испытательных лабораторий и станций, демонстрационных зон в создании перспективных моделей объектов возобновляемой энергетики.

На территории Сибирского федерального университета расположено 2 испытательных лаборатории, занимающихся испытаниями солнечной станции и оборудования Микро-ГЭС.

На кафедре «Электротехнология и электротехника» ПИ СФУ в аудитории Д3-04 по адресу ул. Киренского 26 корпус «Д» расположена экспериментальная фотоэлектрическая установка. Тема солнечной энергетики развивается на кафедре с 2010 года. Для решения научно-технических задач были разработаны и изготовлены действующие модели энергетических установок на базе солнечных батарей российского производства. На этой установке проверялись схемные решения и алгоритмы управления энергетической установкой. В результате проведённых исследований появилась возможность непрерывного контроля параметров в течение длительного времени (до года).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.9 – Испытательная фотоэлектрическая установка в СФУ |

Фотография стенда и испытательных образцов приведена на рисунке 3.9. Полученные результаты и приобретённый опыт были использованы в реализации декоративного (ночного) освещения парадного входа в корпус «Д».

Солнечная батарея установлена неподвижно на крыше здания , а аккумулятор и схема управления расположены в аудитории Д5-35 (на пятом этаже). Нагрузкой являются светодиоды, установленные в верхней части колонны. При наступлении сумерек схема управления включает декоративное освещение, а с рассветом – выключает. Кроме основной задачи включения-выключения светодиодов, схема управления контролирует режим заряда и разряда аккумулятора. Это необходимо для обеспечения продолжительной работы аккумулятора. Автономное освещение от солнечных батарей было установлено в 2010 году и функционирует по сей день.

Данная испытательная солнечная энергетическая установка позволяет получить следующие результаты исследований:

1) Определить эффективность использования солнечной батареи конкретного производителя в климатических и географических условиях г. Красноярска.

2) Определить эффективность использования солнечной батареи в период солнечных и пасмурных дней, а также составить статистику количества таких дней в году. В дальнейшем эти данные могут быть использованы для корреляции расчетной выработки электрической энергии других солнечных батарей.

3) Получить опыт эксплуатации солнечных батарей в тяжелый зимний период, сформулировать опыт эксплуатации основные рекомендации по повышению эффективности использования солнечных элементов.

В научно-исследовательской лаборатории ПИ СФУ “Возобновляемые источники энергии” разработан лабораторный универсальный стенд для испытаний многополюсных низкоскоростных торцевых синхронных генераторов мощностью от 0,5 до 5 кВт (рисунок 3.10). Он необходим для предварительных испытаний генераторов в различных рабочих и аварийных режимах, а также в выявлении каких-либо конструктивных недостатков при сборке и дальнейших их устранений до установки на микроГЭС.

Стенд находится в лаборатории А-113 по адресу ул. Ленина 70 корпус «А» Политехнического института СФУ.

Испытательный стенд состоит из следующих элементов:

- двигателя постоянного тока;

- пусковых и регулировочных сопротивлений;

- механического редуктора;

- подставок под генераторы, с возможностью их перестановки в зависимости от мощности испытуемого генератора;

- приборной части стенда, с необходимыми для измерений приборами,

регулируемых нагрузочных устройств со средствами защиты от токов КЗ и перегрузки;

- блока автоматики для стабилизации напряжения и его частоты.

Низкоскоростной торцевой синхронный генератор устанавливается на стенд и подключается валом к выходному валу редуктора, передающего вращающий момент от двигателя постоянного тока, а выводные провода статорных обмоток генератора подключаются к нагрузочному устройству через блок автоматики и комплект измерительных приборов.

Стенд имеет электрическую мощность приводного двигателя постоянного тока не менее – 9 кВт. Рабочее напряжение – трехфазное переменное 220/380 В, промышленной частоты – 50 Гц. Напряжение питания приводного двигателя – 220 В постоянного тока, регулируемое от 0 до номинального. Возбуждение двигателя электромагнитное напряжением 220 В постоянного тока, регулируемое от 50 В до 220 В. Все электрические цепи имеют защиту от перегрузок и коротких замыканий.

Электроизмерительные приборы стенда для замера токов и напряжений всех цепей двигателя– щитовые, класса точности не ниже 1, со шкалами, позволяющими измерять токи и напряжения, соответствующие мощности испытуемого генератора. Для замера мощности, токов и напряжения генератора установлен измерительный мост К 505 с классом точности приборов 0,5. Переносные приборы: частотомер с подключением к компьютеру, ампервольтметр, лучевой тахометр.

|  |  |
| --- | --- |
|  | DSCN5959 |
| Рисунок 3.10 – Испытательный стенд торцевого генератора | Рисунок 3.11 – Испытание микро-ГЭС |

Пусковые и регулировочные сопротивления рассчитаны на длительную работу с рабочей температурой не выше 800. Стенд оснащен нагрузочными устройствами, с изменяющимися ступенями сопротивлений не менее 5. Нагрузочное устройство имеет свою защиту от перегрузок и коротких замыканий. Коэффициент полезного действия системы – не ниже 38%. Частота вращения выходного вала привода стенда (после редуктора) 50 – 150 об/мин, что соответствует частоте вращения турбины.

Приборы для проведения натурных испытаний: прибор для замера скорости реки, глубиномер для промера глубины реки, лазерный дальномер. С помощью данного испытательного стенда НИЛ ВИЭ спроектированы, изготовлены и испытаны натурными испытаниями:

1. Опытный образец микроГЭС мощностью 3 кВт;

2. Опытный образец микроГЭС мощностью 10 кВт;

3. Опытный образец микроГЭС мощностью 1 кВт;

4. Опытная партия микроГЭС мощностью 1,2 кВт из трех экземпляров;

5. Опытно-промышленный образец мощностью 5 кВт.

6. Разработана новая система передачи крутящего момента от турбины к генератору, существенно снижающая стоимость установки. Проведены ее стендовые испытания.

Данная разработка планируется к использованию электроснабжения освещения на острове Татышева в г. Красноярске. В перспективе данная установка планируется к использованию для электроснабжения конкретных потребителей на территории Красноярского края и республики Алтай (рисунок 3.11).

Испытательные стенды СФУ позволяют получить данные об эксплуатации реальных генерирующих объектов ВИЭ в климатических, географических и социально-экономических условиях Красноярского края. На территории ПИ СФУ планируется строительство демонстрационной зоны возобновляемых источников энергии, которая позволит объединить различные ВИЭ в одну энергосистему систему и моделировать различные режимы работы генераторов и потребителей. Демонстрационная зона позволит смоделировать параллельную работу различных ВИЭ, смоделировать возможные переходные процессы, а также различные режимы работы генерирующего оборудования ВИЭ. В дальнейшем, результаты данных исследований могут быть использованы:

- при проектировании промышленных объектов, для повышении энергоэффективности производства;

- при выборе производителя генерирующего оборудования ВИЭ;

- при выборе соотношения мощностей различных видов ВИЭ;

- при оценке экономической эффективности различных типов ВИЭ.

Проект демонстрационной зоны представлен в 4 разделе 6 тома, где представлено более подробное описание предполагаемых направлении исследований генерирующих объектов.

## 3.8.3 Анализ роли пилотных промышленных генерирующих объектов на базе ВИЭ

Красноярский край обладает своей ярко выраженной спецификой географических, климатических и социально-экономических условий. Климатические условия Красноярского края характеризуются низкими температурами в зимний период (до минус 40 оС). Южные районы характеризуются крайне высокими температурами в летний период (до плюс 40). Такой большой годовой разброс температур откладывает свой отпечаток на техническое климатическое исполнение генерирующих объектов ВИЭ. Следует отметить, что объекты ВИЭ имеют очень большую зависимость от погодных условий в конкретной местности.

На сегодняшний день на территории Красноярского края не имеется действующих ветроэнергетических установок средней или большой мощности, работающих для электроснабжения целого поселка или крупного потребителя. Предлагается запуск пилотного проекта ветроэлектрической станции в пос. Диксон Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района. Предлагаемой пилотный проект подробно описан в 6 разделе 2 тома. Строительство данной станции позволит обеспечить электрической энергией населенный пункт и уменьшить завоз дизельного топлива. С другой стороны, данный энергетический объект ВИЭ будет являться объектом исследований в следующих направлениях:

1) ВЭС в пос. Диксон будет самой северной станцией, работающей далеко за полярным кругом. Исследование данной станции позволит наработать статистическую информацию об экономическом потенциале ветра в прибрежных зонах Северного Ледовитого океана.

2) ВЭС в пос. Диксон позволит исследовать эксплуатацию генерирующих объектов в условиях экстремально низких температур, постоянно образующегося гололеда и т.д. Данные исследования позволят вносить конструктивные изменения в ВЭУ, повышая их надежность и эффективность в экстремальных климатических условиях региона.

3) ВЭС в пос. Диксон позволит исследовать режимы работы ветрогенераторов, работающих параллельно с действующей дизельной электростанцией. При проектировании пилотной ВЭС в пос. Диксон существенное влияние может оказать опыт, полученный при проведении исследований демонстрационной зоны ПИ СФУ, моделирующей схожие процессы.

4) ВЭС в пос. Диксон позволит исследовать возможности обслуживания ВЭУ различные периоды года, характеризующиеся своими климатическими особенностями, возможности доставки запчастей в удаленные поселки и т.д.

Пилотная микро-ГЭС планируется к вводу в эксплуатацию летом 2013 года. Микро-ГЭС мощностью 5 кВт будет использоваться для электроснабжения системы освещения на острове Татышева в городе Красноярске. Данная пилотная установка позволит наработать опыт эксплуатации микро-ГЭС в различные времена года. Возможно, данный опыт послужит для внесения каких-либо конструктивных изменений в устройство установки. После проведения эксплуатации пилотной станции и более одного года появится возможность более точно прогнозировать ожидаемую экономическую эффективность станции, а также запустить данную установку в серийное производство.

На сегодняшний день на территории Красноярского края существует достаточно много малых генерирующих объектов солнечной энергетики. Список основных генерирующих объектов солнечной энергетики представлен в приложении Е. В отличии от ветроэнергетических установок или малых гидроэлектростанций достижение большого объема вырабатываемой мощности на солнечных элементах достигается за счет увеличения числа самих элементов, без изменения их конструкции. С этих позиций, принцип действия солнечной электростанции для электроснабжения небольшого дома или целого поселка отличаются только количеством солнечных панелей, мощностью преобразователей и коммутационной аппаратуры. С другой стороны, электроснабжение удаленного поселка представляет интерес для исследования переходных процессов, возникающих между солнечной батареей и дизельной электростанцией. Эксплуатация пилотной солнечной станции позволит ответить на ряд вопросов, связанных с параллельной работой солнечных элементов с другими источниками энергии, а также ответить на вопросы экономической эффективности использования данного вида ВИЭ.

Пилотная биогазовая станция в первую очередь должна ответить на вопрос целесообразности эксплуатации биогазовой станции в зимний период. Могут стать вопросы об изменении некоторых конструктивных элементов для адаптации их к суровым сибирским климатическим условиям. Также стоит вопрос о затратах тепла в зимний период на поддержание процесса выработки биогаза. Также на данный момент затруднительно оценить экономический эффект, получаемый при производстве побочного продукта выработки биогаза – биоудобрений. Пилотная станция позволит ответить на все указанные вопросы. При достижении достаточной производительности пилотной биогазовой станции появится перспектива развития сети биогазовых станций на территории России.

При использовании торфа для получения тепла и электрической энергии остается не до конца проработанными вопросы добычи, транспортировки и обработки торфа. Транспортная составляющая все уникальна для каждого региона и для каждого месторождения. Строительство пилотной тепловой станции позволит определить эффективность использования данного направления биоэнергетики на территории Красноярского края.

В целом, для всех направлений ВИЭ пилотные проекты позволят получить следующую информацию:

- получение технико-экономических показателей реально действующих объектов и коррекцию расчетных показателей подобных проектов с учетом опыта эксплуатации пилотных станций;

- получение опыта эксплуатации конкретных генерирующих объектов ВИЭ в географических и климатических условиях Красноярского края, отработку вопросов обслуживания и проведения ремонтов, внесение конструктивных изменений в действующие установки;

- получение статистических данных об объемах выработки электрической и тепловой энергии генерирующими объектами ВИЭ в различные времена года, получение материалов для определения соотношения мощностей ВИЭ с другими источниками энергии (дизельными генераторами, котельными и т.д.).

Строительство пилотных станций является этапом, предшествующим масштабному развитию сети генерирующих объектов ВИЭ.

## 3.8.4 Планы мероприятий по решению вопросов подготовки кадрового состава специалистов обслуживающих объекты ВИЭ

При масштабном развитии ВИЭ на территории России и Красноярского края в частности, может возникнуть вопрос необходимости в квалифицированных кадров, задействованных для работы с генерирующими объектами ВИЭ.

Конструктивно, генерирующие объекты ВИЭ существенно отличаются от генерирующих объектов традиционной энергетики. Специалистам, имеющим базовое энергетическое образование, требуется проходить курсы повышения квалификации или получать дополнительное образование. Организовывать курсы повышения квалификации рекомендуется на базе существующих лицензированных организаций, имеющих юридические основания заниматься данного рода деятельностью и при этом необходимую техническую и лабораторную базу. К таким организациям относятся:

- ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»;

- ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»;

- ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации;

На территории Сибирского федерального университета на данный момент имеется собственная лаборатория исследования солнечных элементов и ряд лабораторно-испытательных стендов в области малой гидроэнергетики. Более подробная информация о лабораторных стендах СФУ представлена в пункте «3.8.2 Анализ роли испытательных лабораторий и станций, демонстрационных зон в создании перспективных моделей объектов возобновляемой энергетики». На сегодняшний день указанные лаборатории не имеют аналогов в крае, однако их ресурс не достаточен для качественной подготовки специалистов.

Предлагается следующий ряд мероприятий для развития системы подготовки кадров в области ВИЭ.

1) Строительство демонстрационной зоны возобновляемых источников энергии для исследования режимов работы ВИЭ и подготовки специалистов в отрасли.

2) Строительство пилотных генерирующих объектов ВИЭ и организация прохождения производственной практики учащихся на данных станциях.

3) Разработка программ обучения специалистов на базе образовательных учреждений края.

В соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами 3-го поколения подготовка бакалавров и магистров в области возобновляемой энергетики ведется в рамках направления 140400 «Электроэнергетика и электротехника». Для повышения качества подготовки специалистов такого профиля предлагается решить следующие задачи:

1. Ввести в учебные планы направления 140400 «Электроэнергетика и электротехника» дисциплину «Возобновляемые источники энергии».
2. Создать лабораторную базу, позволяющую изучать и исследовать различные энергоустановки на базе ВИЭ (демонстрационную зону).
3. Разработать учебно-методические материалы по указанному направлению.
4. Разработать ряд магистерских программ, связанных с исследованиями возобновляемых источников энергии.

В решении данных задач в учебном процессе Сибирского федерального университета предлагается использовать использована демонстрационную зону ВИЭ. Специалисты, прошедшие обучение в лабораторной базе демонстрационной зоны будут иметь практические представления о принципе действия генерирующих объектов на базе ВИЭ и понимать основы их эксплуатации.

## Выводы к разделу 3

Проведен анализ политики иностранных государств в вопросах поддержки ВИЭ. В западных странах развитие ВИЭ активно поддерживается государством в виде введения «эко-тарифов», налоговых льгот и защиты интересов генераторов ВИЭ. Подобные механизмы перспективно развивать на территории России.

Ряд субъектов Российской Федерации уже идет по западному пути в вопросах поддержки ВИЭ. Проведен анализ законопроектов субъектов РФ, направленных на поддержку ВИЭ, копии законопроектов вынесены в приложения А-Д.

Произведен анализ целевых показателей в долгосрочной целевой программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Красноярском крае». Сделан вывод, что данные показатели не отражают суть развития ВИЭ на территории Красноярского края. Предложено введение дополнительных целевых показателей:

– установленная мощность генераторов на базе ВИЭ *N*уст, МВт.

– объем выработанной электрической энергии на базе ВИЭ *W*ВИЭ, МВт\*ч в год.

– объем дизельного топлива, на который было уменьшено потребление ДЭС за счет строительства объектов генерации на базе ВИЭ *V*ДТ, тонн (или литров) в год.

Сформированы предложения пошагового развития ВИЭ на территории Красноярского края на 10 лет по каждому из направлений ВИЭ. Предложен сценарий развития. В течение 10 лет возможно установить генерирующих мощностей на базе ВИЭ общей установленной мощностью около 31 732 кВт генерирующих мощностей ВИЭ (солнечной энергетики, ветроэнергетики и малой гидроэнергетики), которые будут вырабатывать 132 492 МВт\*ч в год, что в свою очередь приведет к экономии дизельного топлива почти в 8 000 тонн в год.

На территории края имеется научно-исследовательская база, которая может быть использована для обучения кадров, для работы с генерирующими объектами ВИЭ. Рекомендуется строительство демонстрационной зоны и пилотных объектов ВИЭ для проведения исследований и подготовки специалистов.

## РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

## 4.1. Назначение демонстрационной зоны

## 4.1.1 Демонстрационная зона как объект исследований

С точки зрения исследования электростанций на возобновляемых источниках энергии и объектов малой энергетики в составе энергосистем разной мощности и состава генерирующего оборудования, наименее проработаны вопросы динамической устойчивости объектов ВИЭ при возмущениях как со стороны природной среды, так и при аварийных возмущениях в энергосистеме.

Недостаточно проработан, но весьма актуален вопрос параллельной работы солнечной энергетики и ветроэнергетики с генерирующими источниками, в которых используется другой вид энергоносителей, например, с дизельными электростанциями, малыми ГЭС и др., в составе локальной энергосистемы ограниченной мощности.

Наиболее массовыми объектами малой и нетрадиционной энергетики на сегодня и на обозримую перспективу являются МГЭС, ДЭС, ВЭС и СЭУ. Для трех последних видов энергообъектов требуется разработка математических моделей, алго­ритмов и программных средств, ориентированных на проведение цикла исследований их динамической устойчивости.

Демонстрационная зона, в которой могут быть размешены различные виды возобновляемых источников энергии, а также дизельные или бензиновые электрогенераторы позволит провести ряд исследований, используя натурные эксперименты.

Результаты проведенных экспериментов, в свою очередь, позволяют получить математическое описание каждого объекта. Моделирование объектов позволят рассчитывать различные параметры и режимы работы и оптимизировать процесс совместной работы.

В дальнейшем, опыт экспериментов, поставленных на объектах демонстрационной зоны послужит ценным опытом при выборе оборудования и проектировании децентрализованных систем электроснабжения на базе ВИЭ.

## 4.1.2 Проведение лабораторных и испытательных работ

Объекты демонстрационной зоны частично находятся на территории университета и частично непосредственно в лаборатории (рисунок 4.1, 4.2). Из лаборатории имеется возможность управлять как самими генерирующими объектам ВИЭ, так и моделировать различные режимы работы электрической нагрузки.

Демонстрационная зона даст возможность провести исследования электрических и электромеханических переходных процессов при работе различных видов генераторов ВИЭ в энергосистеме большой мощности, а также в локальной энергосистеме ограниченной мощности, в составе которой работают генерирующие источники, использующие различные методы генерации энергии.

|  |
| --- |
| 1 |
| Рисунок 4.1 – Расположение объектов демонстрационной зоны на территории  Политехнического института СФУ |

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.2 – Лаборатория исследования генерирующих объектов демонстрационной зоны |

Применительно к ветроэнергетике рассматриваются ВЭУ различной конструкции, нашедшие широкое применение в мировой практике. В таких ВЭУ, например, используются нерегулируемые ветроколеса и жестко связанные с ними асинхронные генераторы (АГ) с короткозамкнутой обмоткой ротора. Частота вращения ветроколеса (ВК) в установках этого вида поддерживается за счет параллельной работы с энергосистемой и определяется частотой переменного тока в ней. При нормальной работе ВЭУ некоторое изме­нение скорости вращения ВК возможно в пределах допустимого сколь­жения ротора АГ, ограниченного критическим значением этого пара­метра, как в генераторном режиме, так и в режиме двигателя.

Изменение частоты вращения ВК в указанных пределах при нормальной работе ВЭУ вызывается изменением скорости ветра. При сильных и резких порывах ветра возможно увеличение частоты вращения ВК, приводящее к увеличению скольжения ротора АГ выше критического значения и сопровождающееся неуправляемым снижением нагрузки АГ. Такие случаи следует рассматривать как один из видов нарушения нормальной работы ВЭУ. Их предотвращение в рассматриваемых, неуправляемых ВЭУ осуществляется ограничением мощности ВК при увеличе­нии скорости ветра выше расчетного значения за счет специальной конструкции лопастей ВК (саморегулирование ВК).

Переход АГ ВЭУ в режим двигателя возможен при снижении ско­рости ветра ниже определенного уровня, а также в переходных элект­ромеханических процессах с большими амплитудами качаний ротора АГ, одной из причин которых могут быть резкие изменения скорости вет­ра. Поскольку в таких режимах возможно появление знакопеременных моментов и ударных нагрузок в трансмиссии ВЭУ, они также являются недопустимыми. В связи с этим одна из задач исследования работы ВЭУ на разработанной в СФУ математической модели может состоять в оп­ределении условий возникновения таких режимов.

Математическая модель ВЭУ объединяет:

* модель изменения во времени скорости ветра;
* модель ветроколеса;
* модель асинхронного генератора.

Для исследования квазистационарных режимов энергосистемы с ВЭУ в ее составе достаточно считать среднюю скорость (*VСР*) ветра постоянной на более или менее продолжительном интервале времени.

Задавая различные значения *VCР*, можно исследовать адаптацию в энергосистеме меняющейся во времени мощности ВЭУ. При этом выявляются диапазоны изменения нагрузки других генерирующих источников, работающих в энергосистеме вместе с ВЭУ, перетоков мощности в вет­вях связывающей их электрической сети, определяются диапазоны из­менения напряжения и реактивной мощности в узлах электрической се­ти, а также может быть оценена потребность в средствах компенсации реактивной мощности.

Математическая модель ветродизельной установки состоит из модели ВЭУ и математической модели дизель-электрической установки (ДЭУ). Математическая модель ДЭУ разработана для исследования электромеханических переходных процессов в локальных энергосистемах и энергоузлах, где ДЭУ рабо­тает совместно с ВЭУ и выполняет роль источника, компенси­рующего естественные колебания нагрузки указанного нетрадиционного генерирующего источника. Имеется большое разнообразие комплектаций дизельных электроагрегатов и станций двигателями разных типов и мощности в сочетании с синхронными генераторами и генераторами постоянного тока.

В качестве типового агрегата рассматривается ДЭУ в составе дизельного двигателя и синхронного генератора с электромашинной системой возбуждения.

Дизельный двигатель как объект управления включает следующие функциональные элементы: собственно двигатель внутренне­го сгорания, топливоподающую аппаратуру, впускной и выпускной коллекторы. При наличии наддува, кроме того, в состав дизельного двига­теля входит система наддува в виде нагнетателя с приводом от ко­ленчатого вала двигателя либо в виде самостоятельной газотурбин­ной установки, использующей энергию выхлопных газов двигателя. Двигатели дизель-электрических установок оснащаются автомати­ческими регуляторами скорости вращения прямого или непрямого дейс­твия.

Математические моде­ли, позволяют исследовать по­ведение ветровых и дизельных электростанций, работающих в составе изолированных энергосистем разной мощности.

Исследование режимов работы ветроэлектрических установок совместно с дизель-электрическими станциями на реальном оборудовании позволит студентам выполнить ряд лабораторных работ по курсу «Возобновляемые источники энергии».

Исследование режимов работы солнечных батарей позволит вывести характерные дни для Красноярского края (солнечный день, пасмурны день, густой туман). В свою очередь, исследование режимов работы конкретной солнечной станции позволит получить максимально приближенные к реальности прогнозы производительности СЭУ для сибирского региона.

## 4.2 Технические характеристики основного оборудования

На территории демонстрационной зоны будут представлены следующие виды исследуемого оборудования:

1. Ветроэнергетическая установка;
2. Солнечноэнергетическая установка;
3. Установка тригенерации;
4. Высоконапорная микро гидроэлектростанция;
5. Низконапорная микро гидроэлектростанция;
6. Электростанция на биотопливе.

Описание и технические характеристики указанного генерирующего оборудования ВИЭ представлено ниже.

## 4.2.1 Ветроэнергетическая установка

На территории демо-зоны будет установлена ветроэлектростанция с вертикальной ось вращения. Данная установка обладает рядом существенных достоинств:

* возможность применения конструкции меньших размеров
* отсутствие механизмов ориентации по ветру
* особенно эффективны в областях с переменным ветром
* рабочие элементы располагаются близко к земле, что облегчает их обслуживание
* невысокая минимальная рабочая скорость ветра (система начинает производить электричество при скорости ветра в 2-2,5 метра в секунду)
* позволяет строительство в местах, где невозможно возведение высоких сооружений
* во время работы производит меньше шума

Основные характеристики ветроэнергетической установки представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Качественные и функциональные характеристики ветро-солнечной электростанции

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование характеристики | Величина |
| Номинальная мощность при скорости ветра 7 м/с, Вт | 5000 |
| Минимальная скорость ветра, м/с | 1,8 |
| Количество оборотов при номинальной мощности, об/мин | 260 |
| Максимально возможная скорость, м/с | 38 |
| Диаметр ротора с вертикальной осью вращения, м | 4,5 |
| Высота опорной башни, м | 12 |
| Габариты в упаковке, м | 5,1\*3\*2,5 |
| Вес брутто, кг | 840 |
| Диаметр рабочего колеса, м | 4,5 |
| Материал рабочего колеса | пластик |
| Количество вертикальных лопостей, шт | 3 |
| Срок непрерывной работы, ч | 8000 |

В комплектации ветроэнергетической установки так же входит:

- ротор с узлами крепления лопастей и вертикальной осью вращения;

- электрический генератор постоянного напряжения на постоянных магнитах мощностью 5 000 Вт, от 100 В до 130 В постоянного напряжения при частоте вращения 260 оборотов в минуту;

- набор батарей 12 Вольт, 200 Ампер в час – 8 штук;

- механизм крепления лопастей обеспечивающий автоматическое изменение угла их установки в зависимости от силы ветра;

- автономный измеритель скорости ветра, управляющий механизмом поворота лопастей;

- электронная часть с контроллером и инвертором обеспечивает работу электростанции как в автономном режиме, так и при включении в существующую однофазную сеть 220 Вольт. Поддерживается подключение других внешних источников электрической энергии с низким напряжением, включая электрохимические батареи и солнечные элементы;

- гидравлическая подъемная башня состоит из 3 сегментов с приводом для подъема и опускания ротора;

- сертификат соответствия ISO 9001:2000 и сертификат соответствия электрическим стандартам IEC/CE 11801.

Общий вид ветроэнергетической установки представлен на рисунке 4.3.

|  |  |
| --- | --- |
| vetr 1000W-Vertical-Axis-Wind-Turbine |  |
| Рисунок 4.3 – Общий вид ВЭУ и крепление основания ветрогенератора | |

## 4.2.2 Солнечная энергетическая установка

|  |
| --- |
| product_thumb.png |
| Рисунок 4.4 - ФЭ модуль  NP230GK |

Основным элементом солнечной установки является солнечная батарея. В рамках данного проекта предлагается использовать четыре фотоэлектрических модуля (ФЭМ) NP230GK (NAPS, Финляндия), мощностью 230 Вт. Данный тип ФЭМ выбран по следующим причинам:

- высокая производительность даже при пасмурной погоде;

- сравнительно невысокая цена;

- данный производитель «NAPS SYSTEMS OY» длительное время (с 1981 года), находится на рынке солнечной энергетики и зарекомендовал себя с положительной стороны.

Выпускаемая фирмой продукция удовлетворяет европейским и международным стандартам. Сертификат соответствия электрическим стандартам IEC/CE 11801.

Технические характеристики модуля NP230GK:

- напряжение 28,9 В;

- мощность 230 Вт;

- ток 7,97 А;

- масса 21,6 кг;

- габариты 162,3\*98,6\*3,5(см);

- срок службы более 20 лет;

- стоимость 4х батарей (с НДС) 96 000 рублей;

- доставка 5 000 рублей;

- срок поставки 2-4 недели.

В России поставщиком солнечных батарей компании «NAPS SYSTEMS OY» является ООО «Мульти Вуд» (город Санкт-Петербург, улица Белоостровская дом 22, офис 208, БЦ «Чёрная речка», тел.: +7(812)449-14-07, www.multiwood.ru, e-mail: [info@multiwood.ru](mailto:info@multiwood.ru)). ООО «Мульти Вуд» является официальным представителем этой компании по продаже солнечных батарей в России и имеет «Сертификат разрешения» от NAPS SYSTEMS OY.

Технологическая схема комбинированной работы ветроэнергетической и солнечной электростанции представлена на рисунке 4.5.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. Лопасти  2. Крепление лопастей  3. Подшипник  4. Анемометр  5. Дефлектор  6. Крепление  7. Генератор  8. Держатель лопасти  9. Башня  10. Фундамент  11. Гидравлический цилиндр  12. Выпрямитель  13. Контроллер  14. Солнечные панели  15. Инвертор  16. Батарея |
| Рисунок 4.5 – Схема работы ветро-солнечной электростанции | |

## 4.2.3 Микро гидроэлектростанция

Микро гидроэлектростанция (ГЭС) - автономная установка, предназначенная для электроснабжения потребителей в местах, удаленных от линий электропередач, расположенных возле водоемов, обеспечивающих создание рабочего напора.

На данный момент существует два типа микро гидроэлектростанций высоконапорная (рисунок 4.6) и низконапорная станции (рисунок 4.7). Основные характеристики высоконапорной микро гидроэлектростанции представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Качественные и функциональные высоконапорной микро гидроэлектростанции

| Наименование характеристики | Величина |
| --- | --- |
| Мощность, Вт | 3000 |
| Напор воды высотой, м | 18-20 |
| Расход воды минимальный, м3/с | 0,018 |
| Расход воды максимальный, м3/с | 0,030 |
| Число оборотов генератора, об/мин | 1500 |
| Диаметр соединительного фланца, мм | 150 |
| Габариты установки, см | 87\*58\*58 |
| Вес брутто, кг | 134 |
| Срок непрерывной работы составляет, ч | 4000 |

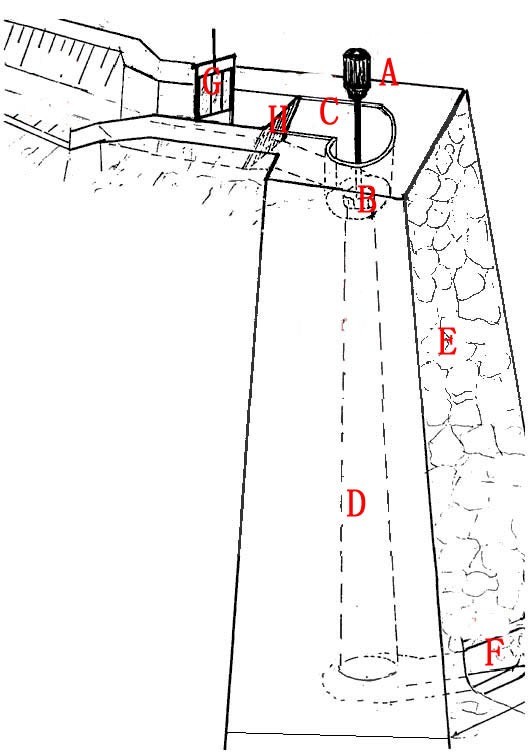


Рисунок 4.6 – Общий вид и схема установки высоконапорной микро гидроэлектростанции

В комплектацию установки входит:

- рабочий орган – турбина типа Турго (Turgo) c 24 лопастями из нержавеющей стали;

- 2 регулируемыми соплами, работающая при напоре воды высотой от 18 до 20 метров и расходе воды от 0,018 до 0,030 м3 в секунду;

- электронная часть с контроллером и инвертором обеспечивает работу электростанции как в автономном режиме, так и при включении в существующую однофазную сеть 220 Вольт;

- однофазный электрогенератор с характеристиками: мощность 3 000 Вт, напряжение 230 В, частота тока 50 Гц, сила тока 13 А, число оборотов в минуту с PF=0,9, работа на высоте до 3 000 метров, степень изоляции В/В, степень защиты IP44, температурный режим работы от ‑25 до 50 °С и атмосферной влажности ≤90%;

- контрольная панель из стеклопластика с защитами от замыкания, пробоя изоляции, перегрузки, обрыва цепи заземления;

- сертификат соответствия ISO 9001:2000 и сертификат соответствия электрическим стандартам IEC/CE 11801.

Основные характеристики низконапорной микро гидроэлектростанции представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Качественные и функциональные характеристики низконапорной микро гидроэлектростанции

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование характеристики | Величина |
| Мощность, Вт | 3000 |
| Напор воды высотой, м | 4 |
| Расход воды , м3/с | 0,136 |
| Число оборотов генератора, об/мин | 1500 |
| Диаметр соединительного фланца, мм | 250 |
| Габариты установки, см | 130\*54\*90 |
| Вес брутто, кг | 165 |
| Срок непрерывной работы составляет, ч | 8000 |



Рисунок 4.7 – Общий вид низконапорной микро гидроэлектростанции

В комплектацию установки входит:

- рабочий орган – вертикальная трубчатая турбина с электрическим КПД 60%;

- однофазный электрогенератор с характеристиками: мощность 3 000 Вт, напряжение 230 В, частота тока 50 Гц, сила тока 13 Ампер, число оборотов в минуту с PF=0,9, работа на высоте до 3000 метров, степень изоляции В/В, степень защиты IP44, температурный режим работы от ‑25 до 50 °С и атмосферной влажности ≤90%;

- контрольная панель из стеклопластика с защитами от замыкания, пробоя изоляции, перегрузки, обрыва цепи заземления;

- сертификат соответствия ISO 9001:2000 и сертификат соответствия электрическим стандартам IEC/CE 11801.

## 4.2.4 Установка тригенерации

Общий внешний вид напоминает холодильную установку большой мощности, только вместо электродвигателя приводящего во вращение компрессор стоит двигатель внутреннего сгорания (рисунок 4.8).

|  |  |
| --- | --- |
| trigen panda_gen2 | trigen pms32yaa1 |
| Рисунок 4.8 – Общий вид установки тригенерации | |

Данная установка одновременно вырабатывает электрическую и тепловую энергию. Основные характеристики установки тригенерации представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Качественные и функциональные характеристики установки тригенерации

| Наименование характеристики | Величина |
| --- | --- |
| Тип топлива | сжиженный газ |
| Тепловая производительность, Вт:  - на кондиционирования  - на отопление | 36000  43500 |
| Выработка электрической энергии, Вт | 8000 |
| Напряжение, В | 220 |
| Дополнительный нагрев воды, Вт | 50000 |
| Расход воды, л/мин | 143 |
| Расход газа при полной загрузке, м3/ч | 4,5 |
| Габариты в упаковке, м | 2,2\*2,4\*1,6 |
| Вес брутто, кг | 256 |
| Срок непрерывной работы, ч | 4000 |

В комплектацию установки тригенерации входит:

* стационарный газовый двигатель внутреннего сгорания Toyota с характеристиками: объем двигателя 2438 см3, номинальная мощность 28 000 Вт, число оборотов 1500 об/мин, объем масла в системе смазки и охлаждения двигателя 34,5 литров;
* 3 спиральных холодильных компрессора с рабочим объемом   
  11 литров, работающих на хладагенте R-134;
* 3 радиатора, 3 конденсатора, испаритель и теплообменник;
* полная система автоматического контроля с пультом дистанционного управления.



Рисунок 4.9 – Внешний вид установки тригенерации в сборочном цеху

Технологическая схема установки тригенерации представлена на рисунке 4.10.

Принципиальная схема тригенератора.wmf

Рисунок 4.10 – Схема подключения установки тригенерации

# 4.2.5 Электростанция на биотопливе

Аппарат получающий горючий газ из опилок (пеллеты) сжигаемый в трехпоршневом двигателе, который в свою очередь вращает электрогенератор. Вырабатываемая мощность не более 10 кВт (рисунок 4.11). Основные характеристики представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Качественные и функциональные характеристики электростанции на биотопливе

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование характеристики | Величина |
| Мощность, Вт | 10000 |
| Топливо | древесные опилки |
| Расход топлива , кг/ч | 12 |
| Габариты установки, см | 122\*122\*240 |
| Вес брутто, кг | 400 |
| Срок непрерывной работы составляет, ч | 10000 |

В комплектацию установки входит:

* бункер топлива рассчитан на 6 часов непрерывной работы с объемом 72 кг древесных опилок;
* реактор изготовлен из нержавеющей стали;
* поддон-колосник выполнен из нержавеющей стали;
* газоочистка циклонного типа;
* встроенный самоочищающийся несменный фильтр;
* газовая помпа (тип Вентури);
* смеситель биогаза с воздухом;
* топочная камера вихревого типа;
* однофазный трехполюсной генератор мощностью   
  10 000 Вт, напряжением 230 В, частота тока 50 Гц;
* автоматический дозатор и питатель для подачи опилок;
* стационарный двигатель внутреннего сгорания с объемом 962 см3, трех цилиндров с наработкой до капитального ремонта на срок 10 000 часов, системой зажигания со свечами автомобильного типа;
* все компоненты установлены на общем основании для погрузки вильчатым транспортером.

**Автоматика:**

* обеспечивает смешение биогаза с воздухом перед подачей в двигатель внутреннего сгорания осуществляется с использованием широкополосного датчика кислорода Бош и клапана типа баттерфляй;
* система встряхивания для очистки колосника от продуктов сгорания;
* контрольный процессорный блок в стандартизированном исполнении NEMA;

многофункциональный дисплей показывающий температуру и давление во всех элементах системы.

[](http://www.gekgasifier.com/wp-content/uploads/2009/03/GEK-TOTTI-v4-wbcrop-300.jpg)

Рисунок 4.11 – Общий вид электростанция на биотопливе

# 4.3 Установка и монтаж основного оборудование демо-зоны

# 4.3.1 Общие требования к установки основного и вспомогательного оборудования

С учетом выбранных установок для обеспечения их надежной и эффективной работы необходимо выполнить следующие условия:

для солнечной электростанции

**–** шкаф управления, инвентор и аккумуляторные батареи необходимо поместить в отапливаемое помещение;

– разработать площадку технического обслуживания солнечных панелей.

для высоконапорных и низконапорных микро-гэс

– место установки должна обеспечена круглогодично положительными температурами.

для тригенерационной установки

– обеспечить подачу воздуха с положительными температурами;

– при выборе места установки учитывать вредные факторы выхлоп газов и шум при работе.

для электростанции на биотопливе:

– потребителя электрической энергии закладывать не более 5 кВт;

– не допустить попадание влаги на топливо (древесные пеллеты);

– при выборе места установки учитывать вредные факторы выхлоп газов и шум при работе.

## 4.3.2 Место установки и технология монтажа ветроэнергетической установки

По проекту ветроэнергетическая установка устанавливается возле центрального корпуса Д по адресу ул. Киренского 24. Эскиз установки представлен на рисунках 4.12 и 4.13.

|  |
| --- |
| 1 |
| 2 |
| Рисунок 4.12 – Установка ветроэнергетической станции (вид сверху) |

|  |
| --- |
| 8 |
| 11 |
| Рисунок 4.13 – Установка ветроэнергетической станции (вид на корпус Д) |

Монтаж ВЭУ выполняется в соответствии с заводской инструкцией, поступающей вмести с ветроустановкой

Для монтажа мачты электростанции (рисунки 4.14,4.15) необходимо подготовить заложить столбчатый фундамент неглубокого заложения (рисунок 4.16). Размер основания 2,1\*2,1 м (размер уточнить после выполнения испытаний свойств грунта и выполнения конструкторских расчетов). Глубина заполнения ниже глубины промерзания для условий г. Красноярска 2,7 м (глубину заложения уточнить после испытания грунтов на площадке строительства). Бурение одной лунки с испытаниями одной пробы составляет 100 тыс. рублей. Для корректного испытания необходимо выполнить минимум бурение двух лунок.

Перед заложение основного фундамента выполнить бетонную подготовку из бетона класса - В7,5, толщиной 100 мм с размерами в плане, на 100 мм больше размера фундамента в каждую сторону. Для крепления мачты предусмотреть анкерные болты (количество и диаметр уточнить по паспорту завода изготовителя).

Для заложения фундамента используется бетон класса – В15, F100; конструктивная арматура – Ø12АIII. Фундаментные работы выполнять после получения оборудования и сверки принятых размеров с паспортами завода изготовителя.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.14 – Монтаж мачты |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 4.15 – Общий вид установки и крепление основания ветрогенератора | |

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.16 – Эскиз фундамента для мачты ветроэнергетической установки |

Для выбора или проверки такелажных средств (тросов и канатов, блоков и полиспастов, шарниров, падающих стрел) необходимо знать усилия, возникающие при подъеме мачты ВЭУ. Эти усилия  непостоянны и изменяются в процессе подъема мачты.

Перекладина и козлы для монтажа башни изготовляют из леса твердых пород диаметром 22-25 см. Концы бревен соединяются с перекладинами и распорками строительными скобами. Если и есть автомобильный кран, перекладина не нужна, а козлы заменяют столбами, врываемыми на 0,7-1,0 м в землю и имеющими перекладины. На монтажной перекладине крепится таль грузоподъемностью 3 т или грузовой блок для троса, идущего к поддерживающей лебедке, которые служат для подъема верхнего отсека башни и монтажа головки ветродвигателя.

Во время монтажа тяжелых узлов и частей ветродвигателя можно пользоваться только тросами, имеющими запас прочности не менее 4-5. При монтаже и подъеме следует применять также надежные тросовые замки.

Необходимо правильно устанавливать лебедку. Ось ее барабана должна быть расположена перпендикулярно направлению соответствующего грузового троса, а середина барабана – на линии хода троса. В противном случае трос всегда сползает к одной стороне барабана и перетирается вышележащими витками. Необходимо следить, чтобы трос лебедки ложился виток за витком, не перекручивался и сильно не перегибался. Под острые углы башни в местах касания троса ставят деревянные или другие мягкие прокладки.

Особое внимание при монтаже и подъеме ветродвигателя следует уделять узлам крепления подъемной оснастки. Скобы, хомуты и другие ее детали выполняют из материалов, указанных в чертежах и инструкции.

При установке ветродвигателя зимой или в степи не всегда можно определить скорость ветра по внешним признакам (ветки деревьев качаются, верхушки деревьев шумят и т.д.). Поэтому для определения скорости ветра каждая монтажная бригада должна иметь анемометр – прибор для измерения скорости ветра.

Монтаж ВЭУ ведется в строгом соответствии с проектом, который составлен на основании требований нормативных актов. Непосредственное выполнение строительно-монтажных работ осуществляется по разработанным предварительно технологическим картам, где определен порядок организации труда и методов производства работ, определено количество и численность бригад рабочих и их квалификация, указаны необходимые для ведения работ механизмы и приспособления.

Проектом на монтаж ВЭУ в зависимости от условий эксплуатации и типа ветродвигателя применяют различные виды металлических мачт или башен. Все мачты ВЭУ состоят из основных конструктивных элементов, таких как стойка, фундамент и оттяжки.

К установке мачт или башен ВЭУ приступают при наличии готовых фундаментов. Необходимо перед установкой мачт проверить их и фундаменты на соответствие требованиям проектов, правил и норм. Установка мачт состоит из подготовительных работ, подъема, выверки, закрепления мачт и демонтажа вспомогательного оборудования и приспособлений.

Подготовительные работы включают расстановку машин, механизмов и приспособлений (кранов, лебедок, блоков, подъемных стрел) и устройство якорей.

Перед подъемом башни с головкой их соединяют между собой временным транспортным упором, а к башне с одной стороны приваривают лестницу.

Подъем мачты заключается в выведении ее с помощью машин и механизмов в вертикальное положение. При выверке поднятую мачту устанавливают в положение, которое она должна занимать согласно проекту. После закрепления на фундаменте мачта приобретает расчетную устойчивость.

Мачты ВЭУ устанавливают несколькими способами: краном, падающей стрелой и лебедкой. В отдельных случаях их устанавливают методом наращивания.

Грузовую лебедку размещают на расстоянии 20-22 м от оси башни. Грузовой трос должен иметь диаметр 17,5 мм. По окончании оснастки и проверки тросов на головке размещают ферму для подъема ветроколеса. Ферма поставляется с агрегатом и крепится к основанию головки болтами.

При установке опор падающей стрелой максимальное усилие в тяговом тросе возникает в начальный момент подъема. Затем оно постепенно уменьшается и, когда мачта принимает вертикальное положение, исчезает. Аналогично изменяется усилие в падающей стреле и "вожжах", соединяющих ее со стволом мачты. Это является достоинством способа установки мачт падающей стрелой, так как выявленные в начале подъема неисправности такелажа могут быть легко устранены.

До начала подъема стойки мачт соединяют с фундаментами шарнирами, вокруг которых вращают опору при подъеме.

Нагрузки, действующие на шарнир и фундаменты при подъеме мачты, могут увеличиваться и достигать максимальных значений при углах ее наклона 30-50°. Кроме того, при установке мачт возникают дополнительные усилия: сжимающие (от "вожжей"), изгибающие (от собственной массы) и др. По результатам расчетов мачты усиливают, устанавливая дополнительные временные элементы - распорки, раскосы, стяжки, и подбирают необходимые такелажные средства.

Мачты с оттяжками закрепляют, натягивая оттяжки до создания в них расчетных усилий, контролируемых специальным прибором.

Закончив подъем башни выверяют вертикальность ее оси по отвесу путем установки прокладок между плитами фундаментных частей ног и нижнего отсека башни. Контролируют выверку также теодолитом, биноклем. Затем соединяют башню с забетонированными частями болтами и собирают ветроколесо, которое поступает на монтажную площадку тремя узлами: одна жесткая часть и две поворотные части.

Когда ветроколесо собрано, устанавливают детали механизма регулирования, проверяют их работу и подготавливают ветроколесо к подъему. Перед подъемом ветроколесо статически балансируют, а на главный вал надевают муфту при помощи которой пускают и останавливают двигатель . Трос грузовой лебедки пропускают через оба ролика монтажной фермы. После того, как колесо поднято и надето на вал, его закрепляют от осевых перемещений. Далее устанавливают детали и узлы механизма регулирования и управления двигателем, заводят тросы оттяжек, регулируют их длину, а затем закрепляют. При этом особое внимание обращают на одновременность действия и одинаковый угол поворота концов обеих лопастей.

Целесообразно при устройстве заземлений использовать опору ветродвигателя. Для этих целей приваривают заземляющие контуры непосредственно к ногам башни, а между башней и ее ногами выполняют сварные перемычки

# 4.3.3 Место установки и технология монтажа солнечной электростанции

|  |
| --- |
| Комплект для монтажа ФЭМ на земле, плоской крыше |
| Рисунок 4.17 – Каркасная конструкция для солнечных модулей |

Разместить солнечную батарею (рисунок 4.17), состоящую из четырёх модулей, предполагается на крыше корпуса «Д» ул. Киренского 24. Крыша корпуса представляет собой ровную, горизонтальную площадку, удобную для крепления солнечных панелей (рисунок 4.18).

Отсутствие высотных объектов благоприятно скажется на производительности солнечных элементов и качестве измерений солнечного излучения. Солнечная батарея должна быть ориентирована на Юг под углом 450. Это компромиссное значение угла наклона обеспечит круглогодичную и эффективную работу батареи и, кроме того, это минимальный угол наклона, обеспечивающий самоочистку её поверхности. Для установки солнечной батареи на плоской крыше здания используется каркасная конструкция (рисунок 4.19).

|  |
| --- |
| _MG_0243 !!!! корпус_Д |
| Рисунок 4.18 – Актовый зал корпуса |

|  |
| --- |
| http://presmash.at.ua/Batareya/SB8.jpg |
| Рисунок 4.19 – Каркас для солнечной батареи |

Выбор в пользу такой конструкции обусловлен следующим:

– элементы изготовлены из высококачественного алюминиевого сплава 6005-Т5 и нержавеющей стали SUS304 и соответствуют требованиям международных стандартов;

– специальная технология соединения элементов обеспечивает прочность всей конструкции, срок службы которой 25 лет;

– при установке конструкции не нарушается целостность кровли;

– ветроустойчива до 55 м/с;

– количество устанавливаемых модулей 4;

– вес конструкции – 38 кг;

– соответствие стандартам AS/NZS 1170;

– стоимость – 17 000 рублей;

– стоимость доставки – 3500 рублей;

– срок поставки – 2-3 недели;

– монтаж конструкции – в течении 6 часов.

Непосредственно для монтажа требуются следующие комплектующие для установки четырех фотоэлектрических модулей:

– поперечная балка (2820мм, 2шт.);

– верхняя соединительная балка (¢ 1250мм, 2шт.);

– нижняя соединительная балка (¢ 700мм, 2шт.);

– соединительный уголок (35 мм, 2шт.);

– передняя стойка (2шт.);

– задняя стойка (2шт.);

– квадратная опора (4шт.);

– рейка (2100 мм, 4шт.);

– серединный зажим (36/46 мм, 4шт.);

– концевой зажим (36/46 мм, 8шт.)

Требования к выбору площадки для установки солнечной батареи:

– площадка, на которой будет установлена солнечная батарея, не должна затеняться деревьями, проводами, мачтами антенн и другими конструкциями, установленными на крыше.

# 4.3.4 Место установки и технология монтажа микро-гэс

Микро-гэс будут установлены в самом корпусе Д.

Эскизный проект экспериментального стенда показан на рисунке 4.20, основными его элементами являются: 1 – соединительные водопроводы с условным проходом 65 мм; 2 –несущее основание стенда; 3 – расходомер электромагнитный; 4 – манометр, для измерения манометрического давления перед турбиной; 5 – турбинная установка; 6 – мановакууметр, для измерения манометрического и вакууметрического давления после турбины.

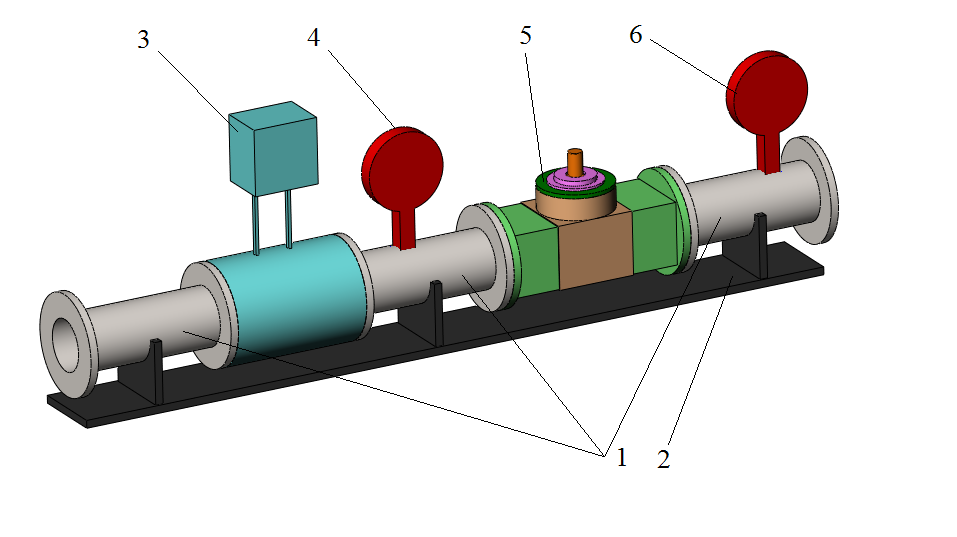


Рисунок 4.20 – Эскизный проект экспериментального стенда

Ротор турбины имеет модульную конструкцию и может с легкостью быть заменен (рисунок 4.21).

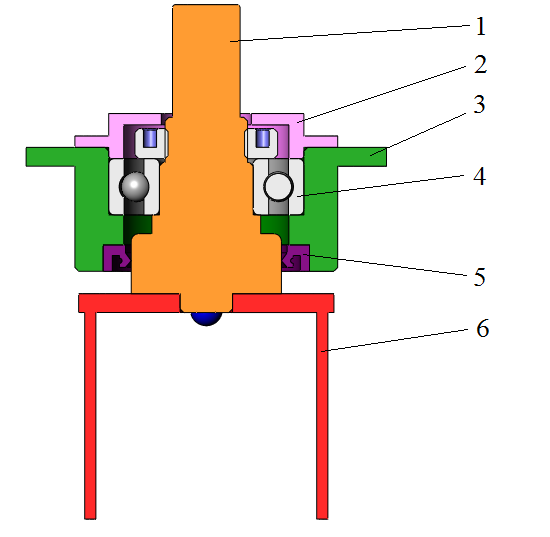


Рисунок 4.21 – Конструкция ротора гидротурбины

Ротор турбины состоит из: 1 – вал ротора; 2 – крышка подшипниковой опоры; 3 – корпус «гильза»; 4 – подшипник; 5 – манжетное уплотнение; 6 – съемная крыльчатка.

К экспериментальному стенду устанавливается следующие дополнительное оборудование: механическое или электрическое нагрузочное устройство; система компьютерного сбора данных; система вибродиагностики; в случае установки электрогенератора, на основе системы компьютерного сбора данных может быть создана система управления рабочим режимом; для исследования кавитационых явлений необходимо установить регулятор расхода; кроме того турбинную установку можно дополнить диффузором, для исследования его влияния на энергетические характеристики гидротурбины.

Обычные системы внутренних водопроводных сетей имеют рабочее давление 6 кг/см2, при подключении стенда к водопроводу системы пожаротушения, может быть обеспечен минимальный расход воды не менее 2,5 л/с (150 л/мин).

При использовании всего сечения пожарного крана *d*=65мм будет обеспечен расход 535 л/мин. Исходя из прочностных и энергетических характеристик турбины, для обеспечения номинального режима работы турбины достаточно создать избыточное давление *p=*23 кПа, при этом мощность турбины составит 150 Вт. Запас избыточного давления в водопроводе и возможность замены турбинной установки позволят проводить исследования рабочего процесса турбин в широком диапазоне изменения параметров.

**4**.3.5 Место установки и технология монтажа установки тригенерации и электростанции на биотопливе

Установки тригенерации и электростанция на биотопливе по проекту располагаются в помещении испытательного стенда кафедры ТЭС факультета энергетике (рисунок 4.22). Удаление продуктов сгорания будет осуществляться через существующую дымовую трубу.

Эскиз фундамента для установок тригенерации, электростанции на биотопливе и микро гэс представлен на рисунке 4.23. Оборудование устанавливать на бетонную подливку на мелком заполнителе размеры фундамента для каждой установки определяются по паспортным данным.

|  |  |
| --- | --- |
| _MG_0236 |  |
| Рисунок 4.22 – Помещение испытательного стенда кафедры ТЭС факультета энергетики | Рисунок 4.23 – Эскиз индивидуального фундамента для энергетических установок |

# 4.3.6 Перечень дополнительного оборудования

Дополнительное оборудование необходимо для управления установками демо-зоны и установки взаимосвязи между потребителями и установками по выработки тепла и электрической энергии.

Для организации управления необходимо следующее обурудование:

* Щит управления и демонстрационный щит мониторинга;
* Беспроводная 3G камера GSM;
* Кабельная продукция;
* Термокожух;
* Датчик движения;
* Малогабаритный блок питания 12В;
* Germikon GR-80 прожектор с инфракрасным датчиком;

Для соединения потребителей с поставщиком тепловой и электрической энергии необходимо следующее:

* Кабельная продукция;
* Трубопроводы;
* Арматура;
* Контрольно-измерительные приборы.

Щит управления включает в себя два системных блока, один сервер, шесть широкоформатных мониторов и четыре широкоформатные плазменные панели. Основе характеристики и ориентировочная стоимость представлена в таблица 4.6-4.9 .

Таблица 4.6 – Щит управления и наблюдения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Стоимость, руб |
| Щит управления | 2 шт | 50000 |
| Видеонаблюдения | 2 шт | 34000 |
| Подключение щита управления | 2 шт | 15400 |
| Силовой электрокабель | 50 м | 10000 |
| Беспроводная 3G камера GSM | 2 шт | 52000 |
| Датчики движения | 2 шт | 3000 |
| МБП малогабаритный блок питания 12 В | 2 шт | 3120 |
| Сумма |  | 1675250 |

Таблица 4.7 – Оборудование ЦУП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Стоимость, руб |
| Монитор | 6 шт | 100000 рублей |
| Системный блок | 2 шт | 50000 рублей |
| Прочее компьютерное оборудование |  | 5000 |
| Программное обеспечение |  | 50000 |
| Сервер | 1 шт | 50000 |
| Прочее сетевое оборудование |  | 10000 |
| Плазменные панели | 4 шт | 280000 |
| Контроллер | 2 шт | 30000 |
| Сумма |  | 575000 |

Таблица 4.8 – Контрольно-измерительные приборы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Стоимость, руб |
| Расходомер среды (воды) | 3 шт | 90000 |
| Расходомер среды (газ) | 1 шт | 30000 |
| Термопара | 6 шт | 15000 |
| Измерительный регистратор | 3 шт | 21000 |
| Ваттметр | 5 шт | 30000 |
| Амперметр | 5 шт | 32500 |
| Сумма |  | 218500 |

Таблица 4.9 – Арматура и гарнитура

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество | Стоимость, руб |
| Силовой электрокабель | 650 м | 110000 |
| Арматура по воде | 5 шт | 20000 |
| Арматура по газу | 2 шт | 10000 |
| Трубопровод | 200 м | 100000 |
| Сумма |  | 230000 |

# 4.3.7 Распределение с генерируемых энергетических ресурсов

Суммарная максимальная выработка электрической энергии представленных установок составит 29600 Вт, однако с учетом местных условий минимальная выработка составит 14800 Вт (из условий скорости ветра и количества солнечных дней). Выбор потребителей электрической энергии должен исходить из условий минимальной выработки электрической энергии. Так установки тригенерации и электростанции будут расположены в помещении испытательного стенда, минимальная выработка данных установок составит 9000 Вт. Минимальная выработка установки микро гэс в количестве двух установок и комбинированной ветро-солнечной электростанции составит 5800 Вт. Данные установки буду расположены возле корпуса Д и в самом корпусе (рисунок 4.24).

|  |
| --- |
| 4 |
| Рисунок 4.24 – Вариант расположение комбинированной ветро-солнечной  электростанции и демонстрационные объекты потребления электрической и тепловой энергией |

Выработанная электрическая энергия установок расположенных в помещении испытательного стенда будет направлена на обслуживания автодрома СФУ. Выработанная электрическая энергия установок расположенная возле корпуса Д будет направлена на освещение площадки и индивидуальной подсветки выставочных образцов военной техники.

Общая концепция взаимосвязи всех объектов отражена на рисунке 4.25.



Рисунок 4.25 Общая концепция взаимосвязи установок демо-зоны

На рисунке 4.26 представлена электрическая схема демонстрационной зоны. На схеме изображены 2 основные шины постоянного и переменного напряжения. К шинам подключены различные генерирующее объекты через коммутационную аппаратуру. Для снятия показателей используется измерительная аппаратура: амперметры, вольтметры и ваттметры.

Генерирующие объекты снабжают электрической энергией потребителей на постоянном напряжении 100 Вольт и на переменном напряжении 220 Вольт.

|  |
| --- |
| -  +  Солнечная  панель  Ветроэнергетич.установка  =100В  -  +  *G*1  *Q*2  *Q*8  *Q*3  -  +  Аккумуляторная батарея  *Q*5  Электростанция  на биотопливе  Мини-ГЭС  *Q*6  ≈220В  *Q*7  *Q*1  *Q*4  *G*2  *G3*  *G4*  *Q*9  *Q*10  *Q*12  *PA*1  *PA*2  *PA*3  *PA*4  *PA*5  *PA*6  *PA8*  *PW*1  *PW*2  *PW*3  *PW*4  *PW*5  *PW7*  *PV*1  *PV*2  *G5*  *Q*13  *PA9*  *PW8*  Когенерационная установка |
| Рисунок 4.26 – Электрическая схема демо-зоны |

# 4.3.8 Оценка эксплуатационных данных изделия

Демонстрационная зона состоит из стандартных элементов. В случае выхода из строя любого генерирующего объекта имеется возможность проведения ремонтных работ на месте установки генератора ВИЭ. В случае необходимости замены всего генератора, имеется возможность произвести замену на такой же генератор у выбранного производителя, а также поставить другой генерирующий объект альтернативного производителя.

Все генерирующие объекты выбраны из расчета на эксплуатацию в условиях сурового сибирского климата. Учитывая крайне малый опыт эксплуатации ВИЭ в Сибири, поднимать вопрос о климатических исполнениях тех или иных генерирующих объектов преждевременно.

Все генерирующие объекты ВИЭ унифицированы. Разработчики объектов предлагают отработанные алгоритмы монтажа и эксплуатации. Следует понимать, что речь идет об объектах исследования и в процессе функционирования демонстрационной зоны могут быть разработаны принципиально новые подходы к вопросам эксплуатации и монтажа генерирующих объектов ВИЭ.

# 4.3.9 Обоснование технических решений, обеспечивающих показатели надежности

В проекте демонстрационной зоны использованы типовые генерирующие объекты, выполненные зарекомендовавшими себя заводами-изготовителями. Демонстрационная зона является объектом исследования возобновляемых источников энергии. К самим генераторам изначально конкретных требований по показателям надежности не предъявляется, т.к. вопрос об интенсивности отказов генераторов ВИЭ – один из требующих исследований.

Что касается сопутствующего оборудования (кабельные линии, коммутационная и измерительная аппаратура и т.д.) то в рамках данного проекта применены типовые решения. Типовые решения позволяют получить заданные показатели надежности. В целом, интенсивность отказов сопутствующего оборудования в нормальном режиме эксплуатации существенно ниже, чем у генерирующего оборудования. В проектах показатели надежности сопутствующего оборудования не рассматривается.

# 4.4 Техника безопасности и производственной санитарии

# 4.4.1 Безопасность оборудования

Безопасность производственного оборудования обеспечивается монтажными работами, соблюдением требований при эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении в соответствии с ГОСТ 12.0.001, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.026, ГОСТ 12.0.003, СНиП 11-01-95, СНиП 11-03-2001 которые содержат:

* выбор принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкции и т.п.;
* применение в конструкции безопасных материалов и веществ;
* применение в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
* выполнение эргономических и эстетических требований;
* выбор безопасных органов управления;
* применение в конструкции средств защиты;
* соблюдение требований безопасности при эксплуатации, монтажных работах, транспортировании и хранении;
* размещение оборудования на площадке;
* профессиональный отбор и обучение работающих;
* выбор электрооборудования и конструкций оборудования с учетом пожарной безопасности;
* включение требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению;
* контроль за соблюдением требований безопасности, правил эксплуатации и трудового законодательства по охране труда работающих.

Производственное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным и соответствовать требованиям безопасности в течение всего срока службы. Производственное оборудование при эксплуатации и в условиях, установленных эксплуатационной и ремонтной документацией по ГОСТ 2.601 и ГОСТ 2.602, не должно создавать опасности в чрезвычайных ситуациях в результате воздействия влажности, высокой температуры, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений, агрессивных веществ, ветровых нагрузок, обледенения и других негативных факторов, которые имеют место при чрезвычайных ситуациях.

## 4.4.2 Безопасность элементов конструкции

При эксплуатации установок, входящих в состав демонстрационной зоны: комбинированной ветро-солнечной электростанции, установки тригенерации, высоконапорной микро гидроэлектростанции, дизельного генератора, безопасность обслуживания предусмотрена за счет нижеперечисленных мероприятий.

Для снижения вероятности поражения людей электрическим током на всех установках установлено защитное заземление, которое вмонтировано в бетонное основание фундамента, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030-81.

Основные способы защиты от статического электричества выполнены согласно ГОСТ 12.4.124-83.

Провода, кабели защищены изоляцией, не поддерживающей горение.

Работа вблизи свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (АБ) открытого типа опасна, следует применить герметизированную АБ, выполненную по технологии с желеобразным электролитом («dryfit»).

Во время работы с АБ для защиты глаз использовать специальные очки.

Избегать случайного прикосновения металлического инструмента к клеммам АБ, во избежание короткого замыкания.

Для предотвращения травм при попадании частей тела во вращающиеся части ДГ, а также при коротком замыкании на ДГ применить специальный защитный кожух, который также значительно понижает уровень шума. Обслуживать дизельный генератор только в отключенном состоянии.

Для защиты кабелей и конечных потребителей от перегрузки и короткого замыкания применить автоматические выключатели.

Бак-аккумулятор в гелиосистеме устанавливать в помещении, защищенном от атмосферных воздействий.

Безопасность комбинированной ветро-солнечной электростанции, установки тригенерации, высоконапорной микро гидроэлектростанции, дизельного генератора достигается применением контроллера, который управляет процессом преобразования энергии солнца, ветра и воды, и контролирует общее состояние системы.

Все опорные конструкции и крепежные элементы системы изготавливать из коррозионно-устойчивых материалов (нержавеющая сталь или анодированный алюминий), и выдерживающих скорость ветра 30 м/с.

## 4.4.3 Безопасность при монтажных и ремонтных работах

Основными нормативными документами по технике безопасности и охране труда при производстве электромонтажных работ являются СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002, ПОТ Р О-112-001-95 и разработанные на их основе «Правила техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах»

Организация работы по технике безопасности на объектах электромонтажных работ предусматривает:

* оформление наряда и проекта производства работ;
* назначение лиц, ответственных за безопасность работ. Такими лицами являются производители работ, мастера монтажных бригад;
* разработка решений по созданию условий для безопасного и безвредного производства работ.
* внедрение передового опыта работы по предупреждению производственного травматизма;
* инструктаж по безопасным методам работы на рабочих местах.

Для предотвращения нервно-психических перегрузок предусмотреть перерывы в работе при монтаже ВЭУ и солнечных батарей. При работе на открытом воздухе для защиты от вредных насекомых (комаров, мошек, ос и др.) персоналу выдавать спецодежду, специальные мази и аэрозоли.

На участках, где выполняются монтажные работы, опасные для окружающих, следует вывешивать предупреждающие плакаты, устанавливать ограждения, назначать дежурных. Все рабочие места на строительной площадке в темное время суток должны быть достаточно освещены. Все монтажные работы на токоведущих частях, как правило, производить при снятом напряжении.

Персонал, допускаемый к непосредственному выполнению высотных работ, обязан соблюдать правила трудового распорядка, технологию производства работ, требования безопасности и правила пользования средствами страховки и индивидуальной защиты.

Монтаж аккумуляторной батареи и дизельного генератора нужно выполнять в соответствии с монтажной схемой и проектной документацией для данного объекта, а также в соответствии с заводской документацией по монтажу и сбору.

Аккумуляторный батареи и дизельный генератор устанавливать а разных помещениях.

Помещения аккумуляторных батарей и ДГ оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией; сливными отверстиями (в полу); окнами (защищенными от прямых солнечных лучей, выкрашенными в белый цвет или матовыми) с решеткой; взрывобезопасной электропроводкой.

Осмотренные, проверенные на отсутствие механических повреждений, АБ устанавливают в вертикальном положении на подготовленные стальные стеллажи.

## 4.4.4 Безопасность при размещении оборудования на площадке

Площадка, на которой размещаются элементы конструкции, располагается на достаточном расстоянии от жилых и производственных помещений. К месту установки подходит автомобильная дорога, по которой будут доставляться элементы конструкции. Подъем технологических модулей на высоту может осуществляться вручную или с помощью лебедки.

Монтаж элементов установки должен производиться в светлое время суток. В случае необходимости вести монтаж в темное время суток, необходимо использовать прожекторы, запитанные от централизованной сети, либо от аккумулятора. Установка работает автономно, поэтому рабочее освещение для нее не требуется.

## 4.4.5 Пожарная безопасность

Для выполнения полного комплекса мероприятий , обеспечивающих противопожарную защиту демонстрационной зоны, с учетом СП 12.13130.2009 (с изменениями № 1 на 09.12.2010 г.), проводится расчет пожарного риска на основе требований:

* приказа МЧС № 382 от 30 июня 2009 г (с изменениями на 12.12.2011 г.) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»;
* приказ МЧС № 404 от 10 июля 2009 г (с изменениями на 14.12.2010 г.) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

При монтаже, эксплуатации и ремонте демонстрационной зоны пожарная безопасность обеспечивается с соблюдением Федерального закона «О пожарной безопасности» от 21.12.94 N 69-ФЗ, «Перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утв. Распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 1047-р, СП 6.13130.2009, СП 4.13130.2009 (с изменениями № 1 на 27.05.2011 г.), СП 3.13130.2009, СП 9.13130.2009.

## 4.4.6 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

При нормальных условиях установки демонстрационной зоны работают в автономном режиме и не требуют каких-либо действий со стороны обслуживающего персонала. Они рассчитаны на воздействие вредных факторов окружающей среды. Однако в процессе эксплуатации возникают следующие ситуации, приостанавливающие работу установок:

1.Град. Некоторые элементы конструкции, такие, как фотоэлектрические модули, солнечные коллекторы, элементы ветроустановки – могут подвергнуться механическому воздействию града при его падении.

2. Короткое замыкание. Наиболее вероятным является короткое замыкание, которое может произойти со стороны потребителя, или на силовом кабеле, соединяющем АБ и электрогенерирующие модули. В случае короткого замыкания со стороны потребителя, должны сработать автоматические выключатели, рассчитанные по времени срабатывания и величине тока срабатывания.

После устранения причины короткого замыкания, выключатели возвращают в положение «включено».

При правильной эксплуатации и предотвращении аварийных ситуаций, солнечная установка рассчитана на работу в течение 20 лет без ремонта и замены составных частей.

## 4.4.7 Экологическая безопасность исходных материалов, входящих в конструкцию объекта разработки

Таблица 4.10 – Опасность веществ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Класс опасности | Воздействие на окружающую среду |
| 1. Металл | 4 | Малоопасное |
| 2. Пластик | 4 | Малоопасное |
| 3. Резина | 4 | Малоопасное |
| 4. Медь | 4 | Малоопасное |
| 5. Электролит | 2 | Высокоопасное |
| 6. Свинец | 1 | Чрезвычайно опасное |
| 7. Дизельное топливо | 2 | Высокоопасное |

Экологическую опасность в отработанных АБ представляет электролит, содержащий, кроме серной кислоты, другие токсичные компоненты. Электролит из аккумуляторов способен глубоко проникать в почву, перенося опасные элементы в подземные воды.

Производить утилизацию отработанных свинцово-кислотных АБ только в специальных автоматических установках.

Как видно из таблицы 4.10, воздействие некоторых веществ на окружающую среду и человека является опасным. При неправильном обслуживании и эксплуатации, вещества, использованные в составных частях установки, окажут значительное влияние на экологию.

## 4.4.8 Экологическая безопасность материалов и веществ, обращающихся в технологических операциях

При эксплуатации установок демонстрационной зоны, обращается около десятка вредных веществ, различного класса опасности: нефтепродукты, неорганическая пыль, растительные аэрозоли, окись водорода и другие. Однако их концентрация не велика, поэтому существенного вреда для окружающей среды они не принесут.

Возможным влиянием на экологию может быть эффект вибрации. Защита людей от вибрации, а также защита оборудования и строительных конструкций осуществляется методом виброизоляции путем установки оборудования на железобетонные фундаменты и устройства упругих элементов, размещенных между вибрирующей машиной и основанием, на которых она установлена. Для ослабления вибрации кожухов, опорных труб и других конструкций применяется вибропоглощение путем нанесения на вибрирующую поверхность резины, мастик, пластиков. Снижение уровня шума достигается балансировкой вращающихся частей генератора, ветроколеса, шкивов и валов мультипликатора. Также применяются звукоуплотнения и звукоизолирующие преграды. В данном проекте реализована клиноременная и поликлиноремененные передачи, которые характеризуются низким уровнем шума при работе. Также, производится замена звучных материалов на менее звучные, замена ударных процессов на безударные, применяются прокладочные материалы и упругие вставки в соединениях.

В остальном ВЭУ не является источником экологической опасности и может применяться без ограничений.

Установка, прошедшая срок эксплуатации, сдается на утилизацию в соответствующие организации.

# 4.4.9 Заключение о безопасности и экологичности проекта

1. Для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего данную станцию, разработаны организационные, инженерно-технические, лечебно-профилактические и прочие мероприятия, направленные на создание безопасных условий труда.
2. При внедрении данной станции в работу и выполнении предлагаемых мероприятий с соблюдением всех нормативных и законодательных актов проект будет относительно безопасным и экологичным.

# 4.4.10 Оценка демонстрационной зоны в вопросах технической эстетики

Демонстрационная зона является высокотехнологичным объектом, проводящим испытания передовых технологий в области возобновляемой энергетики. Для оценки технической эстетики с помощью редакторов трехмерной графики были разработаны ряд изображений, демонстрирующих размещение объектов демонстрационной зоны на территории Политехнического Института. Смоделированные рисунки внешнего вида демонстрационной зоны представлены в иллюстрациях раздела (в том числе рисунки 4.1, 4.2, 4.12, 4.13, 4.24 и др.).

Внешний вид демонстрационной зоны проработан с точки зрения эстетики и хорошо вписывается в общий вид корпуса «Д» Политехнического института СФУ. ВЭУ окрашена в светло-серый цвет, что соответствует общему дизайнерскому стилю СФУ.

Объекты, расположенные внутри помещения проектируются таким образом, чтобы к ним имелся свободный доступ, а все происходящие внутри процессы были максимально визуализированы.

При выполнении работ с использованием компьютеров, предусмотрено использование стандартного программного обеспечения с привычным и интуитивно-понятным интерфейсом.

# 4.5 Другие вопросы в рамках технического проекта

Согласно ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. «Технический проект» требуется выполнение ряда пунктов, которые не требуются в разработке проекта данной демонстрационной зоны. Исходя из приложения к ГОСТ 2.120-73 (рекомендуемый перечень работ при разработке технического проекта), в рамках данной работы не реализовывались следующие пункты:

1) Разработка, изготовление и испытание макетов.

Данный пункт реализуется преимущественного для технических изделий. Демонстрационная зона является энергетическим объектом исследований и испытаний генераторов ВИЭ. Разработка макета для подобного объекта не имеет смысла, т.к. макет не сможет передать параметров генерирующих объектов демонстрационной зоны. В рамках данного технического задания было выполнено компьютерное моделирование изображений внешнего вида демонстрационной зоны, отвечающее на вопросы эргономики и технической эстетики.

2) Согласование габаритных, установочных и присоединительных размеров с заказчиком или основным потребителем.

Инициатором и разработчиком проекта является дирекция политехнического института СФУ. В распоряжении дирекции находятся территория и все помещения, задействованные в проекте. Получение официальных согласований внутри одной организации не требуется.

3) Окончательное оформление заявок на разработку и изготовление новых изделий (в том числе средств измерения) и материалов, применяемых в разрабатываемом изделии.

На сегодняшний не представляется возможным произвести окончательное оформление заявок, т.к. на момент сдачи данного проекта не определен источник финансирования демонстрационной зоны.

4) Составление перечня работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации, в дополнение и (или) уточнение работ, предусмотренных техническим заданием.

Демонстрационная зона возобновляемых источников энергии является объектом исследования самых передовых технологий в области ВИЭ. В интересах технического прогресса Сибирский федеральный университет оставляет за собой право вносить дополнения и изменения в существующий проект. При возникновении новых разработок и перспективных технологий авторы проекта оставляют за собой право включения их в разработанный проект или иное изменение состава оборудования. Составление указанного перечня работ будет иметь смысл на стадии организованного финансирования, когда будет точно определен состав перспективных технологий ВИЭ и ключевых производителей.

# Выводы к разделу 4

Разработан технический проект демонстрационной зоны, где будут производиться испытания различных возобновляемых источников энергии. Объект представляет интерес с научной стороны, так позволит рассмотреть реальную работу генераторов ВИЭ и различных эксплуатационных режимах.

С другой стороны, данный объект будет использоваться при подготовке специалистов при проведении лабораторных и исследовательских работ.

# Выводы к работе

Красноярский край – второй регион в России по объемам выработки электрической энергии. Этот объем приходится на долю больших станций, работающих на традиционном топливе (угле) и крупных ГЭС. С позиции большой энергетики, доля ВИЭ в энергобалансе края на 2023 год может составить до 3% от общей генерации (рисунок 4.27). Основная задача ВИЭ – это электроснабжение удаленных населенных пунктов и промышленных объектов, с децентрализованным электроснабжением и высокими тарифами на электрическую энергию. В Красноярском крае, без учета коммерческих организаций и частных лиц, используется 245 ДЭС и ДГ, из которых 159 ДЭС и ДГ используются круглогодично для постоянного получения электроэнергии, и являются основными источниками электроэнергии в 13 муниципальных районах, в 118 населенных пунктах, где и перспективно устанавливать генераторы на базе ВИЭ.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.27 – Прогнозное соотношение различных видов генерации в энергобалансе  Красноярского края |

Ресурсы ВИЭ неравномерно распределены по территории края:

- Ветроэнергетический потенциал преобладает в северной части Красноярского края. Удельная мощность ветра до 1263,3 Вт/м2. Годовая удельная потенциальная энергия ветра составляет до 7376,9 кВт**.**ч/м2. Наибольшую перспективу для развития ВИЭ имеет Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район. Данный район является энергодефицитным. 22 населенных пункта получают электроэнергию от ДЭС. В населенных пунктах Таймыра перспективно устанавливать ВЭУ с возможностью бескранового монтажа. Пилотный проект предлагается реализовать в пос. Диксон Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района с установленной мощностью ВЭУ в 720 или 1080 кВт. Предлагается развить сеть ветроэлектрических станций и установить 7 740 кВт генерирующих мощностей ВЭУ для электроснабжения 19 населенных пунктов, что позволит ежегодно вырабатывать 23 764,4 МВт\*ч электрической энергии, что составляет 12,2% от общей электроэнергии, вырабатываемой ДЭС и экономить 6 470,45 тонн дизельного топлива, что составляет около 5,1% от общего расхода дизельного топлива обеспечение удаленных населенных пунктов. Расчетная себестоимость электроэнергии от ВЭУ – от 3 рублей за 1 кВт\*ч и более. Наиболее перспективные производители ВЭУ промышленного масштаба: компания «Nordwind Energieanlagen GmbH» (Германия) и «Vergnet Eolien» (Франция). Немецкая компания «Nordwind» проявляет интерес к Российскому рынку и выражает готовность к созданию совместного Российско-Германского производства ВЭУ на территории Красноярского края (промышленного парка г. Железногорска). Ветрогенераторы перспективно использовать преимущественно для выработки электрической энергии и возможно использовать для выработки тепловой энергии.

На территории центральных районов преобладает средний ветроэнергетический потенциал (около 1500-3000 кВт\*ч/м2 в год на возвышенностях). На данной территории возможно использование малой ветроэнергетики для частных потребителей. ВЭУ перспективны для производства электрической энергии. Расчетная себестоимость от малых ВЭУ от 5 руб./кВт\*ч и более.

- Солнечный потенциал преобладает на территории центральных и южных районов. Средняя интенсивность солнечного излучения составляет 1100..1200 кВт\*ч/м2. Солнечные фотоэлектрические модули перспективно использовать для выработки электрической энергии, а тепловые коллекторы использовать для выработки тепловой энергии. Солнечная энергетика в условиях Красноярского края направлена в первую очередь для электро- и теплоснабжения небольших частных объектов. Наибольший интерес представляют компании «Naps Systems Oy», «Инком-Групп», «Вереск». Особое внимание следует обратить на компанию ООО «Энергико», осуществляющую продвижение солнечных элементов на территории Красноярского края. Удельная стоимость установленной мощности солнечных электростанций составляет в среднем 250 – 300 тыс. руб./кВт.

На территории центральных и южных районов имеется 6 населенных пунктов, не имеющих централизованного электроснабжения и перспективных к строительству промышленных солнечных установок. Перспективно к реализации до 456 кВт установленной мощности солнечных батарей, что позволит ежегодно вырабатывать до 1413 МВт\*ч, что составляет 0,72% от общей выработки ДЭС в крае и уменьшить завоз дизельного топлива на 400 т. в год, что составляет 1,55% от общего объема завозимого дизельного топлива. Расчетная себестоимость электрической энергии составляет 9-12 рублей.

- Гидропотенциал малых рек находится преимущественно на территории центральных и южных районов. Север малоперспективен для малой гидроэнергетики, т.к. в зимний период многие реки покрываются льдом в разы уменьшая свой потенциал, или полностью перемерзают. Использование малой гидроэнергетики перспективно для выработки электрической энергии и возможно для выработки тепловой энергии.

Малая гидроэнергетика перспективна к реализации в 4 населенных пунктах Красноярского края не имеющих централизованного электроснабжения. Предлагается установка 1050 кВт установленной мощности мини-ГЭС, что позволит ежегодно вырабатывать около 5760,5 МВт∙ч в год, что соответствует 2,95% от общего объема вырабатываемой электроэнергии ДЭС. Строительство малых ГЭС позволит уменьшить объем завозимого дизельного топлива на 1510,4 т. в год. Расчетная себестоимость электрической энергии от малых ГЭС составляет около 2 руб./кВт\*ч.

Для электроснабжения удаленных децентрализованных потребителей рекомендуется использовать потенциалы ветровой, солнечной и малой гидроэнергетики, которые позволят экономить до 8 000 тонн дизельного топлива в год.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 4.28 – Потенциал ВИЭ для децентрализованных систем электроснабжения | Рисунок 4.29 – Объем «вытесненного» дизельного топлива за счет использования ВИЭ |

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.30 – Себестоимость электрической энергии у промышленных генераторов ВИЭ и комбинированных систем в северных децентрализованных населенных пунктах |

- Потенциал биоэнергетики возможно использовать в центральных и южных районах в населенных пунктах с централизованным электроснабжением.

Биогазовые станции представляют интерес для выработки электрической и тепловой энергии. Другие виды биотопливных станций представляют больший интерес для выработки тепловой энергии.

Наибольший интерес для биогазовой электроэнергетики представляют типовые биогазовые энергетические установки компании «Zorg». Рекомендуется установка генерирующих объектов мощностью от 0,5 МВт и более. На территории края имеется 15 крупных животноводческих хозяйств, способных обеспечить подобные биогазовые станции производительностью до 43,8 млн. м3 в год. Расчетная установленная мощность биогазовых станций - около 17 941 кВт с расчетной производительностью электрической энергии в 60 205,78 мВт\*ч в год (127 937 ГКалл тепловой энергии).

Суммарный полезный расчетный энергетический потенциал от ВИЭ составляет 132 492,4 МВт\*ч и 134 455,0 ГКалл, что составляет 2,76% от общей выработки энергии в Красноярском крае.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.31 –Соотношение расчетной производительности различных ВИЭ |
|  | |
| Рисунок 4.32 – Усредненная себестоимость производства электрической энергии различными типами ВИЭ и комбинированными системами на территории центральных районов  Красноярского края | |

В течение 10 лет возможно установить в децентрализованных населенных пунктах 9246 кВт генерирующих мощностей ВИЭ (солнечной энергетики, ветроэнергетики и малой гидроэнергетики), которые будут вырабатывать 30 937 МВт\*ч в год, что в свою очередь приведет к экономии дизельного топлива в 7 794 тонн в год. Использование ВИЭ в населенных пунктах с децентрализованным электроснабжением позволить снизить затраты на производство электрической энергии, а следовательно, и отпускной тариф на электрическую энергию. Вместе с экономическим придут экологический и социальный эффекты.

Использование ресурса биоэнергетики перспективно для электроснабжения частных потребителей и продажи электроэнергии в энергосистему, а также для теплоснабжения потребителей.

Строительство генерирующих объектов ВИЭ перспективно с привлечением частных инвестиций. Для создания благоприятного инвестиционного климата рекомендуется создать механизм возврата инвестиций за счет продажи электроэнергии от генератора ВИЭ по существующему «замороженному» тарифу. После достижения срока окупаемости, произвести снижение тарифа от генерирующих мощностей ВИЭ.

На фоне большой энергетики, потенциал ВИЭ в Красноярском крае кажется незначительным и составляющая около 3% по отношению к генерации от традиционных источников. Но именно большой энергопотенциал традиционных источников в крае делает относительный показатель ВИЭ столь незначительным. Довести возможности ВИЭ до требований закона № 1-р (до 4,5% от общей генерации) технически возможно, но после решения проблемы электроснабжения децентрализованных потребителей. Строительство генераторов ВИЭ в децентрализованных системах с одной стороны позволит решить проблему энергодефицита, с другой стороны - получить ценный опыт реальной эксплуатации генерирующих объектов на базе ВИЭ в климатических условиях Красноярского края. На основе полученного за несколько лет опыта можно будет сделать выводы о перспективном направлении развития ВИЭ на территории края.

## Список использованных источников

1. Альтернативная энергия: электричество из недр. Геотермальные электростанции. [Электронный ресурс] – режим доступа http//:3dnews.ru/editorial/alt\_energiya\_geoterm/ – Загл. с экрана.
2. Свалова, В.Б. Геотермальные ресурсы России и их комплексное использование [Текст] / В.Б. Свалова – Институт геоэкологии РАН
3. Богуславский Э.И. Экологические системы: Электронный журнал энергосервисной компании [Текст] / Э.И. Богуславский / №6, июнь 2008.
4. [Использование геотермальной энергии для целей теплоснабжения](http://baltfriends.ru/node/67) [Электронный ресурс] – режим доступа http//: baltfriends.ru/node/67/ – Загл. с экрана.
5. Геотермальная электростанция [Электронный ресурс] – режим доступа http//: elemo.ru/geotermalnaja\_jelektrostancija.html/ – Загл.с экрана.
6. Геотермальная электростанция [Электронный ресурс] – режим доступа http//: knowledge.allbest.ru/physics/3c0b65625a3ac68a4d43a88521316d36\_0.html/ – Загл. с экрана.
7. Куликова Л.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие / Л.В. Куликова, Ю.А. Меновщиков. – Алт. Гос. Техн. Ун–т им. И.И. Ползунова, Барнаул: Изд–во алтгу, 2005. – 365 с.
8. Бернштейн, Л. Б., Гельфер, С.Л., Усачев, И. Н. Кислогубская приливная электростанция [Текст] / Л.Б. Бернштейн, С.Л. Гельфер, И.Н. Усачев / М.: Энергия, 1972.
9. Усачев, И. Н., Историк, Б. Л., Зотов, А. Л., Башкин, Н. В. Приливные электростанции России – новые технологии [Текст] / И.Н. Усачев, Б.Л. Историк, А.Л. Зотов, Н.В. Башкин / НРЭ №2, 2012.
10. [Электронный ресурс] – режим доступа [http://www.the – discoverer.ru/geo – 432.html](http://www.the-discoverer.ru/geo-432.html) / – Загл.с экрана.
11. Сичкарев В. И., Акуличев В.А. Волновые энергетические станции в океане [Текст] / В.И. Сичкарев, В.А. Акуличев – М.: Наука,1989. – 132с.
12. [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.bellona.ru/reports/Energy\_Kola\_Peninsula/1189166811.65.13 / – Загл.с экрана.
13. Волшаник В.В., Зубарев В.В., Франкфурт М.О. Использование энергии ветра, океанских волн и течений [Текст] / В.В. Волшаник, В.В. Зубарев, М.О.Франкфурт – М.:ВИНИТИ, 1983. – 100с. (Итоги науки и техники. Сер. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии; т.1).
14. Волшаник В.В., Матушевский Г.В. Энергия морских ветровых волн и принципы ее преобразования [Текст] / В.В. Волшаник, Г.В. Матушевский // Гидротехническое строительство, 1985, №4. –С.41 – 45.
15. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии. Санкт – Петербургский Государственный Педагогический университет. Учебное пособие. Федеральное агентство по образованию. [Электронный ресурс] – режим доступа [http://cyberenergy.ru/books/elistratov – ispolzovanie – vozobnovlyaemoy – energii – 2008 – t584.html](http://cyberenergy.ru/books/elistratov-ispolzovanie-vozobnovlyaemoy-energii-2008-t584.html)– Загл.с экрана. 2008 г. – 224 с.
16. Волновые электростанции [Электронный ресурс] – режим доступа [http://bio – energy.com.ua/index.php?option=com\_content&view=article&id=1067&ltemid=120](http://bio-energy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1067&ltemid=120)– Загл.с экрана.
17. Экономические аспекты развития возобновляемой энергетики малой мощности в удаленных поселениях на Кольском полуострове.: Доклад объединения BELLONA – 2012г.
18. О Карском море. [Электронный ресурс] – режим доступа [http://scharks.ru/oceans/15 – karskoe\_N/index.shtm](http://scharks.ru/oceans/15-karskoe_N/index.shtm) Загл.с экрана.
19. Карское море. [Электронный ресурс] – режим доступа <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/93898/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5> Загл.с экрана.
20. Море Лаптевых [Электронный ресурс] – режим доступа http://tapemark.narod.ru/more/14.html Загл.с экрана.
21. Попель О.С., Туманов В.Л. Возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы развития [Текст] / О.С. Попель, В.Л. Туманов / Альтернативная энергетика и экология. – № 2 (46). – 2007
22. Введение // Развитие возобновляемых источников энергии в России: возможности и практика (на примере Камчатской области). Сборник. – М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2006. – 92 С., С. 5.
23. Шкрадюк, И.Э. Тенденции развития возобновляемых источников энергии в России и мире / И.Э. Шкрадюк // Москва.: WWF России. – 2010. – 88 с.
24. Юрген Шенк. Формирование тарифной политики в области альтернативной энергетики в Европы. – Рабочий семинар экспертов Восточной Европы по политике и тарифам для энергии из альтернативных источников. – Минск, Беларусь 22 – 23 октября 2009 г.
25. Астрид Шнайдер/AstridSchneider. История и перспективы роста использования возобновляемых источников энергии в Германии: результаты и проблемы. – Рабочий семинар экспертов Восточной Европы по политике и тарифам для энергии из альтернативных источников. – Минск, Беларусь 22 – 23 октября 2009 г.
26. The case of electricity generation./ Centre International de Recherchesurl’Environnement et le Developpement (CIRED) EHESS & CNRS, Paris – 2007 EIB Conference«EnergyPolicyfor Europe», Luxembourg , January 25,2007. [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.eib.org/attachments/general/ events/06\_dominique\_fi non.pdf Загл.с экрана.
27. Копылова, А.Е. Зерчаникова, И.Л. Механизм зеленых сертификатов возобновляемой энергии и возможности его использования в России / А.Е Копылова, И.Л Зерчаникова // Москва., 2006. [http://www.rushydro.ru/res/fi les/hydroogk/Greensert.pdf](http://www.rushydro.ru/res/fi%20les/hydroogk/Greensert.pdf)
28. П.П. Безруких, Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость [Текст] / Безруких П.П. – М.: Лесная страна, 2007.
29. Осуществление проектных работ в области развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Мурманской области. / Отчет о НИР. – Апатиты: Центр физико – технических проблем энергетики Севера, 2007.
30. Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35 – ФЗ «Об электроэнергетике» (в ред. Федерального закона от 04.11.2007 г. № 250 – ФЗ).
31. Постановление Правительства РФ от 3 июня 2008 г. N426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источ­ников энергии». Порядок выделения субсидий из бюджета не установлен (срок исполнения 1 октября 2008 г, исполнитель Министерство энергетики).
32. Приказ от 17 ноября 2008 г. № 187 «О по­рядке ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на квалифицированных генериру­ющих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии».

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Перечень федеральных нормативных актов в области ВИЭ**

Пособие по проектированию автономных инженерных систем одноквартирных и блокированных жилых домов (водоснабжение, канализация, теплоснабжение и вентиляция, газоснабжение, электроснабжение) МДС 40 – 2.2000 (одобрено письмом Управления стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя РФ от 15 мая 1997 г. №13 – 288).

Постановление Правительства РФ от 22 ноября 1997 г. №1473 «Об утверждении перечня направлений подготовки специалистов и специальностей, по которым получение высшего профессионального образования в заочной форме или в форме экстерната не допускается».

Федеральный закон Российской Федерации №89 – ФЗ «Об отходах производства и потребления от 24.06.1998 г.».

Постановление Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 11 ноября 1999 г. №436 – СФ «О Федеральном законе «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии».

Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51379 – 99 «Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно – энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы» (принят постановлением Госстандарта РФ от 30 ноября 1999 г. №471 – ст).

Постановление Государственной Думы Федерального Собрания РФ от 19 апреля 2000 г. №301 – III ГД «О создании специальной комиссии в связи с отклонением Президентом Российской Федерации Федерального закона «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии».

Постановление Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 17 мая 2000 г. №112 – СФ «Об участии в работе специальной комиссии по Федеральному закону «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии».

Федеральный закон Российской Федерации от 10.01.2002 №7 – ФЗ “Об охране окружающей среды”.

Приказ Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. №115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок».

Федеральный закон от 26 марта 2003 г. №35 – ФЗ «Об электроэнергетике».

Общероссийский классификатор специальностей по образованию ОК 009 – 2003 (ОКСО) (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 30 сентября 2003 г. №276 – ст).

Постановление Правительства РФ от 21 января 2004 г. №24 «Об утверждении стандартов раскрытия информации субъектами оптового и розничных рынков электрической энергии».

Постановление Правительства РФ от 30 июня 2004 г. №332 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по тарифам».

Приказ Министерства образования и науки РФ от 12 января 2005 г. №4 «Об утверждении перечня направлений подготовки (специальностей) высшего профессионального образования».

Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029 – 2007 (ОКВЭД) (КДЕС Ред. 1.1) (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2007 г. №329 – ст).

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года (одобрена распоряжением Правительства РФ от 22 февраля 2008 г. №215 – р).

Постановление Правительства РФ от 28 мая 2008 г. №400 «О Министерстве энергетики Российской Федерации».

Постановление Правительства РФ от 3 июня 2008 г. №426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

Указ Президента Российской Федерации от 04.07.2008 №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».

Приказ Министерства энергетики РФ от 15 августа 2008 г. №27 «Об организации работы по размещению заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для нужд Министерства энергетики Российской Федерации».

Приказ Министерства энергетики РФ от 17 ноября 2008 г. №187 «О порядке ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на квалифицированных генерирующих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии».

Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2008 г. №988 «Об утверждении перечня научных исследований и опытно – конструкторских разработок, расходы налогоплательщика на которые в соответствии с пунктом 2 статьи 262 части второй Налогового кодекса Российской Федерации включаются в состав прочих расходов в размере фактических затрат с коэффициентом 1,5».

Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. №1 – р Об Основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г.

Распоряжение Правительства РФ от 18 августа 2009 г. №1166 – р Об утверждении комплекса мер по охране окружающей среды в части обеспечения экологической и радиационной безопасности в РФ.

Постановление Правительства РФ от 17 октября 2009 г. №823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики».

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. №1715 – р).

Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.

Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. №1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

Постановление Правительства РФ от 5 февраля 2010 г. №58 «О внесении изменений в Правила квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

Приказ Министерства экономического развития РФ от 17 февраля 2010 г. №61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

Приказ Министерства энергетики РФ от 30 марта 2010 г. №132 «Об утверждении аналитической программы Минэнерго России «Развитие малого и среднего предпринимательства в сфере топливно – энергетического комплекса».

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 апреля 2010 г. №987 «О создании Технического комитета по стандартизации «Процессы, оборудование и энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии».

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 апреля 2010 г. №1269 «О размещении заказов на выполнение работ в области технического регулирования и стандартизации по Программе разработки национальных стандартов на 2010 год за счет средств федерального бюджета на 2010 год.

Приказ Министерства энергетики РФ от 19 апреля 2010 г. №182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования».

Приказ Минэнерго России, Минрегионразвития России от 15 июня 2010 г. №274/284 «Об образовании Межведомственной рабочей группы по проблемам энергосбережения и повышения энергетической эффективности на территории субъектов Российской Федерации и муниципальных образований».

Проект федерального закона №98033104 – 2 «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии» (внесен депутатом ГД В. И. Овченковым) (снят с рассмотрения).

Проект федерального закона №118971 – 5 «Технический регламент «О безопасности электрических станций и сетей» (внесен депутатами ГД О.Д. Валенчуком, Н.А. Ермаковой, В.Ф. Звагельским).

Приказ Министерства энергетики РФ от 30 июня 2010 г. №299 «Об утверждении Положения о формировании перечня проектов использования возобновляемых источников энергии и перечня проектов использования экологически чистых производственных технологий в топливно – энергетическом комплексе».

Федеральный закон от 27 июля 2010 г. №190 – ФЗ «О теплоснабжении».

Письмо Министерства энергетики РФ от 27 августа 2010 г. №02 – 1098 «О международном центре испытаний, сертификации принятия решений в области энергоэффективности и энергобезопасности и возобновляемых источников энергии».

Постановление Правительства РФ от 20 октября 2010 г. №850 «Об утверждении критериев для предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии, лицам, которым такие объекты принадлежат на праве собственности или на ином законном основании».

Приказ Министерства энергетики РФ от 17 декабря 2010 г. №607 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по формированию схемы размещения генерирующих объектов электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на территории Российской Федерации».

Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 г. №19 «Об утверждении Положения о требованиях, предъявляемых к сбору, обработке, систематизации, анализу и использованию данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных и добровольных энергетических обследований».

Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 февраля 2011 г. №201 «Об установлении соответствия направлений подготовки высшего профессионального образования, подтверждаемого присвоением лицам квалификаций (степеней) «бакалавр» и «магистр», перечни которых утверждены приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 сентября 2009 г. №337, направлений подготовки (специальностей) высшего профессионального образования, подтверждаемого присвоением лицу квалификации (степени) «специалист», перечень которых утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. №1136...» (с изменениями и дополнениями).

Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации».

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

**Закон Амурской области от 14 марта 2005 г. №451 – ОЗ**

**«О развитии нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

**в Амурской области»**

Принят областным Советом народных депутатов 24 февраля 2005 года.

**Статья 1. Общие положения**

1. Целью настоящего закона является установление правовых, организационных, экономических и финансовых основ и механизмов регулирования отношений органов государственной власти области, органов местного самоуправления области, производителей и потребителей устройств по использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии (далее – НВИЭ) и энергии, вырабатываемой с использованием НВИЭ.

2. Настоящий закон регулирует отношения, возникающие в связи с изучением и применением НВИЭ, для создания благоприятных предпосылок приоритетного их использования в интересах улучшения социального положения населения, охраны окружающей природной среды и экономии невозобновляемых источников энергии.

3. Настоящий закон распространяется на все виды деятельности в сфере использования НВИЭ, в том числе на государственное и муниципальное управление, проведение научно – исследовательских, опытно – конструкторских, изыскательских, проектировочных, строительно – монтажных и эксплуатационных работ в сфере использования НВИЭ, производство и эксплуатацию устройств НВИЭ, ремонт и сервисное обслуживание устройств НВИЭ, подготовку и обучение специалистов, информационное обеспечение и коммерческую деятельность.

Действие настоящего закона распространяется на граждан и юридических лиц, осуществляющих деятельность в сфере использования НВИЭ.

4. Реализация настоящего закона приведет к следующим положительным социально – экономическим и экологическим последствиям:

* ускорению развития производства и организации рынка технологий и устройств НВИЭ;
* активизации исследований по изучению свойств и учету ресурсов НВИЭ;
* обеспечению более устойчивого тепло – и электроснабжения предприятий и населения;
* созданию в отдаленных районах области автономных энергосистем с максимальным использованием местных ресурсов НВИЭ;
* созданию энергетических объектов с использованием НВИЭ в дефицитных энергосистемах централизованного энергоснабжения для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения населения и предприятий;
* частичному замещению традиционных органических видов топлива и сокращению завоза топлива в отдаленные районы области;
* улучшению состояния окружающей среды области вследствие сокращения или предотвращения увеличения объема вредных выбросов предприятий традиционной энергетики.

**Статья 2. Определение и виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ) – это естественные природные объекты и части природных объектов, природные условия и факторы, технические сооружения, отходы производства и потребления, при использовании которых технически возможно вырабатывать полезную электрическую, тепловую или механическую энергию.

2. Видами НВИЭ являются:

* солнечное излучение, поступающее на поверхность Земли (солнечная энергия);
* ветер (ветровая энергия);
* водотоки (реки и ручьи) с возможностью применения на них бесплотинных и малонапорных гидроэнергетических установок;
* искусственные напорные водотоки (открытые и закрытые) промышленного, сельскохозяйственного и коммунально – бытового назначения с возможностью применения на них гидроэнергетических установок деривационного типа;
* искусственные водоемы (малые водохранилища и пруды) с возможностью применения в телах их плотин малонапорных гидроэнергетических установок;
* водоемы (озера, водохранилища и пруды) с возможностью применения на них энергетических установок по утилизации энергии волн;
* геотермальные источники (геотермальная энергия);
* биомасса в виде отходов лесной, лесоперерабатывающей и деревообрабатывающей промышленности;
* биомасса в виде отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности;
* биомасса в виде отходов жилищно – коммунального хозяйства, бытовых отходов и отходов легкой промышленности;
* жидкие и газовые термальные промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы (сбросы и стоки);
* торф, сапропель, детрит и иные органоминеральные образования, добываемые в объемах их естественного воспроизводства;
* низкопотенциальные термальные источники.

**Статья 3. Собственность на нетрадиционные возобновляемые источники энергии**

1. Собственность на НВИЭ, относящиеся к земельным, водным, лесным ресурсам, ресурсам недр и животного мира, определяется земельным, водным, лесным законодательством Российской Федерации, законодательством Российской Федерации о недрах и животном мире, соответствующими законами области.

2. Собственность на НВИЭ, относящиеся к средствам производства и отходам производства и потребления, определяется гражданским законодательством Российской Федерации, законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды и отходах производства и потребления, соответствующими законами области.

3. Собственность на НВИЭ, относящиеся к солнечному излучению, ветру, низкопотенциальным термальным источникам, определяется настоящим законом и принимаемыми в соответствии с ним иными законами и нормативными правовыми актами области.

4. Электрическая, тепловая и механическая энергия, полученная с использованием НВИЭ, является собственностью ее производителя и используется по его усмотрению при условии соблюдения законодательства Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов области.  
Производители вышеназванной энергии вправе продавать ее в электрические и тепловые сети областных и муниципальных энергоснабжающих организаций на условиях, которые определены законодательством Российской Федерации об энергоснабжении и энергосбережении, а также законами области.

**Статья 4. Приоритетные места для использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Приоритетными местами для использования НВИЭ являются:

* зоны децентрализованного энергоснабжения, где из – за низкой плотности населения сооружение традиционных электростанций и высоковольтных линий электропередач экономически невыгодно или практически неосуществимо;
* зоны централизованного энергоснабжения, где из – за неудовлетворительного состояния сетей либо дефицита мощности или энергии возникают частые отключения потребителей, что приводит к значительному экономическому ущербу и негативным социальным последствиям;
* населенные пункты и места массового отдыха населения, где из – за вредных выбросов в атмосферу промышленных и городских котельных на органическом топливе создается сложная экологическая обстановка;
* населенные пункты и места временного пребывания людей, где существует проблема отопления, электроснабжения и горячего водоснабжения индивидуального жилья, мест Сезонной работы и отдыха, садово – огородных участков, индивидуального жилья и временных строений.

2. Для энергообеспечения производственных и бытовых потребностей в заповедниках и особо охраняемых природных территориях иных категорий, создаваемых в экологически чистых зонах, зонах массового отдыха и лечения населения, НВИЭ являются наиболее предпочтительными источниками энергоснабжения.

**Статья 5. Направления использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Солнечная энергия как вид НВИЭ может использоваться в следующих целях:

* получение тепла и горячей воды посредством применения солнечных коллекторов или пассивных систем отопления;
* получение электроэнергии посредством применения систем с термодинамическим циклом преобразования;
* получение электроэнергии посредством применения систем с прямыми методами преобразования энергии (фотоэлектрическим, термоэлектрическим, термофотоэлектрическим и тому подобными);
* получение электроэнергии, тепла и горячей воды посредством применения комбинированных систем с различными методами преобразования;
* получение водорода как энергоносителя посредством применения методов фотолиза и фотоэлектролиза воды;
* проведение отдельных технологических процессов (в сушилках, опреснителях, солнечных теплицах, кухнях, воскотопках и других устройствах).

2. Ветровая энергия как вид НВИЭ может использоваться в следующих целях:

* получение электроэнергии посредством применения ветроэлектрических установок;
* получение механической энергии посредством применения ветромеханических и ветрогидродинамических установок.

3. Энергия водотоков и водоемов как вид НВИЭ может использоваться в следующих целях:

* получение электроэнергии посредством применения микрогидроэлектростанцийбесплотинного типа (деривационных, понтонных и свободнопоточных);
* получение электроэнергии посредством применения микрогидроэлектростанций и малых гидроэлектростанций с низконапорными плотинами (имеющихся на водохранилищах и прудах или построенных специально);
* получение электроэнергии посредством применения волновых гидроэлектростанций;
* получение электроэнергии посредством применения электростанций, использующих разницу температур поверхностных и глубинных слоев водоемов;
* получение электроэнергии посредством применения микрогидроэлектростанций на искусственных напорных водотоках (в каналах и трубопроводах);
* получение механической энергии посредством использования физических свойств воды и перепадов уровней водоемов.

4. Геотермальная энергия как вид НВИЭ может использоваться в следующих целях:

* получение тепла с использованием в качестве теплоносителя геотермальной воды, геотермального пара или геотермального горючего газа;
* получение электроэнергии посредством применения турбин с использованием высокотемпературной геотермальной пароводяной смеси или среднепотенциального геотермального теплоносителя.

5. Энергия биомассы как вид НВИЭ может использоваться в следующих целях:

* получение тепла и электроэнергии на теплоэлектростанциях и в котельных, применяющих прямое сжигание;
* получение биогаза с последующим его сжиганием на теплоэлектростанциях или в котельных и одновременным получением удобрений посредством применения установок биохимической конверсии (анаэробного сбраживания);
* получение газообразного топлива посредством применения газогенераторных установок термохимической конверсии;
* получение жидкого углеводородного топлива посредством применения установок по сжиживанию органических остатков.

6. Энергия искусственных термальных сбросов и стоков как вид НВИЭ может использоваться для утилизации остаточного тепла технических процессов с целью повторного его направления на обогрев зданий и сооружений.

7. Энергия торфа, сапропеля, детрита и иных органоминеральных образований как вид НВИЭ может использоваться в целях получения тепла и электроэнергии на теплоэлектростанциях и в котельных, применяющих прямое сжигание.

8. Энергия низкопотенциальных источников как вид НВИЭ может использоваться в целях получения тепла и горячей воды с помощью тепловых насосов, использующих низкопотенциальное тепло воды, воздуха, грунта, геотермальных источников, промышленных и бытовых стоков и вентиляционных систем.

**Статья 6. Пользование ресурсами нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Пользование ресурсами НВИЭ, связанными с земельными, водными, лесными ресурсами, ресурсами недр и животного мира, осуществляется в соответствии с земельным, водным, лесным законодательством Российской Федерации, законодательством Российской Федерации о недрах и животном мире, соответствующими законами области.

2. Пользование ресурсами НВИЭ, связанными со средствами производства и отходами производства и потребления, осуществляется в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации, законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды и отходах производства и потребления, соответствующими законами области.

3. Пользование ресурсами НВИЭ, связанными с солнечным излучением и ветром осуществляется пользователями НВИЭ свободно, если такое пользование не наносит ущерба юридическим лицам и гражданам, с учетом норм законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации и области о тех сферах деятельности, для энергообеспечения которых осуществляется такое пользование.

4. Пользование иными природными ресурсами, необходимыми для обеспечения пользования ресурсами НВИЭ, осуществляется согласно соответствующим законам и иным нормативным правовым актам Российской Федерации и области.

5. Для пользования ресурсами НВИЭ пользователю передаются в установленном порядке права пользования необходимыми природными ресурсами. Порядок передачи прав пользования природными ресурсами с целью пользования ресурсами НВИЭ устанавливается губернатором области.

6. Деятельность по энергоснабжению потребителей при пользовании ресурсами НВИЭ осуществляется согласно соответствующим законам и иным нормативным правовым актам Российской Федерации и области.

7. Пользование отдельными видами НВИЭ на определенных участках территории области может быть ограничено или запрещено временно или постоянно в целях обеспечения безопасности населения и охраны окружающей среды в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

**Статья 7. Государственная областная поддержка использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. С учетом важности использования НВИЭ для удовлетворения потребностей населения и предприятий в энергии, для укрепления энергетической базы области и снижения негативного влияния предприятий традиционной энергетики на здоровье населения, окружающую среду и природные ресурсы, с целью создания условий для реализации передовых технологий использования НВИЭ на территории области осуществляется государственная областная поддержка использования НВИЭ.

2. Государственная областная поддержка использования НВИЭ включает в себя следующие меры:

1) определение специально уполномоченного органа администрации области в сфере использования НВИЭ;

2) принятие областных планов по ежегодному вводу мощностей НВИЭ и замещению использования органического топлива за счет использования НВИЭ;

3) защиту юридических лиц и граждан, занимающихся использованием НВИЭ для энергоснабжения потребителей, от недобросовестной конкуренции со стороны предприятий, доминирующих в производстве и использовании тепловой и электрической энергии в области;

4) предоставление льгот по региональным налогам и вычетам организациям, занимающимся производством и реализацией устройств НВИЭ и использованием НВИЭ для энергоснабжения потребителей;

5) предоставление бюджетных ссуд и кредитов из областного бюджета, гарантий областного бюджета организациям, занимающимся производством и реализацией устройств НВИЭ и использованием НВИЭ для энергоснабжения потребителей;

6) регулирование тарифов на электроэнергию и тепловую энергию для энергоснабжения потребителей, полученную с использованием НВИЭ путем дотирования из средств областного бюджета части затрат на производство энергии предприятий и индивидуальных предпринимателей;

7) установление ускоренной амортизации устройств НВИЭ при энергоснабжении потребителей и собственном энергоснабжении;

8) финансирование из областного бюджета научно – исследовательских и изыскательских работ по определению потенциала ресурсов НВИЭ области;

9) финансирование из областного бюджета научно – исследовательских, опытно – конструкторских и внедренческих работ по созданию и использованию устройств НВИЭ в области;

10) предоставление бюджетных ссуд и кредитов из областного бюджета, гарантий бюджета области органам местного самоуправления районов и городов областного значения для проведения мероприятий по использованию НВИЭ в пределах своих территорий;

11) организационную и информационную поддержку предприятий, индивидуальных предпринимателей и граждан, занимающихся деятельностью по изучению и использованию ресурсов НВИЭ, а также по разработке, производству и реализации устройств НВИЭ;

12) организационную, материальную и информационную поддержку подготовки и переподготовки специалистов в сфере использования НВИЭ;

13) обеспечение юридических лиц и граждан, использующих НВИЭ для целей собственного энергообеспечения, беспрепятственным доступом к ресурсам НВИЭ путем упрощения процедуры передачи прав пользования на необходимые для этого природные ресурсы;

14) признание производства и использования НВИЭ природоохранной и энергосберегающей деятельностью с установлением соответствующих льгот и стимулов для предприятий и индивидуальных предпринимателей, занятых в сфере использования НВИЭ.

3. Специально уполномоченный орган администрации области в сфере использования НВИЭ определяется губернатором области.

4. Порядок предоставления и размеры преференций областного бюджета для предприятий и индивидуальных предпринимателей, занятых в сфере использования НВИЭ, определяются ежегодно законом области об областном бюджете на очередной год.

5. Порядок предоставления организационной, материальной, правовой и информационной поддержки юридическим лицам и гражданам в сфере использования НВИЭ устанавливается губернатором области.

**Статья 8. Целевые программы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Для управления процессами развития нетрадиционной возобновляемой энергетики в области принимается среднесрочная областная целевая программа использования НВИЭ.

Мероприятия областной целевой программы использования НВИЭ планируются во взаимосвязи с областными мероприятиями по охране окружающей среды, восстановлению и охране водных объектов, охране и воспроизводству лесов, охране и использованию земель, развитию минерально – сырьевой базы, развитию системы особо охраняемых природных территорий, энергосбережению, энергоснабжению удаленных северных районов и сел без устойчивого энергоснабжения, жилищному строительству.

Финансирование мероприятий областной целевой программы использования НВИЭ осуществляется за счет средств областного бюджета. Дополнительное финансирование областной целевой программы использования НВИЭ может осуществляться из федерального бюджета, местных бюджетов районов и городов областного значения, внебюджетных источников.

2. Органы местного самоуправления районов и городов областного значения могут принимать муниципальные целевые программы использования НВИЭ.

Финансирование мероприятий муниципальных целевых программ использования НВИЭ может осуществляться из местных бюджетов районов и городов областного значения, местных поселковых и сельских бюджетов, внебюджетных источников.

**Статья 9. Требования к использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Деятельность по использованию НВИЭ, включая научно – исследовательские, опытно – конструкторские, изыскательские, внедренческие, проектировочные, производственные, строительно – монтажные и эксплуатационные работы, должна производиться с учетом природоохранных и санитарно – эпидемиологических норм, требований к безопасному ведению работ, стандартов рационального использования природных ресурсов, градостроительных и архитектурных правил, требований к наиболее эффективному использованию энергии.

2. При производстве и эксплуатации устройств по использованию НВИЭ должны обеспечиваться условия, не допускающие нанесение ущерба предприятиям, организациям и населению.

**Статья 10. Учет нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. В целях рационального использования ресурсов НВИЭ для решения энергетических и социально – экономических проблем населения и предприятий области осуществляется учет ресурсов НВИЭ, расположенных на территории области, технологий и устройств по использованию НВИЭ.

2. Для обеспечения учета ресурсов НВИЭ создаются кадастры ресурсов по каждому виду НВИЭ, содержащие сведения о детальном распределении по территории области их основных характеристик: валового ресурсного, технического и экономического потенциалов.

Для обеспечения учета технологий и устройств по использованию НВИЭ создаются специальные каталоги соответствующих разработок, технологий и устройств, а также способов их применения для выработки энергии.

3. Финансирование работ по учету ресурсов НВИЭ, расположенных на территории области, технологий и устройств по использованию НВИЭ осуществляется из средств областного бюджета.

Финансирование работ по учету ресурсов НВИЭ, расположенных на территориях районов и городов областного значения, осуществляется из средств местных бюджетов районов и городов областного значения.

4. Организация учета ресурсов НВИЭ, расположенных на территории области, технологий и устройств по использованию НВИЭ возлагается на специально уполномоченный орган администрации области в сфере использования НВИЭ.

Специально уполномоченный орган администрации области в сфере использования НВИЭ заключает от имени администрации области соглашения о распределении полномочий и функций при учете ресурсов НВИЭ между администрацией области и органами местного самоуправления районов и городов областного значения.

5. Работы по учету ресурсов НВИЭ и технологий и устройств по использованию НВИЭ могут осуществлять юридические лица и граждане за счет собственных или привлеченных средств.

Информация, полученная в результате таких работ, должна передаваться юридическими лицами и гражданами по отдельным соглашениям специально уполномоченному органу администрации области в сфере использования НВИЭ для использования в кадастрах ресурсов НВИЭ.

6. Информация, содержащаяся в кадастрах ресурсов НВИЭ и специальных каталогах, является собственностью области, а также районов и городов областного значения согласно заключенным соглашениям между администрацией области и органами местного самоуправления районов и городов областного значения.

Порядок предоставления вышеназванной информации устанавливается губернатором области.

**Статья 11. Ответственность при использовании нетрадиционных возобновляемых источников энергии**

1. Использование НВИЭ, осуществляемое без учета требований настоящего закона или противоречащее настоящему закону, прекращается по решению специально уполномоченного органа администрации области в сфере использования НВИЭ без возмещения затрат пользователям НВИЭ.

2. Использование НВИЭ, приведшее к нанесению ущерба государству, муниципальным образованиям, предприятиям, организациям, населению и окружающей среде, приостанавливается или прекращается по решению специально уполномоченного органа администрации области в сфере использования НВИЭ.

Нанесенный при таком использовании НВИЭ ущерб возмещается в порядке, определенном законодательством Российской Федерации.

3. Ущерб, причиненный пользователям НВИЭ в результате незаконных действий и бездействия органов государственной власти и местного самоуправления, возмещается в порядке, определенном законодательством Российской Федерации.

Ущерб, причиненный пользователям НВИЭ юридическими лицами и гражданами, возмещается путем соглашения сторон либо в судебном порядке.

**Статья 12. Порядок вступления в силу настоящего закона**

Настоящий закон вступает в силу по истечении десяти дней после дня его первого официального опубликования.

Губернатор

Амурской области Л. В. Коротков

г.Благовещенск

14 марта 2005 г.

№451 – ОЗ

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

**Закон Краснодарского края от 7 июня 2004 г. №723 – КЗ**

**«Об использовании возобновляемых источников энергии**

**в Краснодарском крае»**

**(с изменениями от 11 ноября 2008 г. и 23 июля 2009 г.)**

**Принят Законодательным Собранием Краснодарского края 25 мая 2004 года.**

Настоящий Закон регулирует на основе Конституции Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, Устава Краснодарского края отношения, возникающие в связи с осуществлением на территории Краснодарского края государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии, в целях создания благоприятных организационных и экономических условий для приоритетного использования данных источников энергии в интересах улучшения социально – экономического положения населения, охраны окружающей среды и экономии не возобновляемых источников энергии.

**Глава I. Общие положения**

**Статья 1.** Основные понятия, используемые в настоящем Законе

В настоящем Законе используются следующие основные понятия:

* возобновляемые источники энергии (энергоресурсы) – энергия солнца, ветра, тепла земли,
* природного градиента температур, естественного движения водных потоков, биоэнергия;
* невозобновляемые источники энергии – газ, нефть, уголь, сланцы, торф;
* локальные источники энергии – источники, работающие раздельно с другими источниками энергии;
* установка по использованию возобновляемых источников энергии – комплекс
* технологического оборудования по добыче, приему (получению), преобразованию и использованию
* энергии возобновляемых источников.

**Статья 2.** Законодательство Краснодарского края в сфере использования возобновляемых источников энергии Законодательство Краснодарского края в сфере использования возобновляемых источников энергии состоит из настоящего Закона и принимаемых в соответствии с ним законов и иных нормативных правовых актов Краснодарского края.

**Статья 3.** Объект правового регулирования настоящего Закона

Объектом правового регулирования настоящего Закона являются отношения, возникающие в процессе деятельности, направленной на:

* изучение потенциала возобновляемых источников энергии и его распределение на территории Краснодарского края;
* приоритетное использование возобновляемых источников энергии и произведенной в результате этого электрической и тепловой энергии для автономного использования потребителями;
* создание и применение экономически эффективных технологий, производство оборудования для использования возобновляемых источников энергии и ускорение научно – технического прогресса в данной сфере;
* организацию учета в сфере использования возобновляемых источников энергии в порядке, установленном законодательством;
* экономическое стимулирование использования возобновляемых источников энергии.

**Статья 4.** Основные принципы государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии Государственная политика в сфере использования возобновляемых источников энергии основывается на следующих принципах:

* приоритетность экономически эффективного использования возобновляемых источниковэнергии по сравнению с замещаемыми альтернативными невозобновляемыми энергоресурсами натерритории Краснодарского края;
* признание деятельности юридических и физических лиц, связанной с производством энергии установками, использующими возобновляемые энергоресурсы, деятельностью, обеспечивающей природоохранный эффект и экологическое преимущество данного вида источника энергии;
* экологическое преимущество использования возобновляемых источников энергии для удовлетворения энергетических потребностей Краснодарского края;
* энергосберегающая направленность использования возобновляемых источников энергии;
* организационно – правовая поддержка и экономическое стимулирование деятельности в сфере использования возобновляемых источников энергии со стороны органов государственной власти Краснодарского края.

**Глава II. Компетенция органов государственной власти Краснодарскогокрая и органов местного самоуправления в сфере использования возобновляемых источников энергии**

**Статья 5.** Компетенция законодательного (представительного) органа государственной власти Краснодарского края

Законодательный (представительный) орган государственной власти Краснодарского края в сфере использования возобновляемых источников энергии обладает следующими полномочиями:

* принятие законов и иных нормативных правовых актов;
* утверждение краевых целевых программ;
* предоставление льгот в установленном законодательством порядке.

**Статья 6.** Компетенция высшего исполнительного органа государственной власти Краснодарского края

Высший исполнительный орган государственной власти Краснодарского края в сфере использования возобновляемых источников энергии обладает следующими полномочиями:

* разработка и реализация краевых целевых программ по использованию возобновляемых источников энергии, контроль за их исполнением;
* формирование целевых (финансовых и материальных) ресурсов для реализации краевых целевых программ по использованию возобновляемых источников энергии и контроль за их использованием;
* формирование и введение в действие финансово – экономических механизмов в сфере использования возобновляемых источников энергии;
* определение уполномоченного органа исполнительной власти Краснодарского края в сфере использования возобновляемых источников энергии на территории Краснодарского края.

**Статья 7.** Компетенция органов местного самоуправления

Органы местного самоуправления могут оказывать содействие юридическим и физическим лицам при использовании ими возобновляемых источников энергии, в том числе в пределах своих полномочий разрабатывать, финансировать и осуществлять муниципальные энергетические программы в сфере локального использования возобновляемых источников энергии, создавать муниципальные предприятия и содействовать созданию иных хозяйствующих субъектов малой энергетики на основе использования возобновляемых источников энергии.

**Глава III. Экономические и организационные механизмы в сфере использования возобновляемых источников энергии**

**Статья 8.** Создание и эксплуатация установок по использованию возобновляемых источников энергии

Установки по использованию возобновляемых источников энергии создаются и эксплуатируются юридическими или физическими лицами как в рамках краевых целевых программ, так и при реализации самостоятельных проектов в соответствии с законодательством Российской Федерации.

**Статья 9.** Финансирование краевых целевых программ по использованию возобновляемых источников энергии Финансирование краевых целевых программ по использованию возобновляемых источников энергии осуществляется в порядке, установленном бюджетным законодательством Российской Федерации.

Финансирование иных программ в сфере использования возобновляемых источников энергии может осуществляться за счет средств краевого бюджета на условиях возвратности и платности, а также за счет российских и иностранных инвестиций и иных предусмотренных законодательством Российской Федерации источников.

**Статья 10.** Тарифы на электрическую и тепловую энергию, производимую с использованием возобновляемых источников энергии

Тарифы на электрическую и тепловую энергию, производимую с использованием возобновляемых источников энергии, устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации.

**Статья 11.** Предоставление льгот при использовании возобновляемых источников энергии

Юридическим и физическим лицам – производителям (пользователям) электрической и тепловой энергии, вырабатываемой с использованием возобновляемых источников энергии, а также юридическим и физическим лицам, финансирующим создание установок по использованию возобновляемых источников энергии и сооружений для производства энергии, вырабатываемой с их использованием, могут предоставляться льготы в соответствии с законодательством Российской Федерации.

**Глава IV. Подготовка кадров и информационное обеспечение в сфере использования возобновляемых источников энергии**

**Статья 12.** Утратила силу.

**Статья 13.** Информационное обеспечение в сфере использования возобновляемых источников энергии Информационное обеспечение в сфере использования возобновляемых источников энергии организуется уполномоченным органом исполнительной власти Краснодарского края в порядке, утвержденном высшим исполнительным органом государственной власти Краснодарского края, и осуществляется путем:

* обсуждения программ использования возобновляемых источников энергии и проектов создания установок по использованию возобновляемых источников энергии;
* подготовки демонстрационных проектов использования возобновляемых источников энергии;
* организации выставок оборудования и технологий, применяемых при использовании возобновляемых источников энергии;
* предоставления потребителям энергетических ресурсов информации по вопросам использования возобновляемых источников энергии;
* пропаганды использования возобновляемых источников энергии.

**Глава V. Ответственность за нарушение положений настоящего Закона**

**Статья 14.** Ответственность за нарушение положений настоящего Закона

За нарушение положений настоящего Закона юридические и физические лица несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

**Глава VI. Заключительные положения**

**Статья 15.** Вступление в силу настоящего Закона

Настоящий Закон вступает в силу со дня его официального опубликования.

Глава администрации

Краснодарского края А.Н. Ткачев

г. Краснодар

7 июня 2004 года

№723 – КЗ\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Распоряжение Правительства Белгородской области**

**от 19 июля 2010 г. №300 – рп**

**«Об утверждении временных правил расчета**

**экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа**

**на электрическую энергию (мощность),**

**произведенную на объектах электроэнергетики,**

**использующих возобновляемые источники энергии**

В официальном тексте документа, видимо, допущена опечатка: Федеральный закон т 35 – ФЗ принят 26.03.2003, а не 23.03.2003.

В соответствии с Федеральными законами от 23 ноября 2009 года №261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», от 23 марта 2003 года №35 – ФЗ «Об электроэнергетике», Основами ценообразования в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации, Правилами государственного регулирования и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации, установленными Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2004 года №109 «О ценообразовании в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации», и Концепцией развития биоэнергетики и биотехнологий в Белгородской области на 2009 – 2012 годы, утвержденной постановлением правительства Белгородской области от 8 июня 2009 года №183 – пп:

1. Утвердить прилагаемые временные правила расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию, произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии.

2. Департаменту экономического развития области (Левченко А.А.) в срок до 1 декабря 2010 года разработать классификацию основных средств объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии, для расчета сумм амортизации в соответствии с методами начисления амортизации с учетом особенностей, предусмотренных Налоговым кодексом Российской Федерации.

3. До момента утверждения уполномоченными федеральными органами исполнительной власти нормативных правовых актов в сфере регулирования применения электрической энергии (мощности), вырабатываемой с использованием возобновляемых источников энергии, и расчета регулируемых эко – тарифов на электрическую энергию (мощность), вырабатываемую на основе возобновляемых источников энергии, рекомендовать применять для расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию, произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии, временные правила расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию, произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии.

4. Контроль за исполнением распоряжения возложить на департамент экономического развития области (Левченко А.А.).

Губернатор Белгородской области Е.Савченко Утверждены распоряжением правительства Белгородской области от 19 июля 2010 года №300 – рп «Временные правила расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию (мощность),произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии».

I. Общие положения

1. Настоящие временные правила расчета экономически обоснованного регулируемого эко – тарифа на электрическую энергию (мощность), произведенную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии (далее – Правила), разработаны в соответствии с Федеральными законами от 23 ноября 2009 года №261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», от 23 марта 2003 года №35 – ФЗ «Об электроэнергетике», Основами ценообразования в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации, Правилами государственного регулирования и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации, установленными Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2004 года №109 «О ценообразовании в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации», и Концепцией развития биоэнергетики и биотехнологий в Белгородской области на 2009 – 2012 годы, утвержденной постановлением правительства Белгородской области от 8 июня 2009 года №183 – пп.

2. Правила предназначены для использования Комиссией по государственному регулированию цен и тарифов в Белгородской области, органами местного самоуправления, регулируемыми организациями для расчета методом экономически обоснованных расходов уровней регулируемых эко – тарифов и цен на розничном (потребительском) рынке электрической энергии, произведенной на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии, в случае если установление такого эко – тарифа не приводит к значительному увеличению стоимости электрической энергии (мощности) для конечного потребителя.

3. В Правилах используются следующие основные понятия:

* возобновляемые источники энергии – энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях, энергия приливов, энергия волн водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, в том числе животного происхождения, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках;
* производители электрической энергии и мощности, использующие возобновляемые источники энергии, – лица, осуществляющие деятельность в сфере производства электрической энергии и мощности только на основе возобновляемых источников энергии;
* объект электроэнергетики, использующий возобновляемые источники энергии,
* имущественные объекты, непосредственно используемые в процессе производства электрической энергии и мощности на основе возобновляемых источников энергии;
* энергетическая эффективность электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии – отношение поставленной потребителям электрической энергии к затраченной в этих целях энергии из возобновляемых источников энергии;
* энергия, выработанная на объектах возобновляемой энергетики, – электрическая, тепловая энергия, выработанная на основе возобновляемых источников энергии, являющаяся товаром для реализации;
* эко – тариф – система ценовых ставок, по которым осуществляются расчеты за электрическую энергию (мощность), выработанную на объектах электроэнергетики, использующих возобновляемые источники энергии;
* генерирующие объекты, функционирующие на основе использования возобновляемых источников энергии (далее – ПЭ), – объекты энергетики, использующие возобновляемые источники энергии, соответствующие требованиям, определенным в Правилах квалификации генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 июня 2008 года №426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии», и включенные в реестр квалифицированных генерирующих объектов.

4. Иные термины, используемые в Правилах, имеют значение, указанное в Основах ценообразования.

II. Государственное регулирование применения эко – тарифов на электрическую энергию (мощность), выработанную на генерирующих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии

5. Применение данных Правил Комиссией по государственному регулированию цен и тарифов в Белгородской области осуществляется в соответствии с целями и принципами государственного регулирования, предусмотренными Федеральными законами «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации», «Об электроэнергетике», Основами ценообразования, методическими указаниями по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке и нормативными правовыми актами, устанавливающими правила функционирования генерирующих объектов энергетики, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии.

6. Сумма амортизации основных средств для расчета регулируемых эко – тарифов (цен) генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, определяется в соответствии с нормативными правовыми актами, регулирующими отношения в сфере бухгалтерского учета. При расчете налога на прибыль организаций сумма амортизации основных средств определяется в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации с учетом специфики использования возобновляемых источников энергии и положений Правил.

III. Расчет экономически обоснованного уровня эко – тарифа(цены) на электрическую энергию (мощность) на шинах генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии

7. Калькулирование расходов, связанных с производством электрической и тепловой энергии, осуществляется в соответствии с главой 25 Налогового кодекса Российской Федерации и Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июля 1998 г. №700 «О введении раздельного учета затрат по регулируемым видам деятельности в энергетике».

8. Экономически обоснованный средний одноставочный эко – тариф Т (цена) продажи электрической энергии (мощности) ПЭ, поставляемой на региональный рынок от ПЭ, рассчитывается по формуле, руб./тыс. кВт\*ч:

****,

где НВВ – необходимая валовая выручка на производство электрической энергии;

Э – отпуск электроэнергии в сеть от ПЭ.

9. Расчет экономически обоснованного двухставочного эко – тарифа (цены) продажи электрической энергии ПЭ производится путем разделения НВВ на производство электрической энергии и на содержание электрической мощности.

10. Расчет экономически обоснованного двухставочного эко – тарифа (цены) продажи электрической энергии ПЭ производится по формулам:

* ставка платы за электрическую энергию Т, руб./тыс. кВт\*ч:

****,

* ставка платы за электрическую мощность Т (оплачивается ежемесячно, если иное не установлено в договоре), руб./тыс. кВт\*ч:

****

Где А – суммарные амортизационные отчисления объектов энергетики, использующих с возобновляемые источники энергии;

ВН – водный налог (плата за пользование водными объектами электростанции, входящей в состав ПЭ) (для гидравлических электростанций);

П – прибыль электростанции ПЭ, относимая на производство электрической энергии;

К – коэффициент, равный для электростанции ПЭ:

* 0,3 для всех объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии;
* 0,5 для объектов энергетики, использующих энергию солнца и энергию ветра;
* Э – отпуск электрической энергии с шин электростанции, входящей в состав ПЭ;
* *N* – располагаемая электрическая мощность электростанции, входящей в состав ПЭ, учтенная в сводном прогнозном балансе производства и поставок электрической энергии;
* *М* – число месяцев в периоде регулирования.

11. Предложения об установлении эко – тарифов (цен) на электрическую энергию (мощность) включают в себя:

* экономическое обоснование общей потребности в финансовых средствах по видам регулируемой деятельности на период регулирования;
* виды и объемы продукции в натуральном выражении;
* распределение общей финансовой потребности по видам регулируемой деятельности;
* расчет средних и дифференцированных эко – тарифов (цен) по видам регулируемой деятельности.

12. Для расчета эко – тарифов (цен) используются следующие материалы:

* документ, подтверждающий объем производства электрической энергии на квалифицированных генерирующих объектах, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии;
* баланс мощности ПЭ в годовом совмещенном максимуме графика электрической нагрузки ОЭС;
* расчет полезного отпуска электрической энергии по ПЭ;
* расчет стоимости покупной энергии на технологические цели;
* смета расходов;
* расчет расходов на оплату труда;
* расчет амортизационных отчислений на восстановление основных производственных фондов;
* калькуляция расходов, связанных с производством и передачей электрической энергии;
* расчет источников финансирования капитальных вложений;
* справка о финансировании и освоении капитальных вложений по источникам электроэнергии (производство электроэнергии);
* расчет балансовой прибыли, принимаемой при установлении эко – тарифов;
* расчет экономически обоснованного эко – тарифа продажи ПЭ;
* программа производственного развития (план капитальных вложений), согласованная в установленном порядке;
* расчет размера выпадающих доходов или дополнительно полученной выгоды в предшествующий период регулирования, выявленных на основании официальной отчетности или по результатам проверки хозяйственной деятельности;
* бухгалтерская и статистическая отчетности на последнюю отчетную дату;
* другие дополнительные материалы в соответствии с формой и требованиями, предъявляемыми регулирующим органом.

13. При подготовке материалов указываются отчетные (ожидаемые) показатели базового периода, определяемые по текущим показателям года, предшествующего расчетному, а также, при необходимости, фактические данные за предыдущий год.

IV. Особенности расчета амортизационных отчислений основных производственных фондов объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии

14. Амортизируемое имущество объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии, распределяется по амортизационным группам в соответствии со сроками его полезного использования.

15. Сроком полезного использования признается период, в течение которого объект основных средств или объект нематериальных активов объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии, служит для выполнения целей по обеспечению его экономически эффективного функционирования.

16. Срок полезного использования определяется самостоятельно на дату ввода в эксплуатацию данного объекта амортизируемого имущества объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии, в соответствии с положениями пункта 15 настоящего раздела и с учетом классификации основных средств объектов энергетики, использующих возобновляемые источники энергии, утверждаемой правительством Белгородской области.

17. Классификация основных средств, включаемых в амортизационные группы, утверждается правительством Белгородской области.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

**Распоряжение Правительство Архангельской области**

**от 24 августа 2010 г. №420 – рп о проекте соглашения**

**о сотрудничестве в сфере производства**

**альтернативной электрической энергии из отходов лесопиления**

**в пос. Каменка мезенского района Архангельской области**

**между правительством архангельской области и ЗАО ВПК «Связь»**

В соответствии со статьей 8 областного закона от 14 марта 2007 года №320 – 16 – ОЗ «О договорах и соглашениях Архангельской области»:

1. Одобрить проект соглашения о сотрудничестве в сфере производства альтернативной электрической энергии из отходов лесопиления в пос. Каменка Мезенского района Архангельской области между Правительством Архангельской области и ЗАО «ВПК «Связь» согласно приложению.

2. Министерству топливно – энергетического комплекса и жилищно – коммунального хозяйства Архангельской области направить в установленном порядке указанное соглашение на подписание Губернатору Архангельской области и генеральному директору ЗАО «ВПК «Связь».

3. Настоящее распоряжение вступает в силу со дня его подписания.

Губернатор Архангельской области И.Ф.МИХАЛЬЧУК

Приложение к распоряжению Правительства Архангельской области от 24.08.2010 №420 – рп проект соглашения о сотрудничестве в сфере производства альтернативной электрической энергии из отходов лесопиления в пос. Каменка Мезенского района Архангельской области между правительством Архангельской области И ЗАО «ВПК «СВЯЗЬ» «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2010 г. №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г. Архангельск

Правительство Архангельской области в лице Губернатора Архангельской области Михальчука Ильи Филипповича, действующего на основании Устава Архангельской области, с одной стороны, и ЗАО «ВПК «Связь» в лице генерального директора Павлова Евгения Павловича, действующего на основании Устава, с другой стороны, именуемые в дальнейшем «Стороны», заключили настоящее Соглашение о нижеследующем.

1. Предмет Соглашения

1.1. Предметом настоящего соглашения является сотрудничество в сфере производства альтернативной электрической энергии на базе комплекса генерирующих установок с использованием в качестве топлива отходов лесопиления в пос. Каменка Мезенского района Архангельской области для снижения затрат по производству электроэнергии и улучшения экологической обстановки в поселке.

2. Обязательства Сторон

2.1. В целях достижения целей, предусмотренных в пункте 1.1 настоящего Соглашения, Правительство Архангельской области обязуется:

1) рассмотреть с участием с ОАО «Архангельская областная энергетическая компания» и муниципальным образованием «Мезенский муниципальный район» вопрос о возможности передачи ЗАО «ВПК «Связь» в 2010 году действующей системы производства и сбыта электроэнергии (кроме лесозавода) в пос. Каменка по согласованной арендной ставке;

2) рассмотреть вопрос об установлении для ЗАО «ВПК «Связь» долгосрочного тарифа на электроэнергию, отпускаемую потребителям пос. Каменка.

2.2. В целях реализации целей, поставленных в пункте 1.1 настоящего Соглашения, ЗАО «ВПК «Связь» обязуется:

1) рассмотреть вопрос об установке и запуске в 2010 году экологически безопасного комплекса генерирующих установок по выработке электроэнергии в пос. Каменка Мезенского района;

2) рассмотреть вопрос о планировании сбыта электроэнергии потребителям в размере не менее 5700 МВт в год, не допуская при этом сбоев в электроснабжении поселка;

3) по истечении 8 (восьми) лет с даты начала эксплуатации комплекса генерирующих установок рассмотреть вопрос о безвозмездной передаче комплекса генерирующих установок в муниципальную собственность муниципального образования «Мезенский муниципальный район», сохранив за собой право сервисного обслуживания комплекса генерирующих установок.

3. Срок действия Соглашения

3.1. Настоящее Соглашение вступает в силу со дня его подписания Сторонами и действует в течение 8 (восьми) лет.

3.2. Действие настоящего Соглашения может быть прекращено досрочно по инициативе любой из Сторон путем направления предварительного уведомления в письменной форме другой Стороне не позднее чем за месяц до даты досрочного прекращения настоящего Соглашения.

4. Прочие условия

4.1. Все изменения, дополнения к настоящему Соглашению действительны только в том случае, если они составлены в письменной форме и подписаны обеими Сторонами. 4.2. Настоящее Соглашение составлено в двух экземплярах, по одному для каждой Стороны, имеющих одинаковую юридическую силу.

«Правительство «ЗАО «ВПК «Связь» Архангельской области» Губернатор Генеральный директор Архангельской области «ЗАО «ВПК «Связь»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Ф.Михальчук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.П.Павлов

## ПРИЛОЖЕНИЕ E

**Реестр действующих ВИЭ**

**на территории Красноярского края**

Таблица Е.1 – Реестр действующих ветроэнергетических установок на территории Красноярского края

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Место установки | Характеристики |
| 1 | Пос. Солонцы, Емельяновский муниципальный район. | Ветрогенератор Hummer, 2 кВт |
| 2 | Шоссе трассы М54, вышка сотовой связи в районе кафе «Тайга», Балахтинский муниципальный район | «Бриз – 5000», 5 кВт |
| 3 | Туристическая база в районе заповедника «Ергаки», Ермаковский муниципальный район | 2 ветрогенератора Hummer по  1 кВт |
| 4 | Пос. Тура, Эвенкийский муниципальный район | 2 ветрогенератора «Сапсан – 1000» |

Таблица Е.2 – Реестр действующих малых гидроэлектростанций на территории Красноярского края

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Место установки | Характеристики |
| 1 | Пос. Енашимо | Малая ГЭС установленной мощностью 5 МВт |

Таблица Е.3 – Реестр действующих солнечных электростанций на территории Красноярского края

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Место установки | Характеристики |
| 1 | Озеро Инголь, Шарыповский муниципальный район | Солнечная электростанция, около 2 кВт |
| 2 | Пос. Сорга, Кежемский муниципальный район | Солнечная электростанция, 940 Вт |
| 3 | Кафе «Дебаракадер», г. Красноясрк | Солнечная электростанция, около 5 кВт |
| 4 | Туристическая база в районе заповедника «Ергаки», Ермаковский муниципальный район | Солнечная электростанция, около 1 кВт |

Таблица Е.4 – Реестр действующих биоэнергетических станций на территории Красноярского края

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Место установки | Характеристики |
| 1 | г. Лесосибирск, ОАО «Лесосибирский ЛДК-1» | Котельная, использующая в качестве топлива опилки и КДО |