

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт социально– гуманитарных технологий

Направление подготовки 38.04.01 Экономика, профиль «Экономика фирмы и корпоративное планирование»

Кафедра Экономики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

|                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тема работы                                                                                                                                    |
| <b>Перспективы применения гибридных установок (на основе возобновляемых источников энергии) в малой энергетике России</b><br>УДК 620.92(47+57) |

Студент

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| ЗБМ51  | Огунлана Айоделе Олударе |         |      |

Руководитель

| Должность                | ФИО                         | Ученая степень,<br>звание   | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------|
| доцент кафедры экономики | Горюнова Наталия Николаевна | канд. экон. наук,<br>доцент |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО                         | Ученая степень,<br>звание     | Подпись | Дата |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|---------|------|
| Экономики     | Барышева Галина Анзельмовна | Д– р экон. наук,<br>профессор |         |      |

Томск – 2017 г.

**Планируемые результаты обучения по ООП**  
**38.04.01 Экономика, профиль «Экономика фирмы и корпоративное планирование»**

| <i>Код<br/>результата</i>           | <i>Результат обучения<br/>(выпускник должен быть готов)</i>                                                                                                                                                                                                                        | <i>Требования ФГОС– 3+,<br/>критериев и/или<br/>заинтересованных сторон</i>                                                                                                      |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Универсальные компетенции</i>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  |
| P1                                  | Самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осуществлять интеллектуальное, культурное, нравственное, профессиональное саморазвитие и самосовершенствование в экономических областях                                                              | Требования ФГОС– 3+ (ОК– 1,2,3, ПК– 7,8,9), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i>                          |
| P2                                  | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности в экономике           | Требования ФГОС– 3+ (ОПК– 3, ПК– 11,12) Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i>                           |
| P3                                  | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать и представлять экономическую документацию, защищать результаты                                                                                            | Требования ФГОС– 3+ (ОПК– 1,2, ПК– 2,4) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i>                           |
| <i>Профессиональные компетенции</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  |
| P4                                  | Уметь организовать сбор, обработку, анализ и систематизацию статистической, научной, правовой и иной информации, выбирать адекватные методы и средства решения задач исследования, составлять на их основе научные и аналитические отчеты, обзоры, публикации по экономике фирмы   | Требования ФГОС– 3+ (ОК– 1,2, ОПК– 2, ПК– 1,2,3,4,8,9,11,13) Критерий 5 АИОР (п. 1.1.,1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P5                                  | Проводить анализ экономического состояния фирм, финансовой устойчивости и рентабельности, стратегии в условиях неопределенности, неустойчивости внешней среды                                                                                                                      | Требования ФГОС– 3+ (ОК– 2, ОПК– 1, ПК– 3,4,8,9,10,13) Критерий 5 АИОР (п. 1.2. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i>       |
| P6                                  | Уметь анализировать и использовать данные бухгалтерского, налогового, оперативно–хозяйственного учета для организации и управления фирмой на новом уровне, выявления резервов и факторов роста, совершенствования ее политики, составления текущих и перспективных планов развития | Требования ФГОС– 3+ (ОПК– 3, ПК– 3,6,7,9,12) Критерий 5 АИОР (п. 1.6.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR– ACE</i> и <i>FEANI</i>                     |
| P7                                  | Уметь разрабатывать систему социально–экономических показателей, отражающих состояние фирм; обосновывать методики их расчета, прогнозировать динамику показателей деятельности                                                                                                     | Требования ФГОС– 3+ (ПК– 5,6,8,10,12). Критерий 5 АИОР (п. 1.1.,1.3.), согласованный с требованиями международных                                                                |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | предприятия; составлять планы и бюджеты развития фирм                                                                                                                                                                                                                                                                                  | стандартов EUR– ACE и FEANI                                                                                                                                 |
| P8  | Обладать способностью к самостоятельной разработке заданий по программам развития фирмы, получению проектных решений, их экономическому обоснованию, разработке методических и нормативных документов, предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов и программ, оценке их эффективности                              | Требования ФГОС– 3+ (ОПК– 3, ПК– 5,6,8,10,11,12) Критерий 5 АИОР (п. 1.5.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR– ACE и FEANI          |
| P9  | Развивать навыки руководителя экономическими службами и подразделениями предприятий и организаций разных форм собственности, органов государственной и муниципальной власти для выполнения задач в области экономической политики фирмы                                                                                                | Требования ФГОС– 3+ (ОПК– 1,3, ПК– 11,12) Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR– ACE и FEANI                  |
| P10 | Разрабатывать и обосновывать варианты управленческих решений, организовывать коллектив на внедрение и распространение современных методов организации и управления, стратегии развития и планирования деятельности фирмы на основе внедрения современных управленческих технологий                                                     | Требования ФГОС– 3+ (ПК– 7, 11,12) Критерий 5 АИОР (п. 1.5.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR– ACE и FEANI                        |
| P11 | Осуществлять преподавание экономических дисциплин (прежде всего, по экономике предприятия) в общеобразовательных учреждениях, образовательных учреждениях высшего профессионального и среднего профессионального образования, а также в образовательных учреждениях дополнительного профессионального образования                      | Требования ФГОС– 3+ (ОК– 1,3, ОПК– 2,3, ПК– 9,13,14). Критерий 5 АИОР (п. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR– ACE и FEANI |
| P12 | Приобретать и использовать навыки педагогического мастерства, методики преподавания: готовить методические материалы; разрабатывать рабочие планы и программы; подбирать соответствующий им дидактический инструментарий и методики; готовить задания для учебных групп; анализировать результаты реализации образовательной программы | Требования ФГОС– 3+ (ОК– 2,3, ОПК– 1,3, ПК– 1,2,3,9). Критерий 5 АИОР (п. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR– ACE и FEANI |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт социально– гуманитарных технологий

Направление подготовки 38.04.01 Экономика, профиль «Экономика фирмы и корпоративное планирование»

Кафедра Экономики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой экономики

Г.А.

Барышева

(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**магистерской диссертации**

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| Группа       | ФИО                             |
| <b>ЗБМ51</b> | <b>Огунлана Айоделе Олударе</b> |

Тема работы:

**Перспективы применения гибридных установок (на основе возобновляемых источников энергии) в малой энергетике России**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 5429/С от 08.07.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

23 мая 2017 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ;**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b><br><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>        | Объект исследования – рынок гибридных энергетических установок в малой энергетике Томской области.<br>Методические пособия по теме исследования, научная отечественная и зарубежная литература, диссертации, справочные издания, материалы научных конференций, журналы и периодические издания.                                                                                                                             |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основы формирования малой энергетике и ее проблемы</li><li>2. Преимущества и ограничения использования возобновляемых источников энергии</li><li>3. Механизмы стимулирования и поддержки развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ)</li><li>4. Оценка потенциала использования ВИЭ в малой энергетике Томской области.</li><li>5. Технико-экономическое обоснование</li></ol> |

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | проекта модульной гибридной системы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | Таблицы, графики, рисунки, в т.ч. схемы:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– Механизмы стимулирования для инвестиций в ВИЭ в Европе, Азии и США</li> <li>– Схема налогового стимулирования для производства энергоэффективных продуктов</li> <li>– Основные альтернативные источники энергии Томской области и перспективы их использования</li> <li>– Данные по солнечной радиации в Томской области для произвольно ориентированной поверхности для 21.06 и 21.12</li> <li>– Характерные суточные графики нагрузки за зимние и летние сутки</li> <li>– Общая схема автономной гибридной системы</li> <li>– Структура разрабатываемого изделия модульной гибридной системы автономного электроснабжения (МГСАЭ).</li> </ul> |

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

| Раздел                     | Консультант                     |
|----------------------------|---------------------------------|
| Социальная ответственность | Черепанова Наталья Валерьевна   |
| Иностранная часть          | Бескровных Людмила Вячеславовна |
|                            |                                 |
|                            |                                 |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

| На английском |                                                                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | Introduction                                                                               |
|               | 1.3 Mechanisms for stimulation and support for the development of renewable energy sources |
|               | Conclusion                                                                                 |

|                                                                                                 |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 25 января 2017 г. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

**Задание выдал руководитель**

| Должность                | ФИО                         | Ученая степень, звание   | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------|------|
| доцент кафедры экономики | Горюнова Наталия Николаевна | канд. экон. наук, доцент |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| ЗБМ51  | Огунлана Айоделе Олударе |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|                            |               |                                  |                                                                            |
|----------------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Группа</b>              |               | <b>ФИО</b>                       |                                                                            |
| ЗБМ51                      |               | Огунлана Айоделе Олударе         |                                                                            |
| <b>Институт</b>            | <b>НИ ТПУ</b> | <b>Кафедра</b>                   | <b>экономики</b>                                                           |
| <b>Уровень образования</b> | магистратура  | <b>Направление/специальность</b> | 38.04.01 Экономика, профиль «Экономика фирмы и корпоративное планирование» |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)<br/>на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной природы)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций социального характера</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>2. Список законодательных и нормативных документов по теме</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><i>1. Анализ факторов внутренней социальной ответственности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы корпоративной культуры исследуемой организации;</li> <li>– системы организации труда и его безопасности;</li> <li>– развитие человеческих ресурсов через обучающие программы и программы подготовки и повышения квалификации;</li> <li>– Системы социальных гарантий организации;</li> <li>– оказание помощи работникам в критических ситуациях.</li> </ul>                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– системы организации труда и его безопасности;</li> <li>– развитие человеческих ресурсов через обучающие;</li> <li>– программы и программы подготовки и повышения; квалификации.</li> </ul> |
| <p><i>2. Анализ факторов внешней социальной ответственности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содействие охране окружающей среды;</li> <li>– взаимодействие с местным сообществом и местной властью;</li> <li>– Спонсорство и корпоративная благотворительность;</li> <li>– ответственность перед потребителями товаров и услуги(выпуск качественных</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– спонсорство и корпоративная благотворительность;</li> <li>– взаимодействие с местным сообществом и местной властью</li> </ul>                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>товаров)<br/>– готовность участвовать в кризисных ситуациях и т.д.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| <p><b>3. Правовые и организационные вопросы обеспечения социальной ответственности:</b><br/>– Анализ правовых норм трудового законодательства;<br/>– анализ специальных (характерные для исследуемой области деятельности) правовых и нормативных законодательных актов;<br/>– анализ внутренних нормативных документов и регламентов организации в области исследуемой деятельности</p> |  |
| <p><b>Перечень графического материала:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
| <p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 02.05.2016 |
|------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность                  | ФИО                           | Ученая степень, звание    | Подпись | Дата |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент кафедры менеджмента | Черепанова Наталья Валерьевна | канд. филос. наук, доцент |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| ЗБМ51  | Огунлана Айоделе Олударе |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 114 с, 9 рис., 21 табл., 64 источника, 6 прил.

**Ключевые слова:** малая энергетика, возобновляемые источники энергии, электростанции, дизельная электростанция, солнечная энергия.

**Объектом исследования является** рынок гибридных энергетических установок в малой энергетике Томской области.

**Цель работы** – оценка экономической эффективности использования гибридных энергетических установок в малой энергетике Томской области.

**В процессе исследования** энергия рассматривалась как экономический ресурс, исследованы механизмы стимулирования развития возобновляемой энергетики, проанализированы перспективы ее использования в с. Нарым Парабельского района Томской области.

**В результате исследования** на основе анализа текущего состояния рынка малой (дизельной) энергетики в Томской области и технико-экономического обоснования проекта гибридной установки выработаны рекомендации по модернизации функционирования малой энергетики с целью повышения экономической эффективности недоступных районов Томской области.

**Основные конструктивные, технологические и технико– эксплуатационные характеристики:** магистерская диссертация состоит из трех частей: в первой рассмотрен анализ перспектив развития ВИЭ в России. Во второй исследованы проблемы и перспективы ВИЭ в Томской области. В третьей – выполнено технико-экономическое обоснование проекта модульной гибридной системы. Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10.0 и представлена на CD–диске (в конверте на обороте обложки).

**Степень внедрения:** основные положения и выводы настоящей работы апробированы при прохождении преддипломной практики в АНО «Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности», использованы для написания бизнес-плана проекта.

**Область применения:** результаты исследования могут быть использованы руководителями, специалистами организационно– правовых и планово– экономических служб, государственными структурами в процессе управления топливно– энергетическим комплексом, а также в преподавании ряда социально– экономических дисциплин.

**Экономическая эффективность/значимость работы** заключается в разработке комплекса рекомендаций по модернизации ОРЭМ для обеспечения конкурентного взаимодействия генерирующих компаний как субъектов оптового рынка

**В будущем планируется** глубже изучить проблему формирования оптового рынка электроэнергетической отрасли, разработать подробную методику по оптимизации данного процесса в электроэнергетике России

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

### **Определения**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Альтернативные источники энергии – это способы, устройства или сооружения, позволяющее получать электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии) и заменяющий собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле.

Возобновляемая или регенеративная энергия («Зеленая энергия») – энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми.

Субъекты электроэнергетики – лица, осуществляющие деятельность в сфере электроэнергетики, в том числе производство электрической, тепловой энергии и мощности, приобретение и продажу электрической энергии и мощности, энергоснабжение потребителей, оказание услуг по передаче электрической энергии, оперативно – диспетчерскому управлению в электроэнергетике, сбыт электрической энергии (мощности), организацию купли–продажи электрической энергии и мощности.

Электростанция – совокупность установок, оборудования и аппаратуры, которые непосредственно используются для производства электрической энергии, а также необходимые для этого сооружения и здания, расположенные на определенной территории.

Электроэнергетика – отрасль промышленности, занимающаяся производством электроэнергии на электростанциях и передачей ее потребителям.

Энергосбытовая компания – организация, осуществляющая в качестве основного вида деятельности продажу другим лицам произведенной или приобретенной электрической энергии.

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 13109– 97. Качество электрической сети. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия, совместимость технических средств.

Федеральный закон от 26.03.2003 № 35– ФЗ «Об электроэнергетике»

Федеральный закон от 26.03.2003 № 36– ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об электроэнергетике».

Постановление Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006 г. № 530 «Об утверждении основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии».

Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 1172 «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности».

## Сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

АИЭ – альтернативные источники энергии

АКБ – аккумуляторная батарея

АП – автономный потребитель;

ВГ – ветрогенератор;

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;

ВЭС – ветряная электростанция

гВт – гигаватт

ГРЭС – государственная районная электростанция;

ГЭС – гидроэлектростанции;

ДГ – дизель– генератор;

ДТ – дизельное топливо

ДЭС – дизельная электростанция

ЕС – Европейский союз

ЕЭС – единая электроэнергетическая система России;

ИиР – исследование и разработка

кВт – киловатт;

КПД – Коэффициент полезного действия;

КСО корпоративная социальная ответственность

КУУД – контроллер управления, учета и диспетчеризации

МАИ – модуль автономного инвертора;

МБН – модуль балластных нагрузок

мВт – мегабит;

МГСАЭ – модульной гибридной системы автономного электроснабжения

МН – модуль накопителя;

МПВГ – модуль преобразователя ветрогенератора;

МПДГ – модуль преобразователя дизель– генератора;

МПСП – модуль преобразователя солнечных панелей;

МСП – массив солнечных панелей

НДС – налог на добавленную стоимость

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

ПАО – Публичное акционерное общество;

СЭС – солнечные электростанция

ТЭС – тепловая электростанция;

ТЭЦ – теплоэлектроцентрали;

ШПТ – шина постоянного тока;

ЭС – электростанция.

## Оглавление

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                                                       | 15 |
| 1 Анализ перспектив развития ВИЭ в России .....                                                                                      | 19 |
| 1.1 Возобновляемые источники энергии как экономический ресурс .....                                                                  | 19 |
| 1.2 Преимущества и ограничения использования возобновляемых источников энергии .....                                                 | 25 |
| 1.3 Механизмы стимулирования и поддержки развития ВИЭ .....                                                                          | 36 |
| 2 ВИЭ в Томской области: проблемы и перспективы .....                                                                                | 45 |
| 2.1 Перспективы развития малой энергетики .....                                                                                      | 45 |
| 2.2 Оценка потенциала использования ВИЭ в Томской области.....                                                                       | 48 |
| 2.3 Возможности применения гибридных установок .....                                                                                 | 58 |
| 3 Техничко-экономическое обоснование проекта модульной гибридной системы .....                                                       | 69 |
| 3.1 Описание особенностей проекта.....                                                                                               | 69 |
| 3.2 Финансовый план проекта .....                                                                                                    | 70 |
| 3.3 Расчеты окупаемости и эффективности проекта .....                                                                                | 72 |
| 4 Социальная ответственность .....                                                                                                   | 79 |
| 4.1 Определение стейкхолдеров реализации проекта .....                                                                               | 80 |
| 4.2 Определение структуры программ КСО.....                                                                                          | 82 |
| Заключение .....                                                                                                                     | 84 |
| Список публикаций студента.....                                                                                                      | 86 |
| Список используемых источников .....                                                                                                 | 87 |
| Приложение А Планируемый объем продаж и себестоимость гибридной энергетики в с. Нарым Парабельского района за 15 лет в тыс. руб..... | 95 |
| Приложение Б Анализ амортизации основных средств для гибридной энергетики .....                                                      | 96 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Приложение В Отчет о финансовых результатах проекта, тыс. руб. ....                                                                  | 97  |
| Приложение Г Отчет о движении денежных средств (тыс. руб.) .....                                                                     | 98  |
| Приложение Д Прогнозный баланс, тыс. руб.....                                                                                        | 99  |
| Приложение Е Расчет внутренней нормы доходности .....                                                                                | 100 |
| Приложение Ё Perspectives usage of hybrid system (on bases of renewable sources of energy) for small-scale generator in Russia ..... | 101 |

## **Введение**

**Актуальность исследования.** В настоящее время важной необходимостью стало вести наблюдение за возобновляемыми источниками энергии, такими как солнце, ветер, геотермальные источники, океан и биомассы в качестве устойчивой, экономически эффективной и экологически чистой альтернативы традиционным источникам энергии. Тем не менее, дискретность получения энергии от этих источников диктует необходимость проведения исследований в области гибридных систем возобновляемых источников энергии. За последние несколько лет имело место множество исследований в области проектирования, оптимизации, управления и контроля гибридных систем возобновляемых источников энергии.

Гибридная энергетическая система является отличным решением для электрификации отдаленных сельских районов, где расширение энергосистемы является сложным и неэкономичным. Такая система включает в себя комбинацию одного или нескольких возобновляемых источников энергии, таких как солнечные фотоэлектрические, энергия ветра, микро-ГЭС и даже обычные генераторы для резервного копирования.

Объединение этих возобновляемых источников энергии с резервными единицами для формирования гибридной системы может обеспечить более экономичные, экологически чистые и надежные поставки электроэнергии при любых условиях спроса по сравнению с одноразовым использованием таких систем. Одним из наиболее важных вопросов в этом типе гибридной системы является оптимальный размер компонентов гибридной системы для удовлетворения всех требований к нагрузке с возможными минимальными инвестиционными и эксплуатационными затратами. Есть много исследований по оптимизации и калибровке гибридных систем возобновляемых источников энергии, так как в последнее время их использование набрало популярность.

Вопрос надёжного и качественного энергообеспечения районов Западной и Восточной Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока является весьма актуальным. В настоящее время около 70% территории России с постоянно проживающим населением в 10 млн. человек, где расположено 70 городов, более 360 посёлков городского типа и около 1400 мелких населённых пунктов, получает электроэнергию от изолированных энергосистем (ИЭС). ГОСТ 21027-75 «Системы энергетические» под изолированной энергосистемой понимает энергосистему, не имеющую электрических связей для параллельной работы с другими энергосистемами.

Для обеспечения таких регионов электроэнергией помимо десятка крупных и средних электростанций (ГРЭС, ТЭЦ мощностью более 30 МВт) используются десятки электростанций малой энергетики (мощностью до 30 МВт) на базе традиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также, согласно , 49,5 тыс. дизель – генераторных установок суммарной установленной мощностью около 17 тыс. МВт и с выработкой электроэнергии около 50 млрд. кВт\*ч в год. Средняя установленная мощность таких установок составляет 0,34 мВт.

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время, ученые накопили огромное количество научных работ, которых кажутся исследования малой энергетики в России. Достаточно широко литература, содержащая обобщения по разным аспектам реформирования малой энергетики. Выбор темы настоящего исследования помимо ее актуальности в значительной степени был обусловлен недостаточной теоретической разработанностью и освещенностью в экономической литературе проблем возобновляемых источников энергии.

## **Цель и задачи исследования.**

Целью настоящего исследования является оценка экономической эффективности использования гибридных энергетических установок в малой энергетике Томской области

В соответствии с поставленной целью в ходе осуществления исследования осуществлялось решение следующих задач, определивших структуру работы:

1. Рассмотреть основы формирования малой энергетики и ее проблемы.
2. Выявить преимущества и ограничения использования возобновляемых источников энергии
3. Проанализировать механизмы стимулирования и поддержки развития ВИЭ
4. Исследовать потенциал использования ВИЭ в малой энергетике Томской области.
5. Выполнить технико–экономическое обоснование проекта модульной гибридной системы.

**Объект исследования** – гибридные энергетические установки в малой энергетике Томской области.

**Предмет исследования** – экономическая эффективность использования гибридных энергетических установок в малой энергетике Томской области.

**Теоретическая и методологическая основа диссертационного исследования.** Теоретической основой исследования послужили труды российских и зарубежных ученых и специалистов по проблемам развития рынка малой энергетики и развития конкурентного рынка электроэнергии, правовая база экономических реформ, законодательно закреплённая

решениями органов исполнительной и законодательной власти Российской Федерации.

В методологическую основу исследования были положены разнообразные современные методы: системный подход, аналитический, комплексно–факторный, абстрактно–логический, экономико–статистический, методы анализа, обобщения и аналогии, сравнительных и экспертных оценок, статистической обработки данных.

**Гипотеза.** Инвестирование в создание гибридных энергетических установок является экономически эффективным.

**Информационной базой исследования** послужили статистические и другие информационные источники, современная теория управления и организации отраслевых рынков, материалы Госкомстата РФ, статистические данные РАО «ЕЭС России», Федеральной энергетической комиссии.

**Научная новизна исследования.** Исследованы возможности применения гибридных электростанций в Томской области.

**Практическая значимость.** Основные положения и выводы диссертационного исследования могут быть использованы руководителями, исследователями, управленцами и регулирующими органами электроэнергетики.

Основные положения и выводы настоящей работы использованы при прохождении научно–исследовательской практики на предприятии инновационного типа.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемых источников и приложения. Основной текст работы изложен на 85 страницах.

# 1 Анализ перспектив развития ВИЭ в России

## 1.1 Возобновляемые источники энергии как экономический ресурс

Энергия как ресурс достаточно редко рассматривается в экономической науке. Это энергия различного вида и свойств: физическая, химическая, в том числе ядерная, биологическая. Их доступность зависит от технологий, которыми обладают люди [1]. Рисунок 1 показывает классификацию источников энергии.

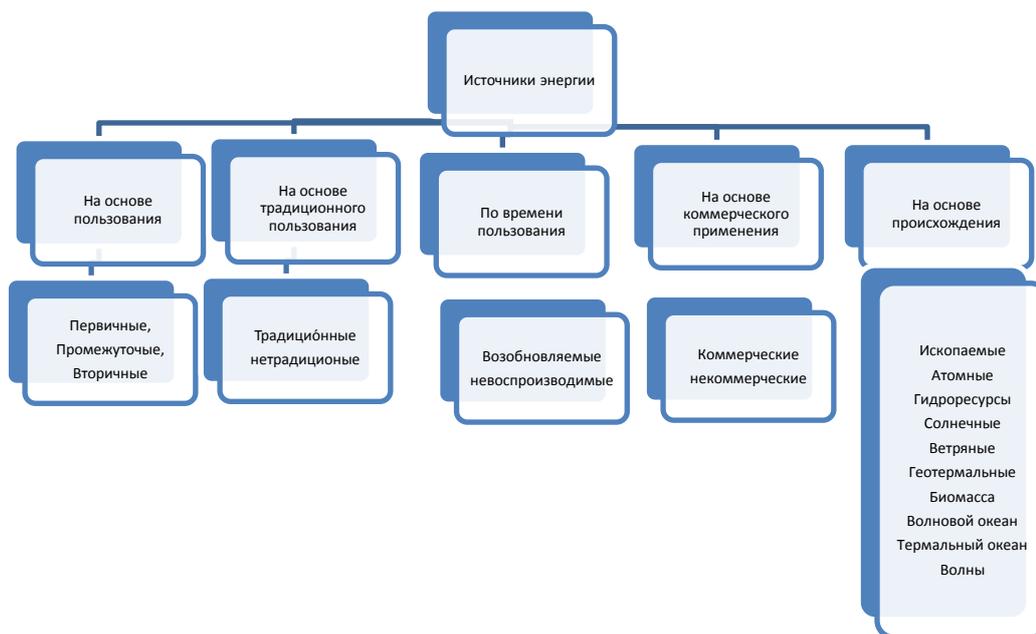


Рисунок 1 – Классификация источников энергии

Первичные энергоресурсы подразделяются на возобновляемые (воспроизводимые) и невозобновляемые (невоспроизводимые). Невозобновляемые энергоресурсы включают в себя виды минерального топлива: уголь, торф, нефть, газ, горючие сланцы и др. Их также называют традиционными энергоресурсами, так как они широко используются в качестве топливно-энергетического сырья в мировом хозяйстве.

Добыча угля, нефти и природного газа до середины 70-х гг. была доступной в техническом плане и сравнительно недорогой. Данный факт обусловил стремительное развитие энергетики в 20 веке. В мировом

потреблении энергоресурсов доля угля составляла свыше 25% (в 1950 г. достигала 50%), доля газа и нефти - 60%.

Химическая промышленность, в том числе производство моторных топлив и синтетических материалов, стали основными потребителями ценнейшего технологического сырья – газа и нефти. В конце 20 в. важным первичным энергоресурсом становится ядерная энергетика. На атомных электростанциях было выработано более 12% всей электроэнергии, произведённой на планете (середина 80-х гг.), а в начале 21 века ее доля становится больше в 2– 2,5 раза в мировом электро-балансе [2].

По прогнозам [3], традиционные топливно-энергетические ресурсы, при действительных темпах развития нефтегазовой отрасли, исчезнут в ближайшие 100 – 150 лет. Мировые запасы угля составляют 30 трлн. тонн, нефти – 300 млрд. тонн, газа – 220 трлн. м3. Разведанные запасы угля составляют 1685 млрд. тонн, нефти – 137 млрд. тонн, газа – 142 трлн. м3. Несмотря на то, что в последние годы было открыто много месторождений нефти и газа в шельфовых зонах морей, запасов угля хватит примерно на 270 лет, нефти на 35– 40 лет, газа на 50 лет.

Установлено, что за последние 10 лет электроэнергия в России подорожала в три и более раза. По прогнозу экспертов к 2014 году электроэнергия вырастет в цене еще в 2 раза. В итоге, после перехода к "ручному управлению" отраслью ситуация стала более тревожной: цены на электроэнергию в России, мало того, что стали дороже, чем в большинстве стран, обеспеченных энергоносителями, но и приблизились к уровню стран, испытывающих серьезный недостаток в энергетическом сырье.

К возобновляемым (воспроизводимым и практически неисчерпаемым) энергетическим ресурсам относятся:

**1 Гидроэнергия и гидроэлектростанции** – энергия, сосредоточенная в потоках водных масс в русловых водотоках и приливных движениях. Чаще всего используется энергия падающей воды. Для повышения разности уровней воды, особенно в нижних течениях рек, сооружаются плотины.

В СССР первая геотермальная электростанция была построена в 1966 году на Камчатке, в долине реки Паужетка. Её мощность – 12 МВт. [4]

Гидроэнергия - важный источник энергии, который отвечает на многие экологические вопросы, но не на все. Уже к началу XX столетия бурные и большие реки начали привлекать к себе внимание, а под конец века и тысячелетия большая часть этих рек уже была застроена вереницами плотин, дамб, дающих их владельцам невероятно дешёвую энергию.

Но это строительство привело к серьёзному ущербу для природы, окружающей среды и сельского хозяйства. На территории ниже плотин падал уровень грунтовых вод, большие пространства оказывались иссушенными, высыхали озера, искажалось или прерывалось естественное течение рек, животные, зависящие от водных ресурсов, исчезали. Территории выше плотин затапливались, что приводило к не меньшему количеству последствий. Хотя эти минусы не были ощутимы на горных реках, однако в случае землетрясения существовал большой риск разрушения плотины и, как следствие, катастрофы, способной привести к гибели людей. В связи с этим, нельзя считать современные крупные гидроэлектростанции полностью экологически чистыми. Эти причины стали основой для идеи создания более мелких ГЭС, они могут располагаться на сравнительно небольших реках, их генераторы будут работать от обычной силы течения реки. Полностью разработаны пропеллерные и центробежные переносные рукавные электростанции. Их мощность колеблется от 0.2 до 30 кВт. При массовом производстве такие "мини – ГЭС" способны наравне конкурировать с большими ГЭС в стоимости кВт – часа. Главным их плюсом является мобильность – их можно установить где угодно, для их доставки достаточно одной вьючной лошади. Отдельно можно выделить перспективную разработку – геликоиду турбину Горлова [5]. Она не требует сильного напора и способна работать, используя кинетическую энергию воды. Такой подход может убрать зависимость мощности ГЭС от высоты или силы напора, что значительно расширяет потенциальные области для добычи чистой энергии.

2. Одно из перспективных направлений возобновляемой энергетики – **солнечная энергетика** - экологически безопасный, неисчерпаемый и дешевый источник энергии. На основе использования солнечного излучения получают энергию для горячего водоснабжения, отопления и электроснабжения.

По заявлению экспертов, количество совокупной энергии всех мировых запасов газа, урана, нефти и угля намного меньше солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли в течение одной недели. Данное утверждение подтверждают слова Ж.И. Алферова,, «человечество имеет надежный естественный термоядерный реактор – Солнце. Оно является звездой класса «Ж– 2», очень средней, каких в Галактике до 150 миллиардов. Но это – наша звезда, и она посылает на Землю огромные мощности, преобразование которых позволяет удовлетворять практически любые энергетические запросы человечества на многие сотни лет» [6]. Также стоит отметить, что солнечная энергетика не несет отрицательного влияния для экологии планеты и является «чистой». Рисунок 2 показывается солнечной энергетический запас. Также стоит отметить, что солнечная энергетика не несет отрицательного влияния для экологии планеты и является «чистой». Рисунок 2 показывается солнечной энергетический запас.

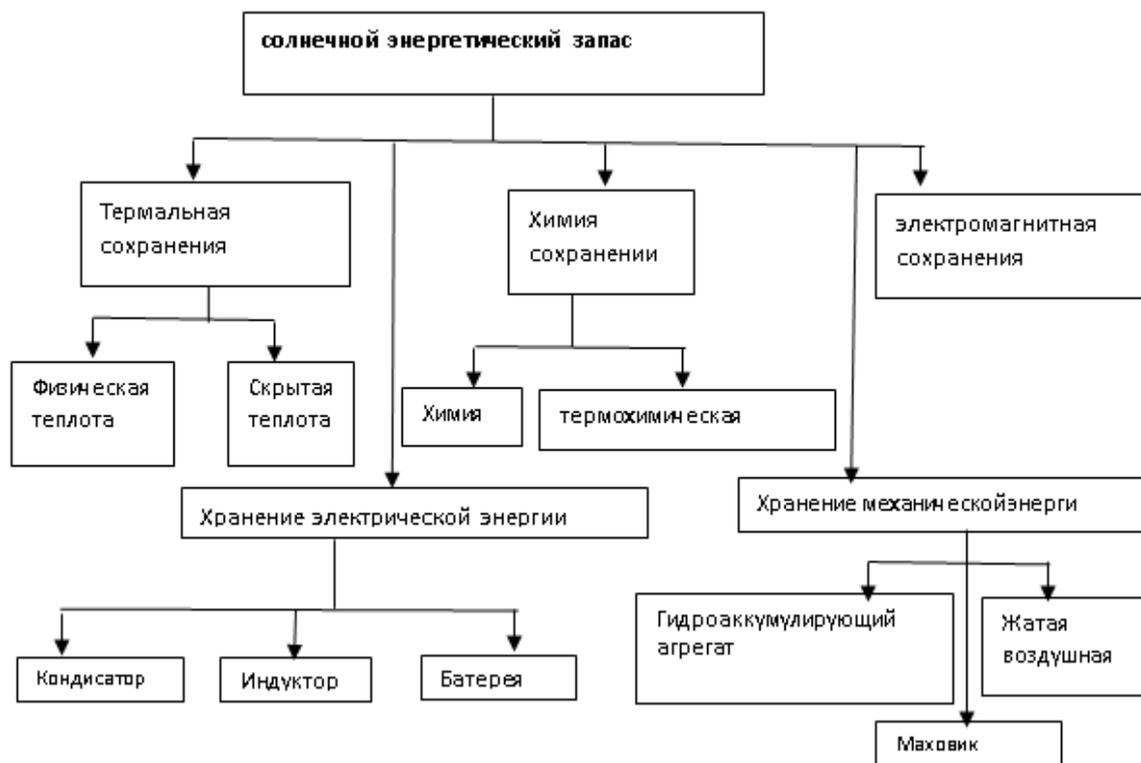


Рисунок. 2 Хранение солнечной энергии

- Солнечная энергия может использоваться двумя способами:
- Солнечное отопление
- Солнечное электричество

3. **Ветроэнергетика** – это способ получения энергии путем преобразования кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в любую другую форму энергии (тепловую, электрическую или механическую). Данное преобразование возможно при наличии следующих агрегатов: ветрогенератор (получение электрической энергии), парус (использование в транспорте), ветряная мельница (выработка механической энергии) и др. [7].

Следует отметить, что одним из лидеров в этой области в 1930 – 1950е годы был Советский Союз. В далёком 1931 году в Крыму, около Балаклавы, была введена в эксплуатацию ветра электростанция, которая работала до 1941 года. Во время боёв за Севастополь она была полностью разрушена. Опорную конструкцию ветродвигателя (мачту) построили по проекту Владимира Григорьевича Шухова. Ветра агрегат с колесом диаметром 30 м и генератором в 100 кВт был на тот период самым мощным в мире. Ветра

регаты в Дании и Германии того времени имели диаметр колеса до 24 м, а их мощность не превышала 50 – 70 кВт. [8]

Мощность ветра генератора зависит от площади, заметаемой лопастями генератора, и высоты над поверхностью. К примеру, турбины датской фирмы Vestas имеют следующие характеристики: мощность - 3 МВт, высота – 115 м, высота башни - 70 м, диаметр лопастей - 90 м.

4. **Биомасса** - древнейший источник энергии, до недавнего времени ее использование реализовывалось путем прямого сжигания в открытом огне или в топках с низким КПД.

Под биомассой подразумевают органические вещества, которые образуются в растениях в результате фотосинтеза и могут быть использованы для получения энергии, включая все виды растительности, растительные отходы сельского хозяйства, деревообрабатывающей и других видов промышленности. Также под биомассой понимают не обязательно растительного происхождения промышленные и бытовые отходы, утилизация которых происходит по одинаковому принципу.

Использование биомассы для получения энергии на основе современных технологий является экологически значительно более безопасным по сравнению с энергетическим использованием традиционных органических ресурсов, таких как уголь.

Потенциальные ресурсы растительной биомассы, которые могут использоваться в качестве источника энергии, достигают 100 млрд. т.у.т. В настоящее время в мировом энергобалансе растительная биомасса (в основном дрова) не превышает 1 млрд. У.Т. (около 12%)[9].

Таким образом, в отличие от традиционных источников энергии, которые являются ограниченными и исчерпываемыми, ВИЭ являются неограниченными и неисчерпаемыми, например, солнце, воздух, земля и вода. Другими характеристиками ВИЭ как экономического ресурса являются следующие:

- возобновляемая энергетика может создать новых рабочих мест,

- развитие возобновляемых источников энергии стимулировать инвестиции в экономику стран,
- проекты возобновляемых источников энергии помогают поддерживать государства и местных сообществ.
- внедрение возобновляемых источников энергии увеличивает глобальный ВВП.

## **1.2. Преимущества и ограничения использования возобновляемых источников энергии**

**Гидроэнергия.** Главное преимущество, которым обладают все формы гидроэнергии, – то, что они обеспечивают электричество, не используя ископаемое топливо. Энергия из воды, гидроэнергия не способствует глобальному потеплению, вызванному наращиванием газов, таких как углекислый газ в атмосфере. И при этом это не способствует кислотному дождю, или осадкам, которые являются кислотными, так как содержат такие вещества как двуокись серы. Кислотный дождь, как любое кислотное вещество, может оказать неблагоприятное воздействие на леса, дикую природу, и даже структуры, созданные людьми.

Другое главное преимущество гидроэнергии – фактическая бесконечность ресурсов. Энергия, обеспеченная водой будет использоваться пока существуют реки и океаны.

Гидроэнергия, тем не менее, имеет ряд недостатков. Использование энергии воды как источника электричества требует огромных инвестиций.

Второй недостаток – зависимость водной энергии от природных условий. На электростанция использующих ископаемое топливо электричество генерируется постоянно. В результате энергетическая система находится в устойчивом темпе. Водная энергия переменчива в плане генерации электричества. В сухой сезон уровень воды в реке падает, снижая уровень воды в резервуаре позади гидроэлектрической дамбы. Уровень

может понизить до такой степени, что операторы дамбы должны будут замедлить поток воды через дамбу, сокращая производительность электричества. В случае океанской энергии операторы Электростанции не имеют никакого контроля над водой. Энергия приливов и отливов, например, может измениться со дня на день, в зависимости от построения Земли с солнцем и луной. Энергия волн непостоянна, и зависит от направления ветра. В то время как энергия океанских потоков более предсказуемо, главное препятствие – это стоимость. Создание электростанции в середине Гольфстрима было бы крупным подвигом.

Проблема состоит в том, что водная энергия не равномерно распределяется через Землю. В то время как течения рек используют во всем мире, а энергию приливов и отливов эффективно использовать можно не в каждом районе. У некоторых прибрежных районов есть более высокие показатели, обычно из-за некоторых географических рельефов.

Использование речного течения, также, является нестабильным. В то время как гидроэлектроэнергия обеспечивает 24 процент электричества, используемого во всем мире и 9,10 процентов, используемый в Соединенных Штатах, большая часть той гидроэлектроэнергии концентрируется в областях с несколькими реками. В Соединенных Штатах, например, 14 процентов электричества, используемого в состояниях Рокки Мунтэйна, прибывают из гидроэлектрических дамб; на Тихоокеанском Северо-западе, напротив, 65 процентов потребностей в электричестве заполнено 58 гидроэлектрическими дамбами. В то время как гидроэлектрические дамбы обеспечивают почти все электричество в Норвегии, 83 процента в Исландии, 67 процентов в Австрии, и 60 процентов в Канаде, они не могут обеспечить тот же процент в странах Ближнего Востока или в большей части Африки [10].

**Гидроэлектростанции.** Вода является возобновляемым источником энергии. Круговорот воды в природе за счет снегопадов и дождей восполняет источники энергии.

Работа ГЭС не загрязняет почву и не сопровождается выделением вредных отходов (пылевых загрязнителей, угарного газа, окислов азота и серы, углекислоты и др.). Тепло, которое передается протекающей воде, в результате трения движущихся частей турбины, крайне редко бывает большим. Изменяя объем воды, подводимый к турбинам (скорость водяного потока), можно легко контролировать производительность ГЭС.

Водохранилища, сооружаемые для гидростанций, можно использовать в качестве зон отдыха, порой вокруг них складывается поистине захватывающий пейзаж. Искусственные водохранилища имеют, как правило, чистую воду (примеси остаются на дне), которая пригодна для использования в качестве купания, питья и ирригации.

При этом большие водохранилища затопляют огромные участки земли - это вызывает экономические трудности и массовые переселения. Разрушение плотины ГЭС приводит к катастрофическому наводнению ниже по течению реки, поэтому в равнинных районах строить ГЭС неэффективно. В искусственных водоемах уровень воды может резко меняться, поэтому не рекомендуется строить дома на такой местности.

Сооружение плотины имеет губительные недостатки для природы. Во-первых, течение реки может практически остановиться по причине сниженного уровня растворенного кислорода в воде. Это ставит под угрозу растительную жизнь не только в водохранилище, но и вокруг него. Во-вторых, плотина нарушает нерестовый цикл рыбы. Пути решения этой проблемы состоят в установке дополнительных сооружений: рыбоподъемниках или рыбоходах. Однако это влечет дополнительные средства на эксплуатацию ГЭС [17].

**Ветроэнергетика.** Очевидным плюсом ветроэнергетики является фактическая бесконечность ресурсов: пока на планете имеется атмосфера и светит Солнце, будет и движение воздушных масс, которое можно использовать для получения энергии.

Еще один несомненный плюс: экологичность. Ветряные электростанции не выделяют никаких вредных веществ, не загрязняют окружающую среду. К сожалению, их все же нельзя назвать полностью экологически безопасными, так как ветроэнергетическая установка довольно шумная, и поэтому в Европе законодательно установлен предельный уровень шума для дневного и ночного времени, который ветряные электростанции не должны превышать. Кроме того, работу ветряных электростанций приходится останавливать во время сезонного перелета птиц (на данный случай в Европе также имеется законодательное ограничение). В России подобных ограничений нет, но ветряные электростанции не располагаются поблизости от жилых домов – исходя из удобства населения.

Наряду с таким плюсом, как неисчерпаемость энергетического источника, идет и минус: эффективность работы ветряной электростанции зависит от времени года, времени суток, погодных условий и географического положения. К сожалению, скорость ветра изменяется в зависимости от всех этих параметров, а так как энергия ветра является кинетической, то она напрямую связана со скоростью ( $E = m \times v^2 / 2$ ) – чем выше скорость, тем, соответственно, больше энергии вырабатывает ветроустановка. Поэтому ветряные электростанции приходится использовать обычно вместе с другими источниками энергии, а также пользоваться аккумуляторами, которые принимали бы избыток энергии в ветреные дни и отдавали бы во время штиля.

К плюсам ветряных электростанций можно отнести и быстроту возведения ветроустановки: даже для промышленной установки требуется не более двух недель, учитывая время, затраченное на подготовку площадки, ну а бытовой ветрогенератор, пригодный для снабжения энергией частного дома или коттеджа, устанавливается за считанные часы.

Иногда к минусам ветряных электростанций относят довольно большую площадь, которую занимают ветроустановки (электростанция может содержать сто и более ветроэнергетических установок). Однако,

наряду с наземными ветряными электростанциями, сейчас устанавливаются и прибрежные (их существенным плюсом является стабильность работы – за счет морских бризов), шельфовые (находятся в море на значительном удалении от берега (10– 60 км), не занимают земельные участки, весьма эффективны, так как морские ветры регулярны и обладают значительной скоростью). [11]

### **Солнечная энергия.**

**Возобновляемость:** Говоря о солнечной энергии, в первую очередь, необходимо упомянуть, что это – возобновляемый источник энергии, в отличие от ископаемых видов топлива – угля, нефти, газа, которые не восстанавливаются. По данным NASA еще порядка 6.5 млрд. лет жителям Земли не о чем беспокоиться – приблизительно столько Солнце будет согревать нашу планету своими лучами до тех пор, пока не взорвется.

**Обильность:** Потенциал солнечной энергии огромен – поверхность Земли облучается 120 тыс. терабайтами солнечного света, а это в 20 тыс. раз превышает общемировую потребность в ней.

**Постоянство:** Кроме того, солярная энергия неисчерпаема и постоянна – ее нельзя перерасходовать в процессе удовлетворения нужд человечества в энергоносителях, так что ее хватит в избытке и на долю будущих поколений.

**Доступность:** Помимо прочих достоинств солнечной энергии, она доступна в каждой точке мира – не только в экваториальной зоне Земли, но и в северных широтах. Скажем, Германия на данный момент занимает первое место в мире по использованию энергии солнца и обладает максимальным ее потенциалом.

**Экологическая чистота:** В свете последних тенденций в борьбе за экологическую чистоту Земли, солнечная энергетика – это наиболее перспективная отрасль, которая частично заменяет энергию, получаемую от не возобновляемых топливных ресурсов и, тем самым, выступает принципиальным шагом на пути защиты климата от глобального потепления. Производство, транспортировка, монтаж и использование солнечных

электростанций практически не сопровождается вредными выбросами в атмосферу. Даже если они и присутствуют в незначительной мере, то по сравнению с традиционными источниками энергии – это почти что нулевое воздействие на окружающую среду.

**Бесшумность:** За счет того, что в системах на солнечном ресурсе нет никаких движущихся узлов, как, например, в генераторах, выработка электроэнергии происходит бесшумно.

**Экономичность, низкие эксплуатационные расходы:** Перейдя на солнечные батареи в качестве автономного источника энергии, собственники частных домов получают ощутимую экономию. Немаловажно и то, что обслуживание систем энергоснабжения на солнечных батареях характеризуется низкими затратами – необходимо лишь несколько раз в год подвергать чистке солнечные элементы, а гарантия производителя на них, как правило, составляет 20–25 лет.

**Обширная область применения:** Солнечная энергия обладает широким спектром приложений – это и выработка электроэнергии в регионах, где отсутствует подключение к централизованной системе электроснабжения, и опреснение воды в Африке, и даже снабжение энергией спутников на околоземной орбите. Не напрасно солярную энергию последнее время называют "народной" – это название отражает простоту ее интегрирования в систему электроснабжения дома, как в случае с фотоэлектрическими, так и с тепловыми элементами.

**Инновационные технологии:** с каждым годом технологии в сфере производства солнечных батарей становятся все более совершенными – тонкопленочные модули вводятся непосредственно в строительные материалы еще на этапе возведения сооружений. Японский концерн Sharp – лидер в производстве солнечных панелей, недавно внедрил инновационную систему прозрачных накопительных элементов для оконного остекления. Современные достижения в области нано технологий и квантовой физики

позволяют говорить о возможном увеличении мощности солнечных панелей в 3 раза [12].

Недостатки солнечной энергетики. Строительство солнечных электростанций подразумевает использование больших площадей земли, поэтому имеются теоретические ограничения для фотоэлементов 1 и 2 порядков. Например, для того чтобы построить электростанцию мощностью 1 ГВт нужно иметь участок площадью несколько десятков квадратных километров. Строительство подобных электростанций ведет к изменению микроклимата в окружающей местности. Для предотвращения этого, как правило, устанавливают недалеко от потребителя фотоэлектрические станции (мощность 1-2 МВт) или индивидуальные установки.

Фотоэлектрические преобразователи работают в утренние и вечерние часы (с меньшей эффективностью), а также днем. Именно на вечерние часы приходится пик электропотребления. При изменении погоды произведенная энергия установок может колебаться, для предотвращения этого используют эффективные электрические аккумуляторы. В текущее время решение данной проблемы состоит в создании единых энергетических систем, которые объединяют несколько источников энергии и затем перераспределяют производимую и потребляемую мощность.

На данный момент цена солнечных фотоэлементов достаточно большая, однако со временем этот недостаток можно преодолеть с развитием технологии и ростом цен на ископаемые энергоносители.

При нагреве фотоэлектрических элементов их эффективность падает, поэтому, как правило, устанавливают водяные системы охлаждения. В фотоэлектрических преобразователях третьего и четвертого поколений для охлаждения используют преобразования теплового излучения в излучение наиболее согласовано с поглощающим материалом фотоэлектрического элемента (т.н. up-conversion), что одновременно повышает КПД.

Следует отметить, что эффективность фотоэлектрических элементов уже через 30 лет начинает снижаться. При этом фотоэлементы, которые

содержат кадмий, нельзя выбрасывать в окружающую среду. Поэтому дополнительно встает вопрос об их утилизации [13].

**Геотермальные электростанции.** Геотермальную энергию можно считать возобновляемым источником энергии, если в нагнетательную скважину не закачивается очень много воды за маленький промежуток времени. Запасы данного вида энергии велики, но не бесконечны.

Работа геотермальной электростанции не выбрасывает в окружающую среду вредными или токсичными выбросами (см., однако, третий недостаток геотермальных электростанций ниже), также она не требует поставки топлива из внешних источников.

Помимо необходимого для первого старта насоса (или насосов) внешнего источника энергии, геотермальным электростанциям для дальнейшей работы внешняя энергия (топливо) не нужна. С началом работы геотермальной электростанции ее насосы можно запитывать электричеством, которое вырабатывается на самой станции.

Для эксплуатации геотермальной электростанции, в основном, необходимы расходы на профилактическое техобслуживание или ремонт. Они не требуют значительного землеотвода и не «портят пейзаж».

Обычная геотермальная электростанция, расположенная на берегу моря или океана, может применяться и для опреснения воды, которую затем можно использовать для питья или ирригации. Опреснение происходит естественным путем в результате дистилляции – разогрева воды и охлаждения водяного пара в процессе работы электростанции.

Недостатки геотермальных электростанций. Достаточно сложно получить разрешение властей и жителей на строительство геотермальной электростанции, также непросто найти подходящее место. Плохой выбор места, чрезмерная закачка воды в породу через нагнетательную скважину или естественные изменения в земной коре могут послужить остановке в работе геотермальная электростанция.

Зафиксированы случаи выделения через эксплуатационную скважину горючих или токсичных газов, которые содержатся в породах земной коры. От них достаточно сложно избавиться, однако, иногда можно сифонировать (собрать) и переработать в горючее (нефть– сырец или природный газ, например) [14].

**Энергия биомассы** имеет существенные преимущества по сравнению с ископаемыми видами топлива и рядом других возобновляемых источников энергии, обеспечивая энергоснабжение, повышение уровня жизни, повышение благосостояния и снижение уровня бедности. Энергетические системы на основе биомассы представляют собой потенциальный механизм устранения бедности в сельской местности, одновременно способствуя устойчивому развитию и охране окружающей среды, и получают всё большее внимание во всем мире. Среди основных причин подобного внимания стоит отметить [15].

Повсеместную доступность, даже в отдаленных областях: топливо из биомассы доступно везде, где растут деревья и сельскохозяйственные культуры, а также перерабатываются продовольственные продукты и волокна

Ресурс, используемый при необходимости: биомасса представляет собой подлежащий хранению источник топливной энергии, который в любой момент можно использовать в целях энергоснабжения, в отличие от других возобновляемых источников энергии, характеризующихся нерегулярностью и / или сезонностью;

Универсальность: биомасса является потенциальным источником всех основных энергоносителей – жидкости, газа, тепла и электроэнергии;

Отсутствие влияния на климат: при условии экологически рационального получения и сгорания, энергия биомассы не вызывает климатических изменений и парниковых газов, а также

Дополнительная совокупная выгода для жителей сельской местности: совокупная выгода энергетических систем на основе биомассы сохраняется

на местном уровне и может значительно способствовать развитию сельских районов посредством создания местных источников дохода. Энергия биомассы содействует получению дохода в цепочке поставок и при использовании тепловой и электрической энергии, что является существенным преимуществом её использования в качестве инструмента борьбы с низким уровнем жизни.

Вышеуказанные неотъемлемые преимущества, тем не менее, создают определённые трудности: энергия биомассы – наиболее сложный из возобновляемых альтернативных источников энергии: организация надежных, стабильных и доступных поставок топлива в достаточном количестве и надлежащего качества может быть сложной задачей; топливо, получаемое из биомассы, нередко требует значительных земельных и трудовых ресурсов, существенно зависит от стабильности цен, также разработчики проекта нередко сталкиваются с огромным количеством альтернативных технологий.

Ограничения к более широкому использованию энергии биомассы включают в себя: преимущества для конкурентов, неоднозначное отношение к надежности и экономической целесообразности, а также отсутствие достаточной информации. Тем не менее, вышеуказанные ограничения и / или препятствия (для более широкого использования постоянно производимых и потребляемых ресурсов биомассы для производства энергии / электроэнергии) привязаны к определённой территории, что обуславливает необходимость разработки и реализации специфических для соответствующей территории (страны) препятствий и программы их устранения.

Источником всей биомассы, которая может быть использована для выработки энергии, является сельское хозяйство (промышленность, земледелие и лесное хозяйство), или природная растительность. Благодаря своей низкой стоимости (иногда нулевой или даже отрицательной, при наличии расходов по утилизации), биомасса, полученная из отходов, всегда

предпочтительна для использования в качестве биотоплива. Организованный сбор растительности почти всегда будет дороже, чем отходы ферм и лесных хозяйств, а неорганизованный сбор, скорее всего, не обеспечит достаточно надежных поставок топлива для официального производства электроэнергии и тепла. «Влажная» биоконверсия, пищеварение и ферментация значительно отличаются от «сухой» тепловой переработки, в том числе пиролиза, газификации и сгорания. Пиролиз – термическое преобразование биомассы в отсутствие дополнительного кислорода – в настоящее время не осуществляется на коммерческой основе, и поэтому не рассматривается в настоящей статье. Основные способы получения энергии из биомассы схематически изображены на рисунке [16]. В таблице 1 отражаются краткие преимущества и недостатки источники энергии

Таблица 1– Преимущества и недостатки разных источников энергии

| Источники энергии | Преимущества                                                                                                            | Недостатки                                                                                                                                      |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уголь             | Чистая для использования<br>высокая мощность<br>наличие крупных резервов                                                | Низкая плотность энергии<br>невозобновляемые источники энергии,<br>высокие выбросы CO <sub>2</sub><br>способствуют усилению парникового эффекта |
| Нефть             | Удобный в некоторые нефтедобывающих стран<br>Может использоваться для двигателей                                        | Средняя плотность энергии<br>невозобновляемые источники энергии<br>способствуют усилению парникового эффекта                                    |
| Природный газ     | Высокая плотность энергии<br>Чище и эффективнее других видов ископаемого топлива<br>Может использоваться для двигателей | Средние выбросы CO <sub>2</sub><br>невозобновляемые источники энергии<br>способствуют усилению парникового эффекта                              |
| Атомная энергия   | высокая мощность<br>наличие резервов                                                                                    | Дорогостоящий сбор и запуск,<br>радиоактивные материалы должны быть удалены,<br>возможность ядерной аварии                                      |

|                               |                                                                                                     |                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| пассивные<br>солнечные        | Не нужно тратить на топливо<br>возобновляемые источники энергии<br>не загрязняющей окружающую среду | Неэффективен, когда<br>присутствует облако,<br>работает только при дневном<br>свете,<br>низкая плотность энергии                                             |
| фотоэлектрические             | Не нужно тратить на топливо<br>возобновляемые источники энергии<br>не загрязняющей окружающую среду | Работает только при дневном<br>свете,<br>неэффективен, когда<br>присутствует облако<br>высокие первоначальные затраты,<br>необходимо сохранить энергию       |
| Гидроэлектрические<br>приливы | Не нужно тратить на топливо<br>возобновляемые источники энергии<br>не загрязняющей окружающую среду | Требуется правильное<br>местоположение<br>изменения в окружающей среде<br>разрушают экосистему,<br>дорогостоящий                                             |
| Ветер                         | Не нужно тратить на топливо<br>возобновляемые источники энергии<br>не загрязняющей окружающую среду | Нужно место ветра<br>низкая плотность энергии<br>шум окружающей среды,<br>высокие эксплуатационные<br>расходы из-за металлических<br>напряжений и деформаций |
| Волна                         | Не нужно тратить на топливо<br>возобновляемые источники энергии<br>не загрязняющей окружающую среду | Высокие затраты на<br>обслуживание из-за мощности<br>волн<br>высокие затраты на создание                                                                     |

Таким образом, перспективными ВИЭ для применения в Томской области являются солнечные и ветряные источники энергии. Однако, для их распространения необходимы меры государственной поддержки.

### **1.3 . Механизмы стимулирования и поддержки развития ВИЭ**

Тенденция глобального инвестирования указывает на вероятное изменение структуры мировой энергетической системы в ближайшие десятилетия в сторону использования возобновляемых источников энергии [18].

Национальные директивные органы постоянно осуществляют, меняют и улучшают свою поддержку ВИЭ (RES-E) в своей стране, - и их политика во многом похожа. Изучение опыта ведущих стран в развитии альтернативной энергетики позволяет нам выбрать и адаптироваться к наиболее эффективным механизмам разработки инвестиционных программ для федерального и регионального уровней в целях повышения энергоэффективности. Также в исследовании экспертов [19] было рассмотрено множество программ по сокращению бытового соединения двуокиси углерода.

С начала 90-х годов большинство европейских стран инициировали свои собственные программы поддержки альтернативной энергетики и повышения энергоэффективности, а также активно включились в работу различных механизмов налоговых стимулов для развития «зеленых» технологий. Следует отметить, что одним из основных налоговых стимулов для производителей альтернативной энергии в Соединенных Штатах является инвестиционный налоговый кредит. Этот инвестиционный налоговый кредит контрастирует с инвестиционным налоговым кредитом в России и некоторых других странах (здесь он просто выступает в качестве формы изменения условий исполнения налогового обязательства с последующей выплатой основной суммы кредита и процентов). В Соединенных Штатах меры налоговых льгот снижают налог на инвестиции при покупке земли, основного оборудования и энергетических установок для производства электроэнергии из альтернативных источников. То есть, это служит привилегией налоговых инвестиций. В некоторых европейских странах существуют различные меры налоговой системы для стимулирования инвестиций в альтернативную энергетику различных форм и масштабов, но они также призваны стимулировать инвестирование с высоким уровнем риска в энергетические объекты с длительным периодом окупаемости, которые являются высокодоходными в таблице 2.

Таблица 2 – Механизмы стимулирования инвестиций в ВИЭ

| Страна      | Формы стимулирования                                  | Доля ВИЭ в энергетике, % | Технологии                          |
|-------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Бельгия     | Снижение налогов                                      | 14,5                     | Все ВИЭ                             |
| Испания     | Налоговые льготы                                      | 12,0                     | Все ВИЭ                             |
| Ирландия    | Снижение налогов                                      | 12,5                     | Солнечная энергетика, энергия ветра |
| Китай       | Снижение налогов                                      | 15,0                     | Биомасса и геотермальная энергия    |
| США         | Сокращение кредита на инвестиционный налоговый кредит | 30,0                     | Солнечная энергия                   |
| Южная Корея | Налоговые льготы                                      | 10,0                     | Все ВИЭ                             |

Налоговый вычет в Бельгии относится ко всему электричеству, которое генерируется источником возобновляемой энергии, хотя есть предположения, что он вернется к нормальному курсу.

#### **Характеристики налогового кредита на производство (РТС) и инвестиционного налогового кредита (ИНК)**

Налоговые кредиты для производителей (стимулирование налога на добычу) электроэнергии из альтернативных источников также весьма популярны за рубежом для измерения налоговых льгот. Следует отметить, что эта концепция не встречается в российской практике. Кредит на добычу полезных ископаемых предоставляется в виде вычета из налоговой базы или в виде кредита по фиксированной ставке за киловатт-час с использованием возобновляемых источников энергии.

Этот механизм налоговых стимулов был впервые введен Соединенными Штатами. Производственный налог (РТС) и инвестиционный налоговый кредит (ИТС) отличаются тем, что РТС уменьшает платежи по федеральному подоходному налогу в зависимости от объема электроэнергии, производимой в качестве продукции (измеряемой в киловатт-часах), а ИТС - на основе объема капитальных инвестиций (в денежном выражении).

Преимущества ИТС могут быть получены только после того, как оборудование уже введено в эксплуатацию [20].

В некоторых европейских странах для поощрения развития альтернативной энергетики используют налог на имущество, который может устранить до 100% суммы налога на имущество, земли и основные средства, используемые для производства возобновляемой энергии. Снижение налогов на имущество может быть особенно важным стимулом для капиталоемких технологий, таких как производство энергии ветра и преобразование солнечной энергии в электричество. В конце концов, налоги на недвижимость часто приводят к более высокой налоговой нагрузке на киловатт-час энергии, производимой для капиталоемких технологий производства электроэнергии из альтернативных источников, чем для менее капиталоемких традиционных энергетических технологий. Таким образом, снижение налога на имущество может помочь в установлении налогового паритета между альтернативной энергетикой и традиционными технологиями. Согласно статистическим данным [21], страны, в настоящее время использующие этот тип налоговых льгот, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Налоговые стимулирования в некоторых европейских странах

| Страна  | Сокращение налога ( %) | Виды технологии                    |
|---------|------------------------|------------------------------------|
| Италия  | 34                     | биомасса, фотоэлектрические, Ветер |
| Испания | 8– 12                  | На все ВИЭ                         |
| Бельгия | 13,5                   | На все ВИЭ                         |
| Польша  | 30– 70                 | На все ВИЭ                         |

Многие страны в основном не используют корпоративный подоходный налог, а вычет налога на добавленную стоимость (НДС), чтобы стимулировать производство энергии из возобновляемых источников. Следует отметить, что эти виды налогов могут оказывать особенно болезненное воздействие на производителей альтернативной энергии,

которые могут быть начислены на капитальные вложения в производственный процесс, а не на генерируемую энергию в таблице 4.

Таблица 4 – Сокращение НДС для ВИЭ

| Страна         | Базисные цены в евро, кВт.ч. | НДС для базисных цен |
|----------------|------------------------------|----------------------|
| Великобритания | 0,202                        | 0,01                 |
| Мальта         | 0,119                        | 0,006                |
| Сербия         | 0,047                        | 0,01                 |
| Босния         | 0,069                        | 0,012                |

Великобритания и Сербия имеют очень низкий уровень НДС по базовой цене за килограмм [22].

Инвестиционные налоговые льготы нередко применяются к небольшим потребительским и сервисным компаниям, которые не являются производителями, а потребителями энерго- и энергосберегающих технологий. Эти стимулы, как правило, ориентированы на интенсификацию определенных видов практики для установки генерирующего или когенерационного оборудования для отопления, освещения и вентиляции жилых и коммерческих зданий. Зачастую налоговые вычеты применяются не только к количеству оборудования, но и к количеству его установок, так что установка системы когенерации в некоторых случаях может быть соизмерима со стоимостью оборудования. Эти меры могут стимулировать индивидуальных домовладельцев и компании к приобретению когенерационной установки. Также необходимо отметить, что некоторые европейские страны отменили практику налоговых льгот по добыче, так как это требует постоянного мониторинга производственной деятельности компаний, что приводит к высоким административным расходам.

Налоговые вычеты на покупку и установку когенерационного и энергосберегающего оборудования достигают той же цели, что и налог на производственный кредит, но административные расходы на их продажу намного меньше. С 1997 года (вступление в силу Киотского протокола) такие

страны, как Великобритания, Франция, Германия, Испания, Норвегия, Финляндия, Чехия и Швеция, повысили налоги на нефть и нефтепродукты. Дания ввела налог на выбросы углекислого газа до 1997 года. Но, как ни парадоксально, в некоторых европейских странах налоги на нефть и нефтепродукты значительно увеличились в соответствии с требованиями Киотского протокола, но налоги на уголь (намного более «грязный» источник энергии) не увеличивается вообще.

Некоторые европейские страны используют разные виды НДС, помимо стандартного НДС, установленного политикой ЕС в таблице 5.

Таблица 5 – Страны, использующие НДС для стимулирования развития ВИЭ (помимо методов, предусмотренных политикой ЕС)

| Страна         | Стандартная ставка, % | Дополнительные ставки, % | Виды энергии                                             |
|----------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Чехия          | 21                    | 4                        | гидроагрегаты                                            |
|                |                       | 15                       | отопление дровами                                        |
| Австрия        | 20                    | 10                       | отопление дровами                                        |
|                |                       | 27                       | природный газ                                            |
| Исландия       | 25,5                  | 17                       | использование электричества и мазута для отопления домов |
| Швеция         | 25                    | 15                       | Авиационное топливо (керосин)                            |
| Великобритания | 20                    | 5                        | Топливо для благотворительности                          |

Одной из причин снижения ставок правительства со стороны правительств этих стран является обеспокоенность владельцев домашних хозяйств с низким доходом, которые тратят большую часть своих зарплат или доходов на энергию. Вот почему в некоторых странах снижается тариф на жилое отопление. Исландия оговаривает себя в отношении стандартного НДС и электроэнергии из мазута [23]. Несмотря на значительный результат

этих налоговых стимулов в отношении возобновляемых источников энергии в некоторых странах, другие страны предпочитают использовать другие стимулы, например, в Германии основной государственной поддержкой для инструмента возобновляемой энергетики являются гарантированные тарифы на поставку электроэнергии из альтернативных источников в рамках сети, в зависимости от местоположения и некоторых технических условий правительственной программы «Закон о возобновляемых источниках энергии» гарантирует 20-летнюю ставку спонсорства от 9,20 до 5,02 цента за кВтч для генераторов, установленных до 01.01.2010. Программа также обеспечивает бонус в 0,5 центов за кВтч за улучшенную сетевую интеграцию ветровых систем.

Тем не менее, налоговые и другие стимулы для альтернативной энергетики не могут рассматриваться в качестве замены основным требованиям коммерческой эффективности основного бизнеса и его технологической базы. Например, в случае биоэтанола производство биотоплива нового поколения связано с федеральной поддержкой специализированных исследований и разработок, а не с бизнес-деятельностью компаний по производству биоэтанола из-за того, что технологическая безопасность и коммерческая эффективность этой технологии доказаны.

С другой стороны, производство гибридных автомобилей, ветровой и солнечной энергии возможно благодаря кредитному налогу на производство, который решает многие технологические проблемы, повышает их коммерческую эффективность, производственные мощности и постепенно набирает энергетический рынок. К сожалению, если говорить о сумме инвестиций в профилирование исследований и разработок, то невозможно будет однозначно оценить, влияют ли меры налогового контроля на корпоративные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Однако из-за отсутствия статистических данных можно определенно сказать, что стимулирование потребительского или

корпоративного спроса на высокотехнологичную продукцию и услуги естественно ведет к увеличению значимости инвестиций в НИОКР для поставщиков товаров и услуг. Следует отметить, что наибольшее влияние на федеральные меры отражается на результатах НИОКР, когда их направление вписывается в основные направления корпоративных инноваций. Кроме того, необходимо учитывать, специфика деятельности различных инструментов налоговых стимулов для различных секторов.

Приобретение налогами гибридов и других энергосберегающих автомобилей напрямую влияет на рост корпоративных НИОКР (рисунок.3). Это относится и к производству энергосберегающих бытовых приборов, строительных материалов и других секторов.

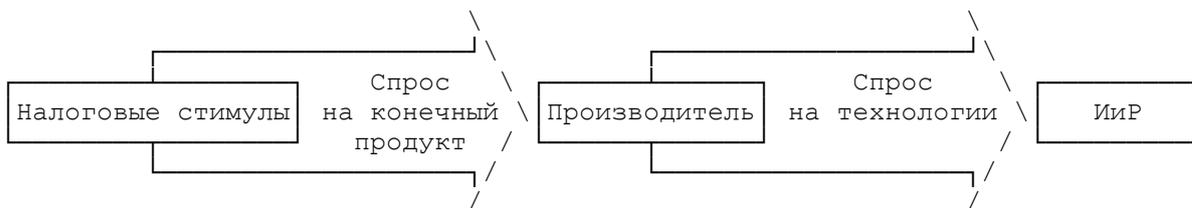


Рисунок 3 - Схема налогового стимулирования для производства энергоэффективных продуктов:

В энергетическом секторе такие меры лишь косвенно влияют на возможности роста инвестиций в НИОКР. Компании - поставщики электроэнергии и сами сервисные компании не являются создателями основной технологии и не инвестируют в НИОКР, но они являются платформой инноваций. То же самое можно сказать и о компаниях - производителях новых видов топлива. Основными технологическими инновациями в энергетическом секторе являются производители энергетического и энергетического оборудования. Поэтому меры налоговых стимулов в области энергоэффективности должны сначала стимулировать спрос на электроэнергетические компании и на энергоэффективное оборудование, а затем на спрос на новые энергетические технологии (рис. 4).

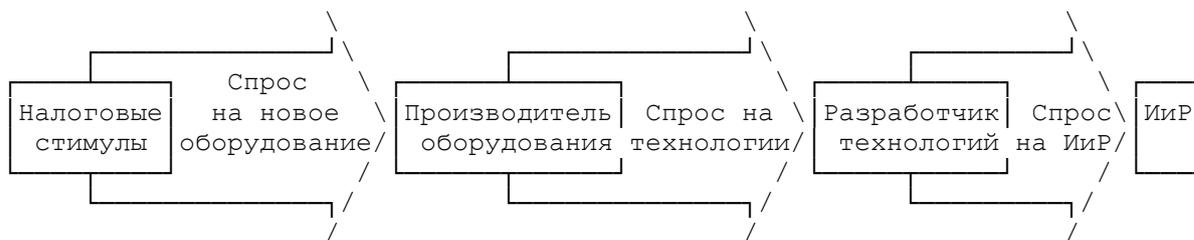


Рисунок - 4 Схема налогового стимулирования в энергетическом секторе

Поэтому в этом случае промышленные инвестиции в науку стимулируют:

- динамичные рынки;
- здоровая конкурентная среда;
- завоеванные рыночные позиции, не теряющие желания компаний, только тогда они получают налоговые льготы.

К сожалению, развитию ВИЭ и энергоэффективного машиностроения в России пока недостаточное внимание. Это создает риски консервации технологической отсталости и еще возможно потерять позиций страны на мировых рынках наукоемкой продукции и услуг. Механизмы налогового стимулирования в данной сфере практически отсутствуют, если не учитывать налоговые льготы для предприятий - резидентов кластера энергоэффективности "Сколково".

## **2 ВИЭ в Томской области: проблемы и перспективы**

### **2.1 Перспективы развития малой энергетики**

Единая энергетическая система (ЕЭС) России – это централизованная система, обеспечивающая потребителей электроэнергией и теплом. Такое построение системы - основа и гарант энергоснабжения государства, его энергетической безопасности [24]. До и в этом случае, нельзя не учитывать роль малой энергетики. От 50 до 70 % территории России не имеет централизованного электроснабжения. Обеспечить этих потребителей электроэнергией и теплом допустимо только с поддержкой малой энергетики.

Виды источников энергии в малой энергетике можно представить в виде схемы:

#### **1. Дизельные электростанции.**

Основной источник энергии в труднодоступных и малонаселенных районах Западной Сибири и Крайнего Севера. Также широко используются в арктических областях России, где, по самым приблизительным подсчетам, работает порядка 47 тысяч дизельных электростанций.

К сожалению, большинство эксплуатируемых в этих областях дизель-электростанций морально устарели, имеют низкий КПД и повышенный расход топлива. Поэтому целесообразно внедрять на них газотурбонаддув, повышать их удельную мощность или заменять современными и более эффективными автоматизированными дизельными электростанциями контейнерного типа.

#### **2. Газодизельные электростанции.**

Экономичные и экологически безопасные автономные электростанции, работающие практически на любом виде газа: коксовом, био, шахтном и др. Кроме того, стоимость электроэнергии, вырабатываемой газодизельными электростанциями, в 2-2,5 раза меньше, чем у обычных дизельных электростанций.

### 3. Парогазовые и газотурбинные энергетические установки.

На сегодняшний день являются наиболее перспективными источниками электрической и тепловой энергии, интеграция которых наиболее актуальна в уже существующие котельные всех форм собственности, которые могут быть превращены в мини-ТЭС без значительных материальных затрат. В первую очередь, речь идет о газовых котельных, реконструкция которых не требует больших финансовых вложений.

### 4. Гибридные (ветродизельные) электростанции.

Основными достоинствами гибридных (ветродизельных) электростанций являются существенная экономия дизельного топлива (до 50%) и увеличение ресурса дизельного электрогенератора в 2-3 раза. Эксплуатация гибридных (ветродизельных) электростанций особенно актуальна в арктических районах, где существуют трудности с доставкой топлива, и имеется хороший ветровой потенциал.

### 5. Ветроэнергетические установки.

Тот факт, что российские просторы имеют хорошие ветроэнергетические ресурсы, делает эксплуатацию ветровых генераторов перспективнейшим направлением развития малой электроэнергетики. Как свидетельствуют некоторые данные, ветровая энергия в России имеет потенциал, составляющий до 30% производства электроэнергии всеми электростанциями страны. Особенно актуальным является использование ветроэнергетических установок на территориях Юга России, Дальнего Востока и Крайнего Севера [25].

Согласно мнениям многих исследователей (например, [26]) рынок малой электроэнергетики в России находится еще в зачаточном состоянии, так как основными источниками электроэнергии в РФ являются крупные энергогенерирующие компании.

Между тем, бурное развитие экономики в последнее время и освоение ранее незаселенных и не индустриализированных областей Сибири,

Крайнего Севера и Дальнего Востока заставляют все больше внимания уделять малой энергетике, в том числе и возобновляемым источникам энергии.

Уже сегодня становится очевидно, что традиционные энергетические ресурсы в скором времени будут полностью исчерпаны. Так, по пессимистическим прогнозам, ученых, ископаемый газ на земле закончится через 40 лет, нефть через 80 лет, запасы урана исчерпаются через 80 лет, а угля через 100 лет. Есть и оптимистические прогнозы, согласно которым угля нам будет хватать в течение 1500 лет, газа - 120 лет, а нефти - 250 лет

В связи с тем, что точный прогноз количества запасов ископаемых энергоресурсов отсутствует, в настоящее время имеются реальные перспективы развития малой энергетике. И не только как альтернативы существующим видам производства электроэнергии, но и как безопасной и экологически чистой энергетике, что особенно актуально в свете последних событий на атомной электростанции «Фукусима» в Японии и ухудшающейся с каждым годом экологической обстановки.

Кроме того, малую электроэнергетику уже сегодня можно рассматривать как перспективную область энергосбережения и энергоснабжения в труднодоступных и отдаленных районах Российской Федерации.

Таким образом, необходимость развития малой энергетике в России predetermined следующими факторами:

- Обеспечить жителей трущоб и неосвоенных территорий электричеством. Это позволит работать в темное время суток,
- Устранить изоляцию посредством телекоммуникаций,
- Повысить безопасность с помощью уличного освещения, освещенных дорожных знаков.
- Улучшить здравоохранение путем электрификации удаленных сельских клиник.

- Данные меры помогут снизить потребность в свечах, соответственно, риск возникновения пожара. Также это улучшит качество воздуха в помещении.

Однако, практика использования только традиционных источников в малой энергетике как способа электроснабжения для децентрализованного зон (такие как дизельные электростанции, газодизельные электростанции, парогазовые дизельные электростанции и т.д.) демонстрирует следующие препятствия для ее развития:

- высокие капитальные затраты (по исследованиям специалистов в Томской области для ДЭС государство тратит 40 млрд. руб. за 10 лет);
- проблемы энергоснабжения северных, отдаленных и труднодоступных территорий России и сокращения “северного завоза” топлива, труднодоступность этих территорий;
- высокие расходы на дизельное топливо (ДТ);
- непривлекательность проектов для инвесторов

## **2.2 Оценка потенциала использования ВИЭ в Томской области**

### **Характеристика природных факторов в Томской обл. для развития ВИЭ**

Расположение Томской области - юго-восток Западно-Сибирской равнины. Она входит в Сибирский федеральный округ Российской Федерации. Область имеет соседей: на севере –Ханты-Мансийский автономный округ, на востоке –Красноярский край, на юге –Кемеровскую и Новосибирскую области, на западе –Омскую область.

Размер территории области – 316,9 тыс. кв. км (1,9% от территории Российской Федерации).

Область включает: городские округа (Томск, Стрежевой, Кедровый, ЗАТО Северск), муниципальные районы, (16, среди них 6 городских - Томск, Стрежевой, Кедровый, ЗАТО Северск, Асино, Колпашево) и сельские

поселения (116), 1 поселок городского типа (п. Белый Яр) и сельские населенные пункты (579). Областным центром является город Томск.

Население Томской области на 1 января 2013 года составляло 1064,2 тыс. человек (0,74% населения Российской Федерации), средняя плотность населения – 3,4 человек на кв. км.

Нужно отметить, что рельеф области исключительно ровный. Самой высокой точкой Томской области является отметка +274 м от уровня моря. Самой низкой точкой: +34 м от уровня моря. Большая часть территории занята лесами, болотами, реками и озерами. Наиболее крупными реками являются Обь, Томь, Чулым, Кеть, Васюган, Тым. Вся система рек относится к бассейну Оби. Она пересекается с областью на юго-востоке, на северо-западе на расстоянии около 1000 километров. Такое разграничение привело к образованию двух почти равных частей. Количество озер в Томской области приравнивается к 95 тысячам, особенно их много в поймах рек. Крупнейшим озером на территории Томской области является Мирное озеро, расположенное на плоском междуречье рек Чузик и Чижалка. Область имеет 573 реки.

Тип климата характеризуется как континентальный. Зимы суровые и продолжительные. Амплитуда средней температуры января от -19 °С до -21 °С. Лето теплое, короткое. Амплитуда средней температуры июля колеблется от +17 °С до +19 °С. Осадки - 450-700 мм в год. Вегетационный период длится около 125 дней. Область имеет зоны средней и южной тайги и частично смешанных лесов. Почвы в преобладающем количестве являются дерново-подзолистыми и торфяно-болотными, на юго-востоке - серыми лесными. Около 54% территории занята лесами (основные виды: березы, сосны, кедры, осины, пихты, ели).

Область изобилует нефтью, газом, железной рудой, торфом, бурым углем [27].

Основные элементы природной среды, которые являются создателями природной энергетической ренты Томской области, - это потоки природной

энергии в виде солнечной, геотермальной, энергии воды, ветра, почвы и биоресурсов.

По анализу актинометрических данных по метеостанциям Томской области выявлено, что территория области в год имеет  $1,15 \cdot 10^{18}$  Дж солнечной энергии, ее распределяет главным образом широтная зональность и растительный покров. Наибольшей плотностью солнечной энергии характеризуется юг и юго-запад Томской области и составляет от  $3,75$  до  $3,9 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>2</sup> (в летние месяцы), на севере -  $3,5 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>2</sup> и в центральной части - от  $3,6$  до  $3,75 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>2</sup>. Село Алатаево (Парабельский район), первое в Томской области использует энергию солнца для освещения, солнечные батареи имеют возможность круглосуточно предоставлять объектам электроэнергию, при этом в облачную погоду выработка составляет 80% энергии, при лунном свете – 20-30%.

По анализу среднемесячных и годовых скоростей ветра в метеостанциях области выявлено, что плотность ветровой энергии характеризуется максимальными значениями вдоль реки Обь и в сумме составляет примерно  $4,11 \cdot 10^{12}$  Дж в год (районы, имеющие перспективы установки гелио- и ветрогенераторов, представлены в табл. 5).

Территория Томской области имеет 18 100 рек с общей протяженностью 95 тыс. км. Густота речной сети варьируется от 0,39 до 0,29 км/км<sup>2</sup>. Мощность потенциальных гидроэнергетических ресурсов крупных и средних рек Томской области составляет  $856,8 \cdot 10^{15}$  Дж [28]. Чтобы определить, как децентрализованно использовать гидроэнергетический потенциал малых рек Томской области и эксплуатировать установки гидроэнергетики, нужно определить участки рек с перепадами земной поверхности и территории, имеющие перспективы в сосредоточении стока воды.

Недры Томской области на глубине 1-4 км имеют колоссальное количество возобновляемых геотермальных ресурсов, которые считаются как наиболее безопасные, дешёвые и стабильные по мощности энергоресурсы

(см. табл. 6). Западная Сибирь сосредотачивает примерно 70 % общероссийских запасов геотермальных вод. Геотермальные воды и тепло земли - неиссякаемые и бесплатные источники энергии, и им уже есть свое применение: используя геотермальное тепло, были построены около 200 объектов на территории Томска и области, в т.ч. частные дома, промышленные предприятия, социальные учреждения, среди которых детский сад «Солнечный зайчик» и школа в с. Вершинино. Таким образом, вышеуказанные ресурсы области вполне могут предоставлять энергию жителям региона на ближайшую и отдаленную перспективу[29].

Таблица 6 – Основные альтернативные источники энергии Томской области и перспективы их использования

| Вид АИЭ                                                     | Населенный пункт                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Геотермальные воды<br>Осушенные торфяные месторождения      | Чажемто, Пудино, Кедровый, Александровское, Нарым, Парабель, Колпашево, Белый Яр<br>Аркадьево, Ишколь, Плотниковское, Сухое- Вавиловское, Чемондаевское, Мушкинское, Короткино 2, Мараксинское, Усть-Кандинское, Открытое, Челбак 1, Челбак 2 |
| Перспективные в энергетических целях торфяные месторождения | Суховское, Усть-Бакчарское, Короткино, Центральное, Васюганское, Пчелиное, Тёмное, Гусевское,                                                                                                                                                 |
| Перспективные гибридные генерирующие станции ВЭС/СЭС        | Иванкино, Макзыр, Дружный, Первопашенск, Наунак, Лукашкин Яр                                                                                                                                                                                  |
| Перспективность установки ВЭС                               | Киевский, Тымск, Назино, Новоникольское                                                                                                                                                                                                       |

Для оценки солнечного излучения в Томской области, произведен расчет среднечасового прихода солнечного излучения на произвольно-ориентированную приемную площадку.

Таблица 7 – Данные по солнечной радиации в Томской области для произвольно ориентированной поверхности для 21.06 и 21.12 [30]

| Время, час | 21 июня |       | 21 декабря |       |
|------------|---------|-------|------------|-------|
|            | Э Г Σ   | ЭΣ βγ | Э Г Σ      | ЭΣ βγ |
| 1-5        | -       | -     | -          | -     |
| 6          | 0.22    | 0.10  | -          | -     |
| 7          | 0.31    | 0.25  | -          | -     |
| 8          | 0.39    | 0.38  | -          | -     |
| 9          | 0.46    | 0.50  | 0.02       | 0.45  |
| 10         | 0.51    | 0.59  | 0.07       | 0.53  |
| 11         | 0.55    | 0.64  | 0.10       | 0.58  |
| 12         | 0.56    | 0.66  | 0.11       | 0.59  |
| 13         | 0.55    | 0.64  | 0.10       | 0.58  |
| 14         | 0.51    | 0.59  | 0.07       | 0.53  |
| 15         | 0.46    | 0.50  | 0.02       | 0.45  |
| 16         | 0.39    | 0.38  | -          | -     |
| 17         | 0.31    | 0.25  | -          | -     |
| 18         | 0.22    | 0.10  | -          | -     |
| 19-24      | -       | -     | -          | -     |

Примечания: Э Г Σ – сумма электричества генерируется от солнечной радиации в Томской области, ЭΣ βγ - средние потери энергии тяжелой заряженной частицы

Из таблицы следует, что возможности использования солнечной энергетики в Томской области ограничены. Кроме того, электростанции генерируют электроэнергию днем, в то время как о потребность в

электричестве возникает в вечерние часы. Соответственно, что без аккумуляторов солнечные электростанции не целесообразны [31, 32].

Перспективным является использование геотермальной энергии в Западной Сибири, применение солнечной энергии более эффективно в юго-западной части Томской области [33]. Развитие в Томской области энергетики на основе ветра целесообразно как ВЭУ малой мощности, а также автономных ВЭУ с дублированным источником энергии (малые ГЭС, гелиоустановки, дизельные генераторы). В целом можно сказать, что отказ от традиционной системы энергоснабжения и полный переход на ВИЭ не представляется возможным. Для того, чтобы эффективно работает электроэнергия с малыми затратами в Томской области нужно установить гибридной электростанции на труднодоступных районах.

#### **Технические аспекты гибридных установок**

Для определения количества аккумуляторных батарей (АКБ) необходимо рассчитать потребление электроэнергии в ночное время суток.

Чтобы делать этого нужно построить график нагрузок для характерных суток зимнего и летнего периода (рисунок 5). [34]

Таблица 8 – Вырабатываемая энергия одной солнечной панелью (составлена экспертами ТПУ)

| Время, час | $W$ сп.зима, кВт·ч | $W$ сп.лето, кВт·ч |
|------------|--------------------|--------------------|
| 1-2        | -                  | -                  |
| 3          | -                  | 0,03               |
| 4          | -                  | 0,06               |
| 5          | -                  | 0,1                |
| 6          | 0,11               | 0,13               |
| 7          | 0,13               | 0,15               |
| 8          | 0,15               | 0,17               |
| 9          | 0,15               | 0,17               |

|       |      |      |
|-------|------|------|
| 10    | 0,15 | 0,17 |
| 11    | 0,13 | 0,15 |
| 12    | 0,11 | 0,13 |
| 13    | -    | 0,1  |
| 14    | -    | 0,06 |
| 15    | -    | 0,03 |
| 16-24 | -    | -    |

$W$  сп.зима – вырабатываемая энергия в Зиме

$W$  сп.лето – вырабатываемая энергия в Лето

Исходя из графиков нагрузок [35] рассчитали суточное, дневное и ночное потребление электроэнергии. Результаты показаны в таблице 9.

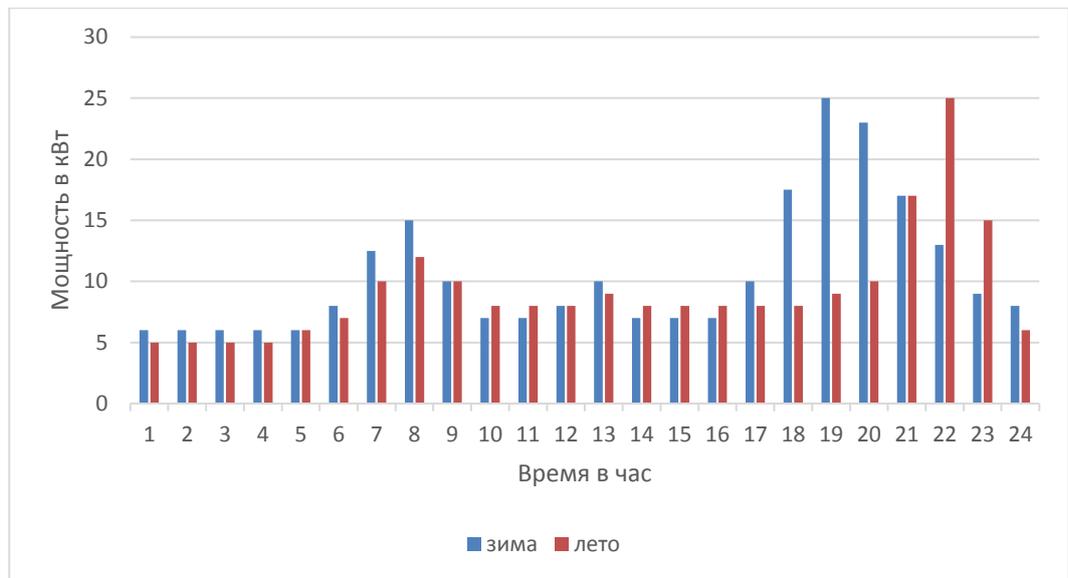
Таблица 9 – Суточное, дневное и ночное потребление электроэнергии (составлена экспертами)

| Сезон | $W$ сут, кВт·ч | $W$ день, кВт·ч | $W$ ночь, кВт·ч |
|-------|----------------|-----------------|-----------------|
| Зима  | 256,25         | 70              | 186,25          |
| Лето  | 216,25         | 107,5           | 108,75          |

Необходимое количество аккумуляторных батарей для покрытия ночного потребления можно рассчитать по следующей формуле [36]:

$$N = W_{\text{ночь}} / \eta \cdot C_{\text{акб}}, \quad (1)$$

где:  $W$  ночь – энергия потребляемая в ночное время суток,  $\eta$  – КПД аккумуляторной батареи, берем равным 0,65.  $C_{\text{акб}}$  – номинальная емкость АКБ.



**Рис 5.** Характерные суточные графики нагрузки за зимние и летние сутки

Зимой необходимо 120, а летом 70 шт. АКБ. [37]

Далее произведен расчет энергии, получаемой одной АКБ (2). Все расчеты сведены в таблицу 10. Свободная мощность вычисляется по формуле (2)

$$P_{св} = \eta \cdot W_{сп} / U_{акб} \cdot C_{акб} \cdot N, \text{ о.е.} \quad (2)$$

где:  $P_{св}$  – свободная мощность от СП,  $W_{сп}$  – избыток энергии,  $U_{акб}$  – номинальное напряжение АКБ,  $N$  – количество аккумуляторных батарей.

Энергию, которую может потребить АКБ можно рассчитать по формуле (3):

$$W_{потр АКБ} = P_{потр АКБ} / C_{ном} \cdot U_{ном}, \quad (3)$$

где  $P_{потр АКБ}$  – мощность, потребляемая АКБ при текущей емкости.

Из расчета видно, что для зарядки АКБ и покрытия дневной нагрузки зимой нужно 450, а летом 270 солнечных панели.

Таблица 10 – Балансы электрической энергии в автономной системе электроснабжения (составлена экспертами)

| Зима                           |                                |                | Лето                           |                                |                |     |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|-----|
| Свободная мощность от СП, о.е. | Потребляемая энергии АКБ, о.е. | заряд АКБ о.е. | Свободная мощность от СП, о.е. | Потребляемая энергии АКБ, о.е. | заряд АКБ о.е. | АКБ |
| 0,10                           | 0,10                           | 0,40           | 0,00                           | 0,10                           | 0,30           |     |

|      |      |       |      |      |      |
|------|------|-------|------|------|------|
| 0,11 | 0,12 | 0,50  | 0,03 | 0,09 | 0,33 |
| 0,12 | 0,11 | 0,61  | 0,06 | 0,11 | 0,39 |
| 0,13 | 0,09 | 0,70  | 0,09 | 0,12 | 0,48 |
| 0,13 | 0,07 | 78,00 | 0,13 | 0,11 | 0,59 |
| 0,12 | 0,06 | 0,84  | 0,14 | 0,09 | 0,69 |
| 0,10 | 0,05 | 0,89  | 0,15 | 0,08 | 0,77 |
|      |      |       | 0,14 | 0,06 | 0,83 |
|      |      |       | 0,13 | 0,05 | 0,88 |
|      |      |       | 0,10 | 0,04 | 0,92 |

Наиболее широко используемая на практике и распространенная формула, позволяющая пересчитывать приход среднесуточной солнечной радиации с горизонтальной приемной площадки на наклоненную к югу приемную площадку при азимуте приемной площадки  $\gamma$  не более  $\pm 45^\circ$  в любой точке А ( $\varphi, \psi$ ) так называемая формула С.А. Клейна [38, 39].

Значения суточного прихода суммарной солнечной радиации на горизонтальную площадку берем из программы RETScreen. Ниже (таблица 11) представлены значения суточной суммарной солнечной радиации на горизонтальную  $\mathcal{E}_{\Sigma}^{\alpha}$  и произвольно ориентированную  $\mathcal{E}_{\Sigma}^{\beta}$  приемные площадки.

Таблица 11 – Солнечная радиация, поступающая на горизонтальную и наклонную площадку

| месяц                                                   | Янв  | Фев  | Мар  | Апр  | Май  | Июн  | Июл  | Авг  | Сен  | Окт  | Ноя  | Дек  |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\mathcal{E}_{\Sigma}^{\alpha}$<br>кВт·ч/м <sup>2</sup> | 0,69 | 1,59 | 2,94 | 4,29 | 5,48 | 5,79 | 5,8  | 4,55 | 2,83 | 1,58 | 0,83 | 0,46 |
| $\mathcal{E}_{\Sigma}^{\beta}$<br>кВт·ч/м <sup>2</sup>  | 2,12 | 2,92 | 3,37 | 2,81 | 7,84 | 7,39 | 7,74 | 7,36 | 6,54 | 2,41 | 2,17 | 1,69 |

Экономическая эффективность использования фотоэлектрических преобразователей энергии в данной работе производится по сопоставлению традиционных и нетрадиционных источников методом сравнительной эффективности. [40]

Суть этого метода заключается в сравнении затрат на сооружение и эксплуатацию объекта энергообеспечения, при разных источниках энергии и

равном энергетическом эффекте. По данной методике общей экономической характеристикой для различных вариантов энергоустановок являются приведенные затраты, найденные в соответствии с типовой методикой эффективности капитальных вложений.

Рассчитаем три варианта электроснабжения: 1 - электроснабжение от солнечной электростанции (СЭС); 2 - от дизельного генератора (ДЭС); 3 - от гибридной станции (СЭС и ДЭС).

Приведенные затраты для СЭС можно определить по выражению (4) [40]:

$$Z = E_n \cdot K, \quad (4)$$

где:  $K$  – единовременные капитальные вложения, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, 1/год.

Себестоимость электроэнергии определим по формуле (5):

$$C_{ээ} = Z / W_{сэп}, \quad (5)$$

где  $W_{сэп}$  – энергия, вырабатываемая электростанцией за год, кВт·ч.

$$K_{СЭП} = C_{СП} + C_{АКБ} + C_{инв} + C_{конт} \quad (6)$$

где:  $C_{СП}$  – солнечные панели,  $C_{АКБ}$  – аккумуляторные батареи,  $C_{инв}$  – инвертор,  $C_{конт}$  – контроллер.

Для ВИЭ величину  $E_n$  можно принять равной 0,12. Расчет приведенных затрат для ДЭС проводится по выражению (7):

$$Z = E_n \cdot K + I + C_t \cdot G, \quad (7)$$

где  $I$  – годовые эксплуатационные издержки, руб./год;  $C_t$  – стоимость дизельного топлива, руб./т [41]  $G$  – расход топлива, т/год. Расход топлива ДЭС рассчитываем по методике, предложенной на кафедре ЭПП Энергетического института Томского политехнического университета [42, 43]. Капитальные вложения:

$$K_{ДЭС} = C_{ДГ} + C_{спр} + C_{стр} \quad (8)$$

где:  $C_{ДГ}$  – стоимость дизельного генератора,  $C_{спр}$  – стоимость проектных работ;  $C_{стр}$  – стоимость строительных работ.

Дизельный генератор выбирается по максимальной мощности нагрузки, чтоб в пиковые часы покрыть ее полностью.

## 2.3 Возможности применения гибридных установок

Гибридная энергетическая система обычно состоит из первичного возобновляемого источника, работающего параллельно с резервным вторичным невозобновляемым модулем и запоминающими устройствами.

Рисунок 1 представлена общая схема автономной системы малой мощности.

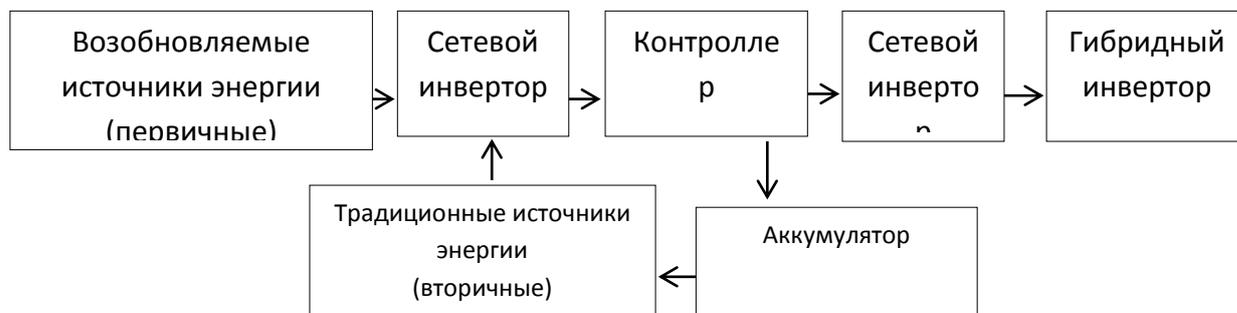


Рисунок 6 - Общая схема автономной гибридной системы

Общая схема приведена на рис. 6 отражается в структуре разрабатываемого изделия приведена на рисунке 7.

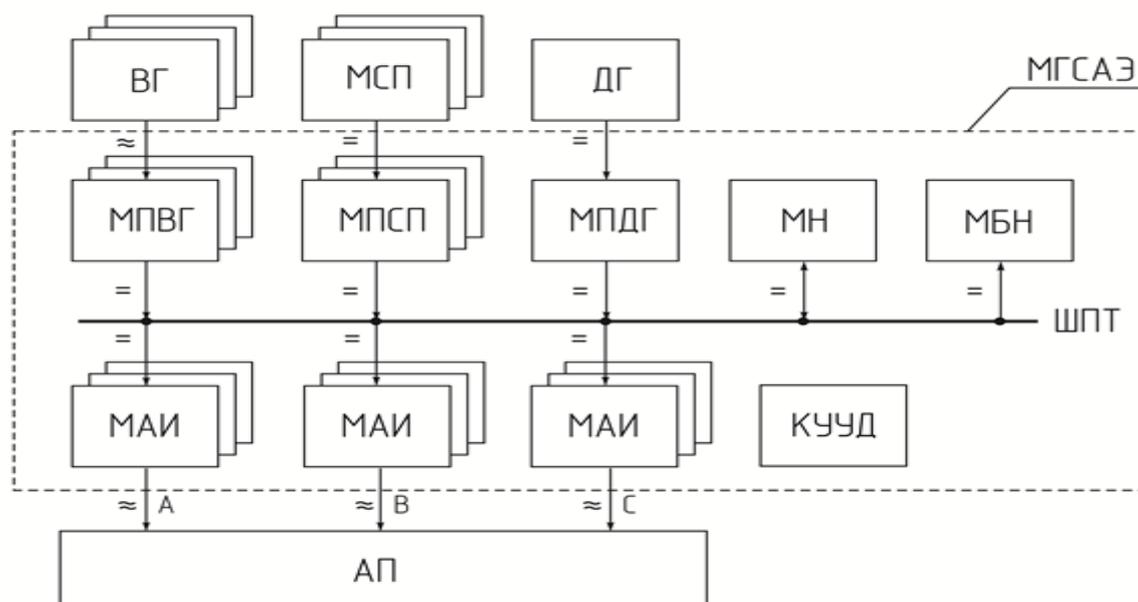


Рисунок 7 - Структура разрабатываемого изделия модульной гибридной системы автономного электроснабжения (МГСАЭ)

На рисунке обозначено:

ВГ – ветрогенератор (в состав разрабатываемого изделия не входит);

МСП – массив солнечных панелей (в состав разрабатываемого изделия не входит);

ДГ – дизель– генератор (в состав разрабатываемого изделия не входит);

АП – автономный потребитель;

ШПТ – шина постоянного тока;

МПВГ – модуль преобразователя ветрогенератора;

МПСП – модуль преобразователя солнечных панелей;

МПДГ – модуль преобразователя дизель– генератора;

МН – модуль накопителя;

МБН – модуль балластных нагрузок (МБН);

МАИ – модуль автономного инвертора;

КУУД – контроллер управления, учета и диспетчеризации.

Для стандартного дома в Томской области, номинальная нагрузка объекта электроснабжения (на интервале усреднения 10 минут) не менее – 40 кВт (50 кВА), а пиковая мощность (длительность 4 с), не менее – 50 кВт (62,5 кВА), допустимая перегрузка (длительность 0,1 с), не менее – 80 кВт (100 кВА).

### **Оценка рынка**

Рыночный потенциал и благоприятные возможности не только во многом обеспечивают успех процесса коммерциализации, но и закладывают основу для последующего получения финансирования и других внешних ресурсов. Чтобы определить рынок гибридной электростанции нужно изучать объем и тенденции рынка (цена, объем продаж, конкуренты), профили клиентов и сегментирование рынка (демографический, географический, психологический, структуры закупок потребителей, покупательской восприимчивости), сбыт, стратегия маркетинга и т.д.

В Томской области, как и во многих других уголках России, до сих пор без централизованного электроснабжения остается огромное количество населенных пунктов. В труднодоступных селах и деревнях электричество вырабатывается дизельными электростанциями (ДЭС) [44].

Потенциальные потребители Томской области для этого исследования будут рассматриваться как потребители ДЭС. В таблице 12 показывает структуру и динамику рынка электрической энергии, вырабатываемой ДЭС Томской области за 2008-2015 гг.

Таблица 12 – Потребители электрической энергии, вырабатываемой ДЭС в Томской области за 2008 – 2015 годы

| Годы                                | Собственное потребление | Сторонние потребители |        |        | Потребление всего |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------|--------|-------------------|
|                                     |                         | население             | Бюджет | Прочие |                   |
| Итого по всем ДЭС в Томской области |                         |                       |        |        |                   |
| 2008                                | 1 359                   | 9 540                 | 1 127  | 946    | 12 971            |
| 2009                                | 1 293                   | 9 470                 | 1 061  | 1 019  | 12 844            |
| 2010                                | 1 087                   | 9 191                 | 960    | 1 088  | 12 327            |
| 2011                                | 1 412                   | 8 238                 | 853    | 1 073  | 11 577            |
| 2012                                | 794                     | 8 981                 | 796    | 1 046  | 11 617            |
| 2013                                | 783                     | 9 013                 | 731    | 962    | 11 489            |
| 2014                                | 781                     | 9 050                 | 737    | 968    | 11 537            |
| 2015                                | 777                     | 9 027                 | 739    | 958    | 11 501            |

По показателю потребители электрической энергии из ДЭС в Томской области снижались с 2008 по 2015 год.

Характеристики рынка электроэнергии по районам в Томской области, где находятся дизельные электростанции, представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Районы в Томской области с установкой ДЭС [45]

| П.п | Наименование объекта               | Утверждённый тариф с 1.01 до 31.06. и с 01.07 до 31.12 2016 |       | Средний тариф в руб. | Полезный отпуск Э/Э (кВт*ч в год) |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------------------------|
| 1   | Пос. Катайга Верхнекетского района | 21                                                          | 21,04 | 21,02                | 1721,63                           |

|    |                                                                 |       |       |        |         |
|----|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|---------|
|    | Томской области                                                 |       |       |        |         |
| 2  | Пос. Степановка<br>Верхнекетского района<br>Томской области     | 16,55 | 17,16 | 16,855 | 2720,36 |
| 3  | С. Нарым Парабельского<br>района Томской области                | 16,49 | 17,03 | 16,76  | 3170,27 |
| 4  | Пос. Молодежный<br>Каргасокского района<br>Томской области      | 29,03 | 29,03 | 29,03  | 997,82  |
| 5  | С. Усть– Тым<br>Каргасокского района<br>Томской области         | 26,04 | 27,12 | 26,58  | 720,62  |
| 6  | П. Киевский<br>Каргасокского района<br>Томской области          | 27,18 | 33,1  | 30,14  | 905,63  |
| 7  | С. Суйга Молчановского<br>района Томской области                | 20,21 | 22,28 | 21,245 | 1145,38 |
| 8  | С. Лукашкин Яр<br>Александровского района<br>Томской области    | 19,93 | 22,2  | 21,065 | 715,21  |
| 9  | С. Копыловка<br>Колпашевского района<br>Томской области         | 27,99 | 25,76 | 26,875 | 561,83  |
| 10 | С. Назино<br>Александровского района<br>Томской области         | 19,13 | 21,25 | 20,19  | 850,09  |
| 11 | С. Новоникольское<br>Александровского района<br>Томской области | 25,9  | 24,37 | 25,135 | 441,17  |
| 12 | П. Напас Каргасокского<br>района Томской области                | 27,5  | 29,03 | 28,265 | 343,34  |

Утверждённый тариф разделится на два периода (с 1.01 до 31.06. и с 01.07 до 31.12.2016) и имеет разные значения, большинство тарифов с 1.01 ниже, чем с 01.07, т.к. в первом случае используется тариф прошлого 2015 года.

### **Объем сбыта**

Объем сбыта – количество продуктов предприятия или той или иной торговой марки, продаваемое в течение определенного периода времени. От объема сбыта зависит доход от продаж (объем, умноженный на цену). Он также важен для составления графика производства и определения издержек на производство, особенно там, где необходим высокий уровень задействования производственных мощностей для достижения точки безубыточности [46].

Это яркое доказательство того, насколько успешной является компания, поскольку под объемом продаж подразумевается определенная сумма денежных средств, которая поступила на счета компании за проданные товары за определенный отрезок времени.

Стоит сказать о том, что объем продаж крайне необходимо рассчитывать и анализировать по той причине, что можно видеть насколько увеличилось количество продаж, или же напротив, упало. Это позволит каждому владельцу своего дела контролировать его успешность и вовремя принимать решения в том случае, если показатели будут стремительно падать [47].

В таблице 14 демонстрирует размер валовой выручки (ВВ) ДЭС в Томской обл. в 2016 году. Определим выручку от реализации продукции по формуле (9):

$$ВВ = Ц \times К \quad (9),$$

где Ц – цена реализации продукции, руб.;

К – количество реализованной продукции, л.

Для рынка энергетики данная формула преобразуется в (10)

$$\text{Валовая выручка} = \text{средний тариф в год} * \text{полезный отпуск в год} \quad (10)$$

Таблица 14 – Валовая выручка ДЭС за 2016 году в тыс. руб. [48].

| П.п | Наименование объекта | Утверждённый тариф с 1.01 до 31.06. и с 01.07 до 31.12 2015 | Средний тариф в руб. | Полезный отпуск Э/Э (кВт*ч в год) | ВВ За 2016 (в тыс.руб. |
|-----|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------|
|     |                      |                                                             |                      |                                   |                        |

|    |                                                           |       |       |        |          |          |
|----|-----------------------------------------------------------|-------|-------|--------|----------|----------|
| 1  | Пос. Катайга Верхнекетского района Томской области        | 21    | 21,04 | 21,02  | 1721,626 | 36188,59 |
| 2  | Пос. Степановка Верхнекетского района Томской области     | 16,55 | 17,16 | 16,855 | 2720,359 | 45851,65 |
| 3  | С. Нарым Парабельского района Томской области             | 16,49 | 17,03 | 16,76  | 3170,274 | 53133,79 |
| 4  | Пос. Молодежный Каргасокского района Томской области      | 29,03 | 29,03 | 29,03  | 997,8176 | 28966,64 |
| 5  | С. Усть– Тым Каргасокского района Томской области         | 26,04 | 27,12 | 26,58  | 720,616  | 19153,97 |
| 6  | П. Киевский Каргасокского района Томской области          | 27,18 | 33,1  | 30,14  | 905,632  | 27295,75 |
| 7  | С. Суйга Молчановского района Томской области             | 20,21 | 22,28 | 21,245 | 1145,383 | 24333,67 |
| 8  | С. Лукашкин Яр Александровского района Томской области    | 19,93 | 22,2  | 21,065 | 715,208  | 15065,86 |
| 9  | С. Копыловка Колпашевского района Томской области         | 27,99 | 25,76 | 26,875 | 561,8288 | 15099,15 |
| 10 | С. Назино Александровского района Томской области         | 19,13 | 21,25 | 20,19  | 850,096  | 17163,44 |
| 11 | С. Новоникольское Александровского района Томской области | 25,9  | 24,37 | 25,135 | 441,168  | 11088,76 |
| 12 | П. Напас Каргасокского района Томской области             | 27,5  | 29,03 | 28,265 | 343,3352 | 9704,369 |

Как следует из таблицы валовая выручка (ВВ) в разных районах в Томской области различается. Самая большая выручка в с. Нарым Парабельского района – свыше 53 млн. руб.

Планируемый объем продаж рассчитывался с учетом 4%-го коэффициента предельного роста (КПР) за каждый год [49].

### **Себестоимость**

Себестоимость продукции – это элемент ресурсного потенциала организации, предназначенный для обеспечения непрерывного процесса

хозяйственной деятельности, потребляемый однократно для получения будущей экономической выгоды. Это капитал, инвестируемый в текущую деятельность в течение каждого операционного цикла [50].

Планируемый в рамках проекта объем продаж и себестоимость гибридной энергетики в с. Нарым Парабельского района в тыс. руб. за 15 лет представлен в приложении А.

Расходы, которые входят в себестоимость производимой энергии:

- расходы на оплату труда работников
- затраты по транспортировке работников к месту работы и обратно в направлениях
- затраты на аренду земли
- затраты на шефмонтаж (contract supervision)
- затраты на обслуживание производственного процесса

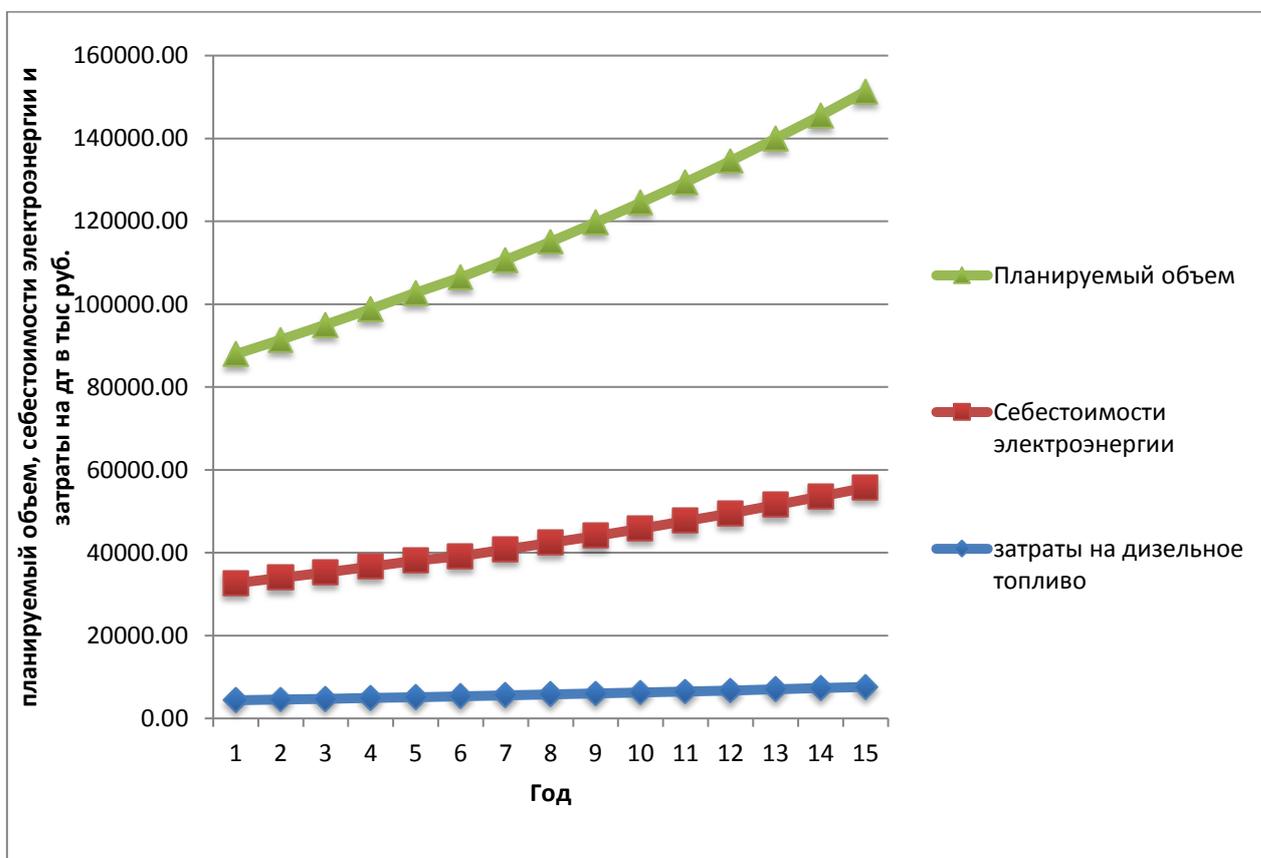


Рисунок 8 – Объем продаж (выручка), расходы и себестоимость электроэнергии за 15 лет

ДТ – дизельное топливо

Как следует из рис. 8, планируемый объем продаж больше, чем себестоимость электроэнергии с расходами ДТ вместе. В этом можно сказать что проект будет выгоден.

В себестоимости электроэнергии включается расчеты амортизации основных средств. Для расчета амортизации основных средств для гибридной энергетики данной работы использовался линейный метод линейным

Линейный (пропорциональный) способ – это списание стоимости объекта равными суммами в течение срока его службы. Амортизация при этом начисляется равными долями в течение всего срока использования объекта ОС до полного перенесения его стоимости на стоимость производимой продукции.

Расчет производится по формуле (11):

$$K = 1/n \times 100\%, \quad (11)$$

где

K – норма амортизации в процентах (рассчитывается к первоначальной или восстановительной стоимости объекта амортизируемого имущества);

n – срок полезного использования в годах (или/и месяцах) [51].

$$1/25 * 100\% = 4\%$$

Стоимость одной панели = 13 290 руб.

Количество панелей = 450

$$22\,150 * 450 = 5\,980\,500 \text{ руб.}$$

Амортизационные начисления в год =  $5\,980\,500 * 0,04 = 239,22$  (в тыс. руб.)

Для реализации проекта необходимы 270 солнечных панелей (средняя стоимость – 13 290 руб.), 120 аккумуляторных батарей (АКБ) – (стоимость на одной – 10255 руб. [52]), 1 ДЭС на стоимости – 271310 руб. [53], цена морского контейнера (б/у, 40 тонн) - 98000 руб. [54], контролера (1 шт.) – 160

000 руб., одного инвертора [55] на цене 240 000 руб. Итого основных средств почти на 8 миллионов руб. Расчеты амортизации и подробная информация приведены в приложении Б.

Количество дизельного топлива по статье [47, с. 9] для гибридной станции составляет 5,3 т. (1 т. = 1 190л), а для ДЭС – 38,9 т. Таблица 15 показывается расчет топлива ДЭС и гибридной станции.

Таблица 15 – Расходы топлива для ДЭС и гибридной станции в 2016 году для с. Нарым Парабельского района Томской области

| Виды станций | Количество топлива, т | Стоимость ДТ, в тарифе руб.\л. | Годовое потребление ДТ, л. | стоимость ДТ, тыс. руб. |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| ДЭС          | 38,9                  | 27,42                          | 1128740,0                  | 30950,05                |
| ДЭС и СЭС    | 5,3                   | 27,42                          | 153787,2                   | 4216,84                 |

Как следует из таблицы, в 2016 г. расходы топлива гибридных установок снизились больше, чем 26 млн. руб. (на 86%). Расчет себестоимости электроэнергии в с. Нарым Парабельского района Томской области в 2015 г. представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Себестоимость электроэнергии с. Нарым Парабельского района Томской области

| Виды станций | Себестоимость электроэнергии, Сээ, руб./кВт·ч | Полезный отпуск э/э (тыс. кВт*ч в год) | Итого ДЭС и ГЭС (в тыс. руб.) 2016 |
|--------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| ДЭС          | 35,37                                         | 3170,27                                | 112132,6                           |
| ГЭС          | 8,38                                          | 3170,27                                | 26566,9                            |

Себестоимость электроэнергии в Томской области для гибридной электростанции составляет 50% от стоимости тарифа потребителя

электростанции. Следовательно, себестоимость на гибридной электростанции на 85 млн. руб. меньше, чем ДЭС. Себестоимость ДЭС и ГЭС за 15 лет рассчитаны ниже (приложение А) с учетом 4%–го роста каждый год.

Для проведения эксперимента выбрана солнечная панель типа HG–255S компании Гимин [47, с.4]. Стандартная монокристаллическая панель в алюминиевой раме от лидера мировой солнечной индустрии – компании Гимин Групп. Высокое качество изготовления, очень высокое для монокристаллических элементов КПД – 15,7% поступающей энергии солнца преобразуется в электрическую. Панели этого производителя отличает большой срок службы. Первые 25 лет панель работает с мощностью 90–100%, следующие 20 лет с мощностью 80–90%. При этом температурный диапазон работы фотоэлектрических элементов от –40 до +85°C.

Таким образом, применение гибридных установок вместо дизельных электростанций в труднодоступных районах Томской области является возможным. По итогам анализа расходы на дизельное топливо (ДТ) для гибридной электростанции снизились на 86%, себестоимость на 50% по сравнению с суммарными расходами на ДТ и себестоимость ДЭС. В расчетах планируемого объема производства и себестоимости в пределах горизонта планирования 15 лет заложенный 4% рост с учетом инфляции. Для выбора сегментов рынка рассматривались рынки ДЭС на территории Томской обл., и по результатам исследования наиболее перспективным представляется с Нарым в Парабельском районе.

Таким образом, гипотеза нашего исследования подтверждается: инвестирование в создание гибридных энергетических установок является экономически эффективным. Согласно проведенному анализу возможно снижение себестоимости, по большей части за счет сокращения расходов дизельного топлива.

### **3 Технико-экономическое обоснование проекта модульной гибридной системы**

#### **3.1 Описание особенностей проекта**

В настоящее время на территории РФ в районах децентрализованного электроснабжения эксплуатируются более 40 тысяч дизельных электростанций с диапазоном мощности от нескольких киловатт до мегаватта и более. Себестоимость производства электрической энергии на них во многом зависит от стоимости топлива и составляет от 20 и более рублей за киловатт/час, что с одной стороны накладывает обязательства на администрации муниципалитетов и регионов по компенсации затрат энергоснабжающей компании на обеспечение электричеством населения, с другой стороны делает нерентабельным создание на таких территориях многих видов производств. При этом модернизация оборудования идет в основном за счет бюджетных средств.

Для создания экономической привлекательности модернизации и эксплуатации источников в технически изолированных территориальных энергосистемах необходимо предложить техническое решение, позволяющее значительно снизить после модернизации эксплуатационные расходы. Одним из таких решений может стать создание гибридной станции с использованием нескольких синхронизированных источников генерации электрической энергии, включая возобновляемые источники с высоким замещением использования дизельного топлива - на 50% и более и высокой степенью автоматизации, что позволит снизить эксплуатационные расходы на 25% и более и получить приемлемые сроки окупаемости проекта.

В настоящий момент проблема заключается в отсутствии промышленно производимых инверторов большой мощности, работающих с несколькими источниками постоянного и переменного тока и позволяющих ими эффективно управлять, максимально используя возобновляемые источники энергии.

Данный проект направлен на разработку силовой части и программного обеспечения инвертера и сопутствующих компонентов для постановки их в серийное производство. У участников проекта существуют научно-технический и технологический потенциал для разработки и производства гибридной станции "под ключ" в широком диапазоне мощности.

Для данного проекта автором выполнено экономическое обоснование, включающее финансовый план проекта, расчеты окупаемости и эффективности проекта.

### **3.2 Финансовый план проекта**

Финансовый план - один из важнейших разделов бизнес-плана, так как является главным критерием принятия инвестиционного проекта к реализации. Финансовый план необходим для контроля финансовой обеспеченности инвестиционного проекта на всех этапах его реализации и отражает предстоящие финансовые затраты, источники их покрытия и ожидаемые финансовые результаты, а также результаты расчетов, которые проводятся при его разработке в определенной последовательности.

Данный раздел инвестиционного проекта является наиболее объемным и трудоемким. Здесь выделяют комплекс вопросов, решаемых в процессе подготовки инвестиционного проекта на этапе финансового анализа. Финансовый анализ должен сопровождать разработку проекта с самого начала. Каждый раздел бизнес-плана должен иметь выход на финансовый раздел, т.е. содержать цифры, данные, по которым можно рассчитывать соответствующую позицию финансовых планов.

Финансовое обоснование проекта выступает критерием принятия инвестиционного решения, поэтому разработка финансового плана должна вестись особо тщательно. Цели и задачи прогнозирования финансово-

хозяйственной деятельности инвестиционного объекта заключаются, прежде всего, в оценке затрат и результатов, выраженных в финансовых категориях.

**Финансовый раздел инвестиционного проекта состоит из следующих пунктов:**

- Анализ финансового состояния предприятия в течение трех (а лучше пяти) предыдущих лет его работы.
- Анализ финансового состояния предприятия в период подготовки инвестиционного проекта.
- Прогноз прибылей и денежных потоков.
- Оценка финансовой эффективности инвестиционного проекта.[56].

#### **Отчет о финансовых результатах**

Это табличное представление финансовых результатов деятельности организации за определенный период [57]. Наиболее упрощенный отчет о финансовых результатах дает информацию лишь о выручке, затратах и результатах (прибылях и убытках) и они могут быть представлены следующим образом: выручка (доход), расходы и прибыль (убыток) [58]. Отчет о финансовых результатах отражает производственную деятельность предприятия и показывает ее эффективность, полученную прибыль.

Результаты расчетов планируемых финансовых результатов проекта приведены в приложении В.

#### **Отчет о движении денежных средств**

Для анализа притока и оттока денежных средств по операционной, инвестиционной и финансовой видам деятельности представлен отчет о движении денежных средств.

Отчет о движении денежных средств отражает движение реальных денег на каждом шаге расчета. В качестве притоков денежных средств учитываются все поступления: первоначальные инвестиции, поступление

выручки, прочие поступления. Оттоками являются реальные денежные выплаты, связанные с покупкой основных средств, арендными платежами, оплатой поставщикам за сырье, оплатой труда.

По анализу экспертов капитальные затраты в с. Нарым Парабельского района составляют 147 853 880 руб.

Приток превышает отток в Отчете о движении денежных средств (приложение Г). Сальдо денежного потока от всех видов деятельности - положительное.

В прогнозном балансе (приложение Д), активы не превышает пассивы – они равны.

### **3.3 Расчеты окупаемости и эффективности проекта**

#### **Срок окупаемости (pay-backperiod)**

это время, которое требуется компании для возмещения ее первоначальных инвестиций. Это один из наиболее распространенных и понятных показателей оценки эффективности реального инвестиционного проекта, так как позволяет судить о том, как быстро возвратятся средства, вложенные в его реализацию [59].

Срок окупаемости определяется делением первоначальных капитальных вложений на притоки денежных средств, полученные в результате либо увеличения доходов, либо экономии на расходах [60].

Выделяют два способа расчета срока окупаемости [61]:

простой срок окупаемости;

дисконтированный срок окупаемости.

Простой срок окупаемости (SimplePay-backPeriod) – это продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Начальный момент обычно начинается с первого шага или начало операционной деятельности. Момент окупаемости – это тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого кумулятивные

текущие чистые денежные поступления  $NV(k)$  становятся и в дальнейшем остаются неотрицательными.

Метод расчета срока окупаемости  $PP$  инвестиций состоит в определении того срока, который необходимо для возмещения суммы первоначальных инвестиций. Если сформулировать суть этого метода более точно, то он предполагает вычисление того периода, за который кумулятивная сумма (сумма нарастающим итогом) денежных поступлений сравнивается с суммой первоначальных инвестиций.

Формула расчета срока окупаемости имеет вид (12):

$$PP = \frac{K_0}{CF_{ст}}, \quad (12)$$

где  $PP$  – срок окупаемости инвестиций (лет);

$K_0$  – первоначальные инвестиции;

$CF_{ст}$  – среднегодовые денежные поступления от реализации инвестиционного проекта.

Простой срок окупаемости инвестиций ( $PP$ ) характеризует время, необходимое для полного возмещения инвестиционных затрат. В таблице 17 показывает расчет простого срока окупаемости инвестиций на гибридной электростанции [62].

Таблица 17 – Расчет простого срока окупаемости инвестиций проекта (тыс. руб)

| Год | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности (в тыс. руб.) | Чистый денежный поток от операционной деятельности (в тыс. руб.) | Кумулятивный (накопленный) денежный поток (в тыс. руб.) |
|-----|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 0   | 147853,9                                                           | 0                                                                | -147854                                                 |
| 1   |                                                                    | 22604,85                                                         | -125249                                                 |
| 2   |                                                                    | 23534,61                                                         | -101714                                                 |
| 3   |                                                                    | 24501,56                                                         | -77212,9                                                |
| 4   |                                                                    | 25507,19                                                         | -51705,7                                                |
| 5   |                                                                    | 26553,04                                                         | -25152,6                                                |
| 6   |                                                                    | 28040,72                                                         | 2888,079                                                |

| Год | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности (в тыс. руб.) | Чистый денежный поток от операционной деятельности (в тыс. руб.) | Кумулятивный (накопленный) денежный поток (в тыс. руб.) |
|-----|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 7   |                                                                    | 29171,92                                                         | 32060                                                   |
| 8   |                                                                    | 30348,35                                                         | 62408,35                                                |
| 9   |                                                                    | 31571,86                                                         | 93980,21                                                |
| 10  |                                                                    | 32844,3                                                          | 126824,5                                                |
| 11  |                                                                    | 34167,65                                                         | 160992,2                                                |
| 12  |                                                                    | 35543,92                                                         | 196536,1                                                |
| 13  |                                                                    | 36975,25                                                         | 233511,3                                                |
| 14  |                                                                    | 38463,82                                                         | 271975,1                                                |
| 15  |                                                                    | 40011,95                                                         | 311987,1                                                |

$$PP = \frac{25152,6}{28040,72} + 5 = 5,9 \text{ лет.} \quad (13)$$

Срок окупаемости инвестиций составит 5,9 лет. Это достаточно короткий срок, который требует больших финансовых вложений в первый период реализации.

Для учета временной ценности денег и определения более точного срока окупаемости рассчитывается дисконтированный срок окупаемости (DPP) по формуле (14).

$$\sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} \geq \text{Investment} \quad (14),$$

где NCF (NetCashFlow) - Чистый денежный поток[63]

Investment - сумма инвестиционных вложений в проект

r – ставка дисконтирования

n – период анализируемого проекта

i – шаг расчета (месяц, квартал, год), i=1, 2, ...,n

При расчете дисконтированного срока окупаемости нами выбрана ставка дисконтирования 10%, так как это обеспечивает оптимальный уровень стоимости капитала. Результаты расчета приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет дисконтированного срока окупаемости инвестиций при ставке дисконтирования 10%, тыс. руб.

| Период | Прогнозируемый объем доходов, рублей | Дисконтированный денежный поток, млн. руб. | Чистая приведенная стоимость (NPV), млн. руб. |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 0      | 0                                    |                                            | -177425                                       |
| 1      | 22604,85                             | 20549,86                                   | -156875                                       |
| 2      | 23534,61                             | 19450,09                                   | -137425                                       |
| 3      | 24501,56                             | 18408,38                                   | -119016                                       |
| 4      | 25507,19                             | 17421,75                                   | -101595                                       |
| 5      | 26553,04                             | 16487,35                                   | -85107,2                                      |
| 6      | 28040,72                             | 15828,25                                   | -69279                                        |
| 7      | 29171,92                             | 14969,81                                   | -54309,2                                      |
| 8      | 30348,35                             | 14157,73                                   | -40151,4                                      |
| 9      | 31571,86                             | 13389,55                                   | -26761,9                                      |
| 10     | 32844,3                              | 12662,9                                    | -14099                                        |
| 11     | 34167,65                             | 11975,55                                   | -2123,43                                      |
| 12     | 35543,92                             | 11325,39                                   | 9201,959                                      |
| 13     | 36975,25                             | 10710,41                                   | 19912,37                                      |
| 14     | 38463,82                             | 10128,73                                   | 30041,1                                       |
| 15     | 40011,95                             | 9578,543                                   | 39619,64                                      |

$$PP = \frac{2123,43}{11325,39} + 11 = 11,2 \quad (15)$$

Дисконтированный срок окупаемости проекта составит 11,2 года.

**Чистая приведенная стоимость (NPV)** отражает прирост денежных средств в рублях, с учетом изменения стоимости денег во времени. В таблице 19 показывается расчет чистой приведенной стоимости.

Таблица 19 – Расчет чистой приведенной стоимости (тыс. руб.)

| Период | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | Чистый денежный поток от операционной деятельности | Инвестиции |
|--------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| 0      | 147853,88                                            | 0,00                                               | 147853,88  |
| 1      |                                                      | 20549,86                                           |            |
| 2      |                                                      | 19450,09                                           |            |
| 3      |                                                      | 18408,38                                           |            |
| 4      |                                                      | 17421,75                                           |            |
| 5      |                                                      | 16487,35                                           |            |
| 6      |                                                      | 15828,25                                           |            |
| 7      |                                                      | 14969,81                                           |            |

| Период | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | Чистый денежный поток от операционной деятельности | Инвестиции |
|--------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| 8      |                                                      | 14157,73                                           |            |
| 9      |                                                      | 13389,55                                           |            |
| 10     |                                                      | 12662,9                                            |            |
| 11     |                                                      | 11975,55                                           |            |
| 12     |                                                      | 11325,39                                           |            |
| 13     |                                                      | 10710,41                                           |            |
| 14     |                                                      | 10128,73                                           |            |
| 15     |                                                      | 9578,543                                           |            |
| СУММА  |                                                      | 217044,29                                          |            |

$$NPV = \sum_{t=1}^{12} \frac{ЧДП_{онт}}{(1+i)^t} - I_0 = 217044,29 - 147853,88 = 69190,41 \text{ руб.} \quad (16)$$

$NPV > 0$ , следовательно, проект эффективен и подходит для инвестирования.

**Внутренняя норма доходности (IRR)** характеризует источники формирования капитала и максимально допустимую цену за инвестиционные ресурсы, вовлекаемые в проект (приложение Е).

$$IRR = i_1 + \frac{i_2 - i_1}{NPV_1 - NPV_2} * NPV_1 = 0,1 + \frac{0,2 - 0,1}{9578,54 - (2597)} * 9578,54 = 0,237 \quad (17)$$

IRR выше выбранной ставки дисконтирования, следовательно проект эффективен и инвестированные средства принесут доход, хотя превышение незначительное.

**Индекс рентабельности инвестиции** показывает, сколько дисконтированных денежных потоков приходится на рубль инвестиций в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет индекса рентабельности инвестиций

| Период | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | Чистый денежный поток от операционной деятельности | Единоразовые инвестиции |
|--------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 0      | 147853,88                                            | 0,00                                               | 147853,88               |
| 1      |                                                      | 20549,86                                           |                         |
| 2      |                                                      | 19450,09                                           |                         |

| Период | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | Чистый денежный поток от операционной деятельности | Единоразовые инвестиции |
|--------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 3      |                                                      | 18408,38                                           |                         |
| 4      |                                                      | 17421,75                                           |                         |
| 5      |                                                      | 16487,35                                           |                         |
| 6      |                                                      | 15828,25                                           |                         |
| 7      |                                                      | 14969,81                                           |                         |
| 8      |                                                      | 14157,73                                           |                         |
| 9      |                                                      | 13389,55                                           |                         |
| 10     |                                                      | 12662,9                                            |                         |
| 11     |                                                      | 11975,55                                           |                         |
| 12     |                                                      | 11325,39                                           |                         |
| 13     |                                                      | 10710,41                                           |                         |
| 14     |                                                      | 10128,73                                           |                         |
| 15     |                                                      | 9578,543                                           |                         |
| СУММА  |                                                      | 217044,29                                          |                         |

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{12} \frac{ЧД_{ont}}{(1+i)^t}}{I_0} = \frac{217044,29}{147853,88} = 1,47 \text{ рублей} \quad (18)$$

$PI > 1$ , проект следует реализовать, так как доходы по нему превышают расходы.

Таким образом, проект можно признать экономически эффективным и привлекательным для инвесторов. Это подтверждают следующие результаты проведенного анализа:

- использование гибридной электростанции позволяет снижать расходы на дизельное топливо на 50% и эксплуатационные расходы на 25% и более;
- отчет о финансовых результатах показывает наличие положительного финансового результата;
- приток денежный средств превышает отток в отчете о движении денежных средств;
- планируется окупаемость проекта в течение 5,9 лет (с учетом ставки дисконтирования через 11,2 лет);
- по расчету чистой приведенной стоимости прирост денежных средств в рублях с учетом изменения стоимости во времени – 69 190 руб.;

- внутренняя норма доходности положительная;
- согласно расчету индекса рентабельности инвестиций на 1 рубль инвестиций приходится 1,47 руб. дисконтированных денежных потоков.

#### 4. Социальная ответственность

Корпоративная социальная ответственность давно стала неотъемлемой частью существования современных компаний. В современных условиях компаниям приходится соответствовать самым разнообразным общественным ожиданиям, не просто осуществляя некоторое количество социально направленных проектов, но интегрируя концепцию КСО в управленческие структуры корпораций. Стратегии КСО, являющиеся по большому счету общими для всех крупных компаний, на практике могут принимать специфический характер в зависимости от сферы деятельности компаний; также они могут применяться различным образом и иметь разные уровни приоритетности для компаний, исходящих из тех или иных международных стандартов КСО.

Сегодня, корпоративная социальная ответственность это постоянно совершенствуемый и реализуемый заинтересованными в устойчивом развитии компаниями набор программ и практик, направленных на осуществление социальной политики во всех сферах КСО. Направления КСО разделены на:

- социально ответственное поведение по отношению к обществу;
- совершенствование корпоративной культуры;
- экологически безопасный менеджмент и охрана природы;
- взаимовыгодные и конструктивные отношения с персоналом, поставщиками и клиентами.

Главная цель политики КСО – повышать уровень репутации компании, путем повышения общественного благосостояния и соответствовать ряду строгих требований в области политики КСО на арене международного бизнеса.

Сбалансированная политика в области КСО помогает компании достигать устойчивого роста, вызывать доверие со стороны государства и общества, тем самым повышая уровень ее значимости в регионах

присутствия и делая ее более конкурентоспособной. Так, КСО – это не просто набор практик и программ, а образ действия социально ответственной компании, направленный на достижение устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

В данной главе проводится анализ социальных факторов реализации проекта по разработке модульной гибридной системы автономного электроснабжения (МГСАЭ) объектов на основе возобновляемых источников энергии для нужд децентрализованной энергетики. Проект реализуется Автономной некоммерческой организацией «Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», с привлечением других организаций. Рассмотрение процессов управления корпоративной социальной ответственностью в данных организациях не представляет научного интереса, поэтому для анализа были взяты процессы разработки и внедрения МГСАЭ.

#### **4.1 Определение стейкхолдеров реализации проекта**

Одна из главных задач при оценке эффективности существующих программ КСО – это оценка соответствия программ основным стейкхолдерам компании. Стейкхолдеры – это группы, организации или индивидуумы, на которые влияет компания и от которых она зависит. Компания оказывает на них как прямое, так и косвенное влияние. В таблице 21 показывается стейкхолдеры реализации проекта.

Таблица 21 – Стейкхолдеры реализации проекта

| <b>Прямые стейкхолдеры</b>                                                                                                                           | <b>Косвенные стейкхолдеры</b>                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Жители населенных пунктов Томской области с децентрализованной энергетической системой (в части повышения стабильности электроснабжения; снижения | 1. Органы местного самоуправления населенных пунктов Томской области с децентрализованной энергетической системой (решение многих существующих |

|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| негативного воздействия на окружающую среду по сравнению с использованием устаревших технологий энергоснабжения)                                                                        | организационно-технических вопросов по электроснабжению)                                                                                                                                                                                |
| 2. Администрация Томской области (в части снижения затрат бюджета на субсидирование тарифа на электрическую энергию, получаемую с использованием устаревших технологий энергоснабжения) | 2. Департамент энергетики Администрации Томской области, Автономной некоммерческой организацией «Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности» (престиж региона в части внедрения современных технологий энергоснабжения)      |
| 3. Инвесторы (получение прибыли)                                                                                                                                                        | 3. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» и другие привлеченные организации (в части выполнения определенного объема работ; повышения престижа благодаря участию в масштабном прорывном проекте) |
| 4. Организации, занимающиеся продажей комплектующих для систем автономного электроснабжения (получение прибыли)                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5. Энергоснабжающие организации (в части появления определенного объема работ по обслуживанию МГСАЭ)                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |

Вывод: учитывая специфичность деятельности Автономной некоммерческой организацией «Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности» влияние Прямых стейкхолдеров относительно

Косвенных значительнее. Наиболее крупный сегмент в группе Прямых стейкхолдеров организации – покупатели. Они формируют взаимозависимую систему, которая поддерживает деятельность инвесторов, а иногда, напротив, лишает организацию возможности действовать, так как они и формируют прибыль инвесторов и являются главный источник доходов инвесторов для функционирования организации и производства электроэнергии.

Репутация компании сильно зависит от качества работы Сотрудников.

Органы местного самоуправления и Департамент энергии по ТО устанавливают политику функционирования субъектов ОРЭМ, от которой зависит его деятельность; через средства массовой информации воздействуют на формирование благоприятного общественного мнения об организации.

#### 4.2 Определение структуры программ КСО

Таблица 22 – Структура программ КСО

| Наименование мероприятия | Элемент                           | Стейкхолдеры                              | Сроки реализации мероприятия | Ожидаемый результат от реализации мероприятия                                       |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                        | Благотворительные пожертвования   | Жители населенных пунктов Томской области | Ежегодно                     | Снижение негативного воздействия на окружающую среду                                |
| 2                        | Социально-ответственное поведение | Сотрудники предприятия                    | Ежегодно                     | Решение многих существующих организационно-технических вопросов по электроснабжению |
| 3                        | Эквивалентное финансирование      | Сотрудники, Департамент                   | Ежегодно                     | помощь                                                                              |

Краткое описание благотворительных проекта «МГСАЭ»:

- снижение затрат бюджета на субсидирование тарифа на электрическую энергию, получаемую с использованием устаревших технологий энергоснабжения
- выполнение определенного объема работ; повышения престижа благодаря участию в масштабном прорывном проекте
- повышение стабильности электроснабжения; снижения негативного воздействия на окружающую среду по сравнению с использованием устаревших технологий энергоснабжения.

Таким образом, корпоративная социальная ответственность – это не просто ответственность компании перед людьми, организациями, с которыми она сталкивается в процессе деятельности, перед обществом в целом, не просто набор принципов, в соответствии с которыми компания выстраивает свои бизнес-процессы, а философия организации предпринимательской и общественной деятельности, которых придерживаются компании, заботящиеся о своем развитии, обеспечении достойного уровня жизни людей, о развитии общества в целом и сохранение окружающей среды для последующих поколений.

## **Заключение**

Основной проблемой развития малой энергетики являются проблемы с транспортировкой материалов для капитального ремонта, дизельного топлива, газа и т.д. в отдаленные и труднодоступные районы. По этой причине себестоимость электроэнергии во многих районах Томской области всегда завышена.

Наиболее перспективной заменой доростоящим дизельным электростанциям, используемым на территории Томской области, является применение гибридных установок (на основе возобновляемых источников энергии).

Использование возможностей малой энергетики является более экономически эффективным по сравнению централизованными линиями транспортировки электроэнергии от городов до отдаленных сельских районов. Благодаря ее развитию жители труднодоступных районов могут быть одновременно обеспечены электричеством, горячим водоснабжением, теплом (а некоторые из них – холодом) и не зависеть от возможных перерывов в снабжении электроэнергией от централизованных систем.

В результате исследования установлено, что наиболее экономической эффективной для Томской области является применение гибридной электростанции (на базе ДЭС и СЭС).

Совокупная мощность солнечных электростанций в мире в последующие годы будет стремительно наращиваться. Коммерческая эффективность солнечной энергии с развитием «солнечных» технологий и повышением эффективности преобразования солнечного света будет только увеличиваться. Рост солнечной энергетики будет пропорционален росту «солнечных» технологий и производств, которые смогут обеспечить формирующийся рынок новым качественным продуктом.

В данной работе дан обзор перспектив развития гибридной (солнечной и дизельной) энергетики в России. Проведен комплексный анализ

в территории Томской области с использованием данных ДТР Томской области.

Практическим результатом исследования является проведенный технико-экономический расчет эффективности использования фотоэлектростанции, работающей автономно в условиях Томской области.

На основании технико-экономического расчета сделаны выводы об эффективности использования дизельных электростанций и гибридных электростанций (фотоэлектростанций совместно с дизельными) в условиях Томской области. Данная гибридная электростанция выгодна для региональных властей ввиду снижения государственных субсидий в покрытие расходов на обеспечение электроэнергией труднодоступных районов, привлекательна для инвесторов ввиду возможности получения прибыли, а также интересна для жителей этих районов, т.к. снижается стоимость энергии, уменьшается нагрузка на экологию.

## Список публикаций студента

1. Ogunlana Ayodele Oludare, N. N. Goryunova Tax Incentives for Renewable Energy: the European experience [Electronic resource] // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences (EpSBS). – 2017. – Vol. 19 : Lifelong Wellbeing in the World (WELLSO 2016). – [P. 507-513]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2017.01.69> <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/37290>.

2. Огунлана Айоделе Олударе, Н. Н. Горюнова. Возобновляемые источники энергии как основа реализации парижского соглашения по снижению выбросов парниковых газов в России [Электронный ресурс] = Renewable energy sources as the basis for the implementation of the Paris Agreement on reducing greenhouse gas emissions in Russia // Общество: политика, экономика, право. – 2017. – № 2. – [С. 34-37]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.24158/per.2017.2.8> <http://elibrary.ru/item.asp?id=28380434>.

3. Б. Калюжный, Л. С. Шпехт, Огунлана Айоделе Олударе. Формирование модели экономики замкнутого цикла в России: к новым способам производства и потребления [Электронный ресурс] = Establishment of a model of circular economy in Russia: towards new ways of production and consumption // Экономика и предпринимательство : научный журнал. – 2016. – № 5 (70). – [С. 1112-1118]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26137347>.

## Список используемых источников

1. Виды и рейтинги экономических ресурсов [Электронный ресурс] / Экономическая библиотека. URL: <http://eclib.net/50/11.html> (дата обращения: 05.05.2016).
2. Энергетические ресурсы [Электронный ресурс] / Горная энциклопедия URL: <http://www.mining-enc.ru/e1/energeticheskie-resursy/>(дата обращения: 05.05.2016).
3. Альтернативные источники энергии в России: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / студенческий научный форум. URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/502/770> (дата обращения: 05.05.2016).
4. Плюсы и минусы альтернативных источников энергии [Электронный ресурс] / Аллей паруса. URL: <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2014/04/08/plyusy-i-minusy-alternativnykh-istochnikov> (дата обращения: 05.05.2016).
5. Гидроэнергия [Электронный ресурс] / энергиякрафт. URL: <http://energycraft.ru/energiya-rek-ges/2010-05-13-21-19-39.html> (дата обращения: 05.05.2016).
6. Солнечная энергетика России: перспективы и проблемы развития [Электронный ресурс] / Гос информационная система URL: <http://www.eprussia.ru/epr/80/5626.htm> (дата обращения: 05.05.2016).
7. Ветраэнергетика [Электронный ресурс] / Центр альтернативной энергии. URL: <http://auditenergy.ru/windenergy.html> (дата обращения: 05.05.2016).
8. Ветреная ветряная энергетика [Электронный ресурс] / Наука и жизнь. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/22733/> (дата обращения: 05.05.2016).

9. Энергетические ресурсы биомассы [Электронный ресурс] / Энергетика. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-3/2-3-1> (дата обращения: 05.05.2016).

10. Преимущества и недостатки различной гидроэнергии [Электронный ресурс] / Альтернативная Энергия. URL: <http://alternenergy.ru/stati/gidroyenergetika/preimuschestva-i-nedostatki-razlichnoi-g.html> (дата обращения: 05.05.2016).

11. Ветроэнергетика: перспективы, плюсы и минусы [электронный ресурс] / Альтернативная Энергия URL: <http://altenergiya.ru/veter/vetroenergetika-plyusy-i-minusy.html> (дата обращения: 05.05.2016).

12. Преимущества и недостатки солнечной энергии [электронный ресурс] / Solar Electro URL: <http://solarelectro.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii> (дата обращения: 05.05.2016).

13. Преимущества и недостатки солнечной энергии [электронный ресурс] / Альтернативная Энергия URL: <https://alternativenenergy.ru/solnechnaya-energetika/85-preimuschestva-solnechnoy-energetiki.html> (дата обращения: 05.05.2016).

14. Преимущества и недостатки геотермальных электростанций [электронный ресурс] / Enersy URL: <http://www.enersy.ru/energiya/preimuschestva-i-nedostatki-geotermalnyh-elektrostantsiy.html> (дата обращения: 05.05.2016).

15. Kartha .S., Leach G. Using modern bioenergy to reduce rural poverty [электронный ресурс] / Stockholm Environment Institute URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.447.4648&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 05.05.2016).

16. Обзор энергии биомассы [электронный ресурс] // возобновляемые источники энергии <http://re.energybel.by/renewable-energy-technologies/biomass-energy-overview/> (дата обращения: 05.05.2016).

17. Преимущества и недостатки гидроэлектростанций [электронный ресурс] // Enersy URL: <http://www.enersy.ru/energiya/preimuschestva-i-nedostatki-gidroelektrostantsiy.html> (дата обращения: 05.05.2016).

18. Kitzing, L., Mitchell, C. Morthorst, P. E. (2012) Renewable energy policies in Europe: converging or diverging? *Energy Policy*, 51, 192– 201. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151200746X>. (дата обращения: 05.05.2016).

19. Dietz, T. Stern, P. C. & Webe, E. U. (2013) Reducing Carbon– Based Energy Consumption through Changes in Household Behavior. *MIT press journals* 142, 78– 89. doi: 10.1162/DAED\_a\_00186. (дата обращения: 05.05.2016).

20. David, C., Lehman, M., Hamrin, J., & Wiser, R. (2005). International Tax Incentives for Renewable Energy: Lessons for Public Policy. The journal of Center for Resource Solutions San Francisco. Retrieved from <http://resource-solutions.org/document/international-tax-incentives-for-renewable-energy-lessons-for-public-policy/>. (дата обращения: 05.05.2016).

21. KPMG International (2014) Taxes and incentives for renewable energy Retrieved from <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2014/09/taxes-incentives-renewable-energy-v1.pdf> (дата обращения: 05.05.2016).

22. Energy trends (2016). Retrieved from [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_trends](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_trends) (дата обращения: 05.05.2016).

23. OECD (2015) Tax energy use: A graphical analysis, OECD Publishing. Retrieved from <https://www.oecd.org/ctp/taxing-energy-use-2015-9789264232334-en.htm>. (дата обращения: 05.05.2016).

24. Фахразиев И. З., Зацаринная Ю. Н. Малая энергетика России. Анализ текущего состояния и перспективы развития [Электронный ресурс] // Вестник казанского технологического университета. 2013 № 20 с 350 – 352 (дата обращения: 28.05.2016).

25. Перспективы развития малой энергетики в России [электронный ресурс] // Росэнерго инжиниринг URL: <http://www.ros-energy.ru/scripts/35.html> (дата обращения: 05.05.2016).

26. Прогноз: нефти в России хватит лишь на 20 лет [электронный ресурс] // Комсомольская правда URL: <http://www.tomsk.kp.ru/daily/26581/3596573/> (дата обращения: 28.05.2016).

27. Олеговна Р.В., Зильберштейн О.Б., Тенденции развития рынка оборудования малой генерации [электронный ресурс] // Энерго рынок URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/31EVN415.pdf> (дата обращения: 28.05.2016).

28. Геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии в Томской области» [электронный ресурс] // Энерго рынок URL: [http://green.tsu.ru/tomres/?page\\_id=1137](http://green.tsu.ru/tomres/?page_id=1137) (дата обращения: 28.05.2016).

29. Волкова Е.С., Невидимова О.Г., Мельник М.А. Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области. / География и природные ресурсы. 2011. № 2. - С. 39-46. (дата обращения: 28.05.2016).

30. Сурков М.А., Обухов С.Г., и др Оценка целесообразности применения фотоэлектрических установок для электроснабжения удаленных потребителей в климатических условиях Севера Российской Федерации [электронный ресурс] // Наукоедение : интернет-журнал. – 2016. – Т. 8, № 4. – [13 с.]. – Заглавие с экрана. – Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/97TVN416.pdf> (дата обращения: 28.05.2017).

31. Сурков М.А., Лукутин Б.В., Сарсикеев Е.Ж., Киушкина В.Р. Мировые тенденции в области построения автономных систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии [электронный ресурс] // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2012. № 4. <http://naukovedenie.ru/PDF/42tvn412.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: 28.05.2016).

32. Лукутин Б.В., Киушкина В.Р., Сурков М.А. Мероприятия по развитию возобновляемых источников энергии в регионе [электронный ресурс] // Сборник Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона Материалы Международного научнопрактического форума. 2013. С. 393-397. (дата обращения: 28.05.2016).
33. Перспективы использования ВИЭ в томской области [электронный ресурс] // Пасер.ру URL: <http://naser.ru/novosti-energetiki/alternativnaya-energetika/perspektivy-ispolzovaniya-vie-v-tomskoj-oblasti.html> (дата обращения: 28.05.2016).
34. Лукутина Б.В. Кадастр возможностей / Под ред.– Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.: ил. 6.
35. Лиценская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: учебник и учеб. Пособие для студентов высш. учеб. заведений / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: КлосС, 2008.-655 с.
36. Петрусёв А.С., Сарсикеев Е.Ж. Разработка технических средств повышения эффективности солнечных установок // Вестник науки Сибири. 2015. №1 (15). С. 77-82.
37. Obukhov S.G., Plotnikov I.A., Sarsikeev E.Zh. Bufernaya sistema nakopleniya elektroenergii dlya vozobnovlyаемой energetiki // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal Al'ternativnaya energetika i ekologiya. 2012. №9. S. 137-141.
38. Dynamic model of wind speed longitudinal component / Sarsikeev Y., Lukutin B.V., Lyapunov D.Y., Surkov M.A., Obuhov S.G. // Advanced Materials Research. 2014. T. 953-954. С. 529-532.
39. Lukutin B.V., Shandarova E.B., Makarova A.F., Shvartsman I.B. Effect of distributed photovoltaic generation on the voltage magnitude in a selfcontained power supply system // Сборник urgent problems of modern mechanical engineering 2016. С. 12005.
40. Саплин Л.А. Экономическое обоснование использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в челябинской

области // Ползуновский альманах: науч.-произв. ж. / Алтайский ГТУ. Барнаул, 1999, №1, С. 88-101.

41. Ларин А.И. Возобновляемые источники энергии. Энергия Солнца. Возможность использования в России и на Урале. Екатеринбург: Профи, 2010. 123с.

42. Сурков М.А. Повышение энергоэффективности автономных ветро-дизельных электротехнических комплексов: специальность: 05.09.03: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 2011.

43. Сурков М.А. К вопросу о секционировании дизельных электростанций в автономных системах электроснабжения // Инновационная энергетика 2010.№4. С.34-37

44. Лукутин Б.В., Киушкина В.Р., Сурков М.А. Мероприятия по развитию возобновляемых источников энергии в регионе [электронный ресурс] // Сборник Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона Материалы Международного научнопрактического форума. 2013. С. 393-397 (дата обращения: 28.05.2016).

45. Электроснабжение тарифов на услуги коммунального комплекса (для населения) [электронный ресурс] // ДТР Томской области URL: <http://rec.tomsk.gov.ru/map.html> (дата обращения: 28.05.2016).

46. Объем сбыта, объем продаж [электронный ресурс] // Economics.Studio URL: <http://economics.studio/ekonomicheskie-voprosyi-obschiie/obyem-sbyita-obyem.html> (дата обращения: 28.05.2016).

47. Сурков М.А., Обухов С.Г., и др. Оценка целесообразности применения фотоэлектрических установок для электроснабжения удаленных потребителей в климатических условиях Севера Российской Федерации [Электронный ресурс] // Наукovedение: интернет-журнал. 2016. № 4. 13 с. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/97TVN416.pdf> (дата обращения: 28.04.2017).

48. Коэффициент предельного роста [электронный ресурс] // ДТР Томской области URL <http://rec.tomsk.gov.ru/> (дата обращения: 28.05.2016).

49. Тарифная политика [электронный ресурс] // официальный портал правительства РФ URL: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=124053&mid=128713&itemId=126467> (дата обращения: 28.05.2017).

50. Каков ваш объем продаж? Формулы, которые необходимо знать [Электронный ресурс] // Класс 365. URL: <http://class365.ru/uchet-tovarov-uslug/objem-prodazh> (дата обращения: 28.04.2017).

51. Себестоимость продукции [Электронный ресурс] // финансовый анализ. URL: <http://www.1-fin.ru/?id=281&t=164> (дата обращения: 28.04.2017).

52. Монокристаллическая солнечная батарея 300 Вт [Электронный ресурс] // Solnechnye.ru. URL <http://www.solnechnye.ru/batareya/solnechnaya-batareya-Chinaland-CHN300-72M-300W-24V.htm> (дата обращения: 28.04.2017).

53. Дизельный генератор 30 кВт модель АД 30-Т400. [Электронный ресурс] // «Азимут». URL: [http://gc-azimut.ru/bearford\\_ad\\_30/](http://gc-azimut.ru/bearford_ad_30/) (дата обращения: 28.04.2017).

54. Контейнер морской бу 40 тонн [Электронный ресурс] // Контейнеру.ру. URL: <http://xn--e1aalcpdvnpxn--plai/kontejner-40-futov/5026-kontejner-morskoj-bu-40-tonn-v-naberezhnykh-chelnakh.html> (дата обращения: 28.04.2017).

55. АBB PRO 33.0-TL-OUTD [Электронный ресурс] // PVshop.eu. URL: <http://pvshop.eu/ABB-PRO-33.0-TL-OUTD-400V-50Hz-3Phase-33kW-PV-Solar-Inverter.html> (дата обращения: 28.04.2017).

56. Финансовый план [Электронный ресурс] // Разработка бизнес-планов. URL: <http://www.fenplan.ru/structure-financial.php> (дата обращения: 17.04.2017).

57. Фролова Т.А. экономика предприятия Таганрог [Электронный ресурс] // ГТИ ЮФУ, 2009. //AUP.ru1999 – 2017. URL: [http://www.aup.ru/books/m203/2\\_5.htm](http://www.aup.ru/books/m203/2_5.htm) (дата обращения: 28.04.2017).

58. Отчет о прибылях и убытах (ОПУ). Бухгалтерский учет [Электронный ресурс] // audit-it.ru. URL: [https://www.audit-it.ru/terms/accounting/profit\\_and\\_loss\\_statement.html](https://www.audit-it.ru/terms/accounting/profit_and_loss_statement.html) (дата обращения: 28.04.2017).

59. Терентьева Т.В. Бухгалтерская (финансовая) отчетность [Электронный ресурс] // IFRS 9 Software. URL: [https://abc.vvsu.ru/books/buh\\_fin\\_otch\\_uk/page0007.asp](https://abc.vvsu.ru/books/buh_fin_otch_uk/page0007.asp) (дата обращения: 28.04.2017).

60. Срок окупаемости инвестиций РР [Электронный ресурс] // инструменты финансового и инвестиционного анализа. URL: <http://investment-analysis.ru/metodIA2/payback-period.html> (дата обращения: 28.04.2017).

61. Срок окупаемости [Электронный ресурс] // Финансовый анализ. URL: <http://1fin.ru/?id=281&t=1015> (дата обращения: 28.04.2017).

62. Срок окупаемости проект [Электронный ресурс] // Деласупер.ру. URL: [http://www.delasuper.ru/view\\_post.php?id=5772](http://www.delasuper.ru/view_post.php?id=5772) (дата обращения: 28.04.2017).

63. Непомнящий Е.Г. Экономическая оценка инвестиций [Электронный ресурс] // Административно-управленческий портал. URL: [http://www.aup.ru/books/m223/6\\_2\\_1.htm](http://www.aup.ru/books/m223/6_2_1.htm) (дата обращения: 28.04.2017).

64. Дисконтируемый период окупаемости [Электронный ресурс] // Программа «Управление торговлей». URL: <http://finance4people.ru/index.php/investment/investment-dpb> (дата обращения: 28.04.2017).

## Приложение А

(обязательное)

Планируемый объем продаж и себестоимость гибридной энергетики в с. Нарым Парабельского района за 15 лет

в тыс. руб.

| Наименование                                         | 1 год    | 2 год   | 3 год   | 4 год    | 5 год    | 6 год    | 7 год    | 8 год    | 9 год    | 10 год   | 11 год   | 12 год  | 13 год   | 14 год   | 15 год    | итого     |
|------------------------------------------------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|
| Планируемый<br>объем продаж<br>киловатт час в<br>год | 55259,14 | 57469,5 | 59768,2 | 62159,01 | 64645,37 | 67231,19 | 69920,44 | 72717,25 | 75625,94 | 78650,98 | 81797,02 | 85068,9 | 88471,66 | 92010,52 | 95690,95  | 1106486   |
| Себестоимость ДЭС и ГЭС                              |          |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |           |           |
| расчет ДТ                                            | 4385,52  | 4560,94 | 4743,38 | 4933,11  | 5130,43  | 5335,65  | 5549,08  | 5771,04  | 6001,88  | 6241,96  | 6491,63  | 6751,30 | 7021,35  | 7302,21  | 7594,29   | 87813,8   |
| Себестоимости<br>электроэнергии<br>и                 | 27629,57 | 28734,7 | 29884,2 | 31079,51 | 32322,69 | 33615,59 | 34960,22 | 36358,63 | 37812,97 | 39325,49 | 40898,51 | 42534,4 | 44235,83 | 46005,26 | 47845,47  | 553243,16 |
| Итого                                                | 32015,09 | 33295,6 | 34627,5 | 36012,62 | 37453,12 | 38951,25 | 40509,30 | 42129,67 | 43814,86 | 45567,45 | 47390,15 | 49285,7 | 51257,19 | 53307,47 | 55439,779 | 641056,97 |



Приложение В  
(рекомендуемое)

Отчет о финансовых результатах проекта, тыс. руб.

| Наименование показателей             | Год реализации проекта |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                      | 1 год                  | 2 год    | 3 год    | 4 год    | 5 год    | 6 год    | 7 год    | 8 год    | 9 год    | 10 год   | 11 год   | 12 год   | 13 год   | 14 год   | 15 год   |
| Выручка от продаж(без НДС и акцизов) | 49995,20               | 51995,00 | 54074,82 | 56237,82 | 58487,30 | 60826,80 | 63259,89 | 65790,29 | 68421,90 | 71158,80 | 74005,10 | 76965,30 | 80043,90 | 83245,70 | 86575,50 |
| себестоимость СЭС и ДЭС              | 32654,29               | 33934,89 | 35266,72 | 36651,82 | 38092,33 | 39190,47 | 40748,52 | 42368,90 | 44054,08 | 45806,68 | 47629,37 | 49524,98 | 51496,41 | 53546,70 | 55679,00 |
| Валовая прибыль (1-2)                | 17340,91               | 18060,11 | 18808,10 | 19586,00 | 20394,97 | 21636,33 | 22511,37 | 23421,39 | 24367,82 | 25352,12 | 26375,73 | 27440,32 | 28547,49 | 29699,00 | 30896,50 |
| Налоговый платеж (20%)               | 3468,18                | 3612,02  | 3761,62  | 3917,20  | 4078,99  | 4327,27  | 4502,27  | 4684,28  | 4873,56  | 5070,42  | 5275,15  | 5488,06  | 5709,50  | 5939,80  | 6179,30  |
| Чистая прибыль (3-4)                 | 13872,73               | 14448,09 | 15046,48 | 15668,80 | 16315,98 | 17309,06 | 18009,10 | 18737,11 | 19494,26 | 20281,70 | 21100,58 | 21952,26 | 22837,99 | 23759,20 | 24717,20 |

Приложение Г  
(рекомендуемое)

Отчет о движении денежных средств (тыс. руб.)

| Показатели                                                                 | Год реализации проекта |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                            | 0                      | 1        | 2        | 3        | 4        | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        |
| Операционная деятельность                                                  |                        |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Приток (+)                                                                 |                        |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Выручка                                                                    | 0,00                   | 55259,14 | 57469,50 | 59768,28 | 62159,01 | 64645,37  | 67231,19  | 69920,44  | 72717,25  | 75625,94  | 78650,98  | 81797,02  | 85068,90  | 88471,66  | 92010,52  | 95690,95  |
| Отток (-)                                                                  | 0,00                   | 32654,29 | 33934,89 | 35266,72 | 36651,82 | 38092,33  | 39190,47  | 40748,52  | 42368,90  | 44054,08  | 45806,68  | 47629,37  | 49524,98  | 51496,41  | 53546,70  | 55679,00  |
| себестоимость СЭС и ДЭС                                                    | 0,00                   | 32015,09 | 33295,69 | 34627,52 | 36012,62 | 37453,13  | 38951,25  | 40509,30  | 42129,68  | 43814,86  | 45567,46  | 47390,15  | 49285,76  | 51257,19  | 53307,48  | 55439,78  |
| амортизация                                                                | 0,00                   | 639,20   | 639,20   | 639,20   | 639,20   | 639,20    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    | 239,22    |
| Сальдо денежного потока                                                    | 0,00                   | 22604,85 | 23534,61 | 24501,56 | 25507,19 | 26553,04  | 28040,72  | 29171,92  | 30348,35  | 31571,86  | 32844,30  | 34167,65  | 35543,92  | 36975,25  | 38463,82  | 40011,95  |
| Инвестиционная деятельность                                                | 0,00                   |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Приток (+)                                                                 | 0,00                   | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |
| Отток (-)                                                                  | 147853,88              | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |
| Сальдо денежного потока                                                    | 0,00                   | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |
| Финансовая деятельность                                                    |                        |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Приток (+)                                                                 | - 147853,88            | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           |           |
| Отток (-)                                                                  | 0,00                   | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           |           |
| Сальдо денежного потока                                                    | 147853,88              | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |           |           |
| Сальдо денежного потока от всех видов деятельности - сальдо реальных денег | 0,00                   | 22604,85 | 23534,61 | 24501,56 | 25507,19 | 26553,04  | 28040,72  | 29171,92  | 30348,35  | 31571,86  | 32844,30  | 34167,65  | 35543,92  | 36975,25  | 38463,82  | 40011,95  |
| Сальдо реальных денег нарастающим итогом                                   | 0,00                   | 22604,85 | 46139,46 | 70641,01 | 96148,20 | 122701,24 | 150741,96 | 179913,88 | 210262,23 | 241834,09 | 274678,39 | 308846,04 | 344389,96 | 381365,21 | 419829,03 | 459840,98 |

Приложение Д  
(рекомендуемое)

Прогнозный баланс, тыс. руб.

| Разделы и статьи<br>баланса        | Год реализации проекта |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | 0                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        |
| Актив                              |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Внеоборотные активы                |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Нематериальные активы              |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Основные средства                  | 7980,40                | 7341,20   | 6702,00   | 6062,80   | 5423,60   | 4784,40   | 4545,18   | 4305,96   | 4066,74   | 3827,52   | 3588,30   | 3349,08   | 3109,86   | 2870,64   | 2631,42   | 2392,20   |
| Организационные расходы            | 139873,48              | 137044,50 | 137539,86 | 138029,46 | 138513,08 | 138990,48 | 138981,43 | 139045,65 | 139102,86 | 139152,80 | 139195,16 | 139229,65 | 139255,95 | 139273,73 | 139282,66 | 139282,37 |
| Итого по разделу 1                 |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Оборотные активы                   |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Денежные средства                  |                        | 17340,92  | 18060,13  | 18808,10  | 19585,99  | 20395,00  | 21636,35  | 22511,37  | 23421,39  | 24367,82  | 25352,10  | 26375,75  | 27440,35  | 28547,53  | 29699,01  | 30896,53  |
| Итого по разделу 2                 |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Баланс                             | 147853,88              | 161726,62 | 162301,98 | 162900,36 | 163522,68 | 164169,88 | 165162,96 | 165862,98 | 166591,00 | 167348,14 | 168135,56 | 168954,48 | 169806,16 | 170691,91 | 171613,09 | 172571,11 |
| Пассив                             |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Капитал и резервы:                 |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Уставной капитал                   | 147853,88              | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 | 147853,88 |
| Нераспределенная прибыль           |                        | 13872,74  | 14448,10  | 15046,48  | 15668,79  | 16316,00  | 17309,08  | 18009,10  | 18737,12  | 19494,26  | 20281,68  | 21100,60  | 21952,28  | 22838,03  | 23759,20  | 24717,23  |
| Итого по разделу 3                 |                        | 161726,62 | 162301,98 | 162900,36 | 163522,68 | 164169,88 | 165162,96 | 165862,98 | 166591,00 | 167348,14 | 168135,56 | 168954,48 | 169806,16 | 170691,91 | 171613,09 | 172571,11 |
| Долгосрочные обязательства         |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Итого по разделу 4                 |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Краткосрочные обязательства        |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Займы и кредиты                    |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Кредиторская задолженность         |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Прочие краткосрочные обязательства |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Итого по разделу 5                 |                        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Баланс                             | 147853,88              | 161726,62 | 162301,98 | 162900,36 | 163522,68 | 164169,88 | 165162,96 | 165862,98 | 166591,00 | 167348,14 | 168135,56 | 168954,48 | 169806,16 | 170691,91 | 171613,09 | 172571,11 |

Приложение Е  
(рекомендуемое)

Расчет внутренней нормы доходности

| Показатели                                                                                                | Год реализации проекта |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                                                                                           | 0                      | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       |
| Чистый денежный поток от операционной деятельности                                                        |                        | 22604,85 | 23534,61 | 24501,56 | 25507,19 | 26553,04 | 28040,72 | 29171,92 | 30348,35 | 31571,86 | 32844,3  | 34167,65 | 35543,92 | 36975,25 | 38463,82 | 40011,95 |
| I=10%                                                                                                     | 1                      | 0,909091 | 0,826446 | 0,751315 | 0,683013 | 0,620921 | 0,564474 | 0,513158 | 0,466507 | 0,424098 | 0,385543 | 0,350494 | 0,318631 | 0,289664 | 0,263331 | 0,239392 |
| I=20%                                                                                                     | 1                      | 0,833333 | 0,694444 | 0,578704 | 0,482253 | 0,401878 | 0,334898 | 0,279082 | 0,232568 | 0,193807 | 0,161506 | 0,134588 | 0,112157 | 0,093464 | 0,077887 | 0,064905 |
| Дисконтированный чистый денежный поток от операционной и инвестиционной деятельности,(тыс. руб) млн. руб. |                        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| I=10%                                                                                                     | -<br>147854            | 20549,86 | 19450,09 | 18408,38 | 17421,75 | 16487,35 | 15828,25 | 14969,81 | 14157,73 | 13389,55 | 12662,9  | 11975,55 | 11325,39 | 10710,41 | 10128,73 | 9578,543 |
| I=20%                                                                                                     | -<br>147854            | 18837,37 | 16343,48 | 14179,14 | 12300,92 | 10671,07 | 9390,779 | 8141,347 | 7058,057 | 6118,838 | 5304,538 | 4598,555 | 3986,487 | 3455,85  | 2995,815 | 2596,995 |

Приложение Ё  
(справочное)

**Perspectives usage of hybrid system (on bases of renewable sources of energy)  
for small-scale generator in Russia  
Part: Introduction, 1.3, conclusion**

Студент:

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| ЗБМ52  | Огунлана Айоделе Олударе |         |      |

Консультант кафедры экономики (руководитель ВКР):

| Должность                   | ФИО                               | Ученая степень,<br>звание   | Подпись | Дата |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------|------|
| доцент кафедры<br>экономики | Борисова<br>Людмила<br>Михайловна | канд. экон. наук,<br>доцент |         |      |

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков ИСГТ:

| Должность                | ФИО                                   | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший<br>преподаватель | Бескровных<br>Людмила<br>Вячеславовна |                           |         |      |

## **Introduction**

**Significance of the study.** For engineers, it has become important to monitor renewable energy sources such as sun, wind, geothermal sources, ocean and biomass as a sustainable, cost-effective and environmentally friendly alternative to traditional energy sources. Nevertheless, the discreteness of these sources led to research in the field of hybrid systems of renewable energy sources. Over the past few years, there have been many studies in design, optimization, management and control of hybrid renewable energy systems

A hybrid power system is an excellent solution for the electrification of remote rural areas, where the expansion of the energy system is complex and uneconomical. Such a system includes a combination of one or more renewable energy sources, such as Solar photovoltaic, wind power, micro hydropower and even conventional backup generators.

The combination of these renewable energy sources with reserve units for the formation of a hybrid system can provide more economical, environmentally friendly and reliable electricity supply under all demand conditions compared to such systems with emission issues. One of the most important issues in this type of hybrid system is the optimal size of the components of the hybrid system to meet all load requirements with the possible minimum investment and operating costs. Recently, there are many studies on optimization and calibration of hybrid renewable energy systems, in which their use has gained popularity.

The issues of reliable and high-quality power supply of Western and Eastern Siberia, far North and the Far East is very significant. Currently, about 70% of territory in Russia with a permanent population of 10 million people in 70 cities locations with more than 360 urban settlements and about 1,400 small settlements, receive electricity from isolated power systems (IES). GOST 21027-

75. "Energy systems", according to the isolated power system, understands that energy system does not have electrical connections for parallel operation with other power systems.

To provide such regions with electricity, in addition to dozens of large and medium-sized power plants (Hydroelectric Power Station, thermal power plant with a capacity over 30 MW), dozens of small-scale power plants (up to 30 MW) are used based on traditional and renewable energy sources (RES), also in accordance to 49.5 Thousands of diesel generator sets with a total installed capacity of about 17,000 MW and generating about 50 billion kWh per year. The average installed capacity of such units is 0.34 MW.

**PROBLEM STATEMENT.** At present, scientists have accumulated a huge number of scientific papers, which seem to be researches of small-scale power engineering in Russia. The literature containing generalization of various aspects of reforming small-scale power engineering is quite extensive. In addition to its relevance, the choice of the topic of this study was largely due to the lack of theoretical elaboration and illumination in the economic literature of the challenges of renewable energy sources.

**Goals and objectives of the study.**

The purpose of this study is to assess the economic efficiency of the usage of hybrid power plants in the small energy sector of Tomsk region Russia.

In accordance with the goal of the study that determined the structure of the work, the following tasks were carried out:

1. Examine the basis for the formation of small-scale energy and its problems.
2. Identify the benefits and limitations of the use of renewable energy sources

3. Analyze the mechanisms for stimulating and supporting the development of renewable energy sources

4. Investigate the potential of renewable energy use in small power industry of Tomsk region.

5. To carry out the feasibility study of a modular hybrid system project.

**Object of research** – Hybrid power plants in small power industry of Tomsk region.

**The subject matter** is the economic efficiency of the use of hybrid power plants in the small power industry of Tomsk region.

**Theoretical and methodological basis of dissertational research.** The theoretical basis of the study was the work of Russian and foreign scientists and specialists on the development of small energy market and the development of a competitive electricity market, the legal framework for economic legislatively reforms, enshrined in decisions of the executive and legislative authorities of the Russian Federation.

The methodological basis of the research was based on a variety of modern methods: a systematic approach, analytical, complex-factor, abstract-logical, economic-statistical, analysis, generalization and analogy, comparative and expert assessments, statistical data processing.

**Hypothesis.** Investing in the creation of hybrid power plants is cost-effective.

**The information base of the research** was statistical and other information sources, the modern theory of management and organization of industry markets, materials of the State Statistics Committee of the Russian Federation, statistics of OAO RAO UES (OAO Unified Energy System of Russia), and the Federal Energy Commission.

**Scientific novelty of the study.** The possibility of using hybrid power plants in the Tomsk region is explored.

**Practical significance.** The main provisions and conclusions of the dissertation research can be used by managers, researchers, managers and regulators of the electric power industry.

The main provisions and conclusions of this work are used in the course of scientific research practice as an innovative type enterprise.

**The structure of the dissertation.** The thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, references and an appendix. The main text of the work is set out on 85 pages.

### **1.3 Mechanisms to stimulate and support the development of renewable energy sources**

Global investment trends indicate the likely change in the structure of the world's energy system in the coming decades towards the use of renewable energy sources [18].

National policy-makers are continuously implementing, changing and improving their support for RES-E in their country - and in that process, most national policy supports become increasingly similar. Studying the experience of leading countries in the development of alternative energy allows us to select and adapt to the most effective mechanisms for the development of investment programs for federal and regional level in order to improve energy efficiency. Also the work of T Dietz, and P.C. Stern of programs for reducing household carbon-dioxide .was considered [19].

Most European countries have initiated their own programs for the support of alternative energy and increment of energy efficiency since the early 1990s and also got actively involved in the work of various tax incentives mechanisms for the development of "green" technologies. It should be noted that one of the major tax incentives for alternative energy producers in the United States is the investment tax credit. This investment tax credit is contrast with investment tax credit in Russia and some other countries (here it simply acts as a form of changing the terms for execution of tax liability with subsequent payment of the loan principal and interest). In the United States, tax incentives measures reduce the tax on investment in the purchase of land, basic equipment and power installation for the production of electricity from alternative sources. That is, it serve as tax investment privilege. In some European countries, there different measures of tax systems to stimulate investment in alternative energy of various forms and scopes,

but they are also intended to achieve the same effect – to stimulate high-risk investment in energy facilities with a long payback period, which are highly profitable (table 1).

Table 1.- Tax incentives Measures for investments in alternative energy in Europe, Korea, China and the US

| Country     | Intensive options                         | Rate, % | Technology                                                            |
|-------------|-------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| Belgium     | tax reduction                             | 14,5    | all                                                                   |
| Spain       | tax credit                                | 12,0    | all                                                                   |
| Ireland     | tax reduction                             | 12,5    | all                                                                   |
| China       | tax reduction                             | 15,0    | solar energy, wind energy, biomaterial energy, and geothermal energy. |
| USA         | credit reduction on investment tax credit | 30,0    | Solar energy                                                          |
| South Korea | tax reduction                             | 10,0    | all                                                                   |

The tax deduction in Belgium is on all electricity that is being generated by renewable energy source though there are speculation to increase or return it to the normal rate.

### **Characteristics of production tax credit (PTC) and investment tax credit (the ITC)**

Tax credits for producers (Production Tax Incentive) of electricity from alternative sources are also quite popular abroad for measuring tax incentives. It should be noted that this concept is not found in Russian practice. The production tax credit is granted in the form of deduction from tax base, or in the form of a loan at a fixed rate per kilowatt-hour by using renewable energy This tax incentives mechanism was first introduced by the United States. The production tax credit

(PTC) and investment tax credit (ITC) differ in that the PTC reduces the payments on the federal income tax based on the amount of electricity produced as output (measured in kilowatt-hours), and ITC - based on the capital investment volume (measured in monetary units). ITC benefits can only be received when the equipment is already put into operation [20].

In some European countries to encourage the development of alternative energy, they use property tax deduction, which can be eliminated up to 100 % of tax amount for properties, lands and fixed assets used for the production of renewable energy. Reducing property taxes may be particularly important stimulus for capital-intensive technologies such as wind power generation and conversion of solar energy into electricity. After all, property taxes often lead to a higher tax burden on kWh of energy produced for capital-intensive power generation technologies from alternative sources than for the less capital-intensive conventional energy technologies. Therefore, the reduction of the property tax could help to create a tax parity between alternative energy and traditional technologies. According to statistical data [21], countries currently using this type of tax incentives, are presented in table 3.

Table 3. Tax incentives of some European countries

| Country | Volume ( %) | Forms of technology         |
|---------|-------------|-----------------------------|
| Italy   | 34          | biomass, photovoltaic, wind |
| Spain   | 8– 12       | all renewables              |
| Belgium | 13,5        | all renewables              |
| Poland  | 30– 70      | all renewables              |

Many countries basically are not using corporate income tax but value added tax (VAT) deduction to stimulate production of energy from renewable sources. It should be noted that these kinds of taxes can have a particularly painful effect on alternative energy producers that may be chargeable on the capital investment in the manufacturing process, rather than the power generated (Table 4).

Table 4. Countries with VAT reduction

| Country        | Basic price in EUR per Kwh | VAT   |
|----------------|----------------------------|-------|
| United Kingdom | 0,202                      | 0,01  |
| Malta          | 0,119                      | 0,006 |
| Serbia         | 0,047                      | 0,01  |
| Bosnia         | 0,069                      | 0,012 |

The UK and Serbia have a very low rate of VAT though basic price per Kwh of paid is high in UK (Eurostat statistics explained 2014)

Investment tax incentives are not often applied to small consumer-oriented and service companies that are not manufacturers, but consumers of energy and energy saving technologies. These incentives tend to be focused on the intensification of certain practices for installation of generation or cogeneration equipment for heating, lighting and ventilation of residential and commercial buildings. Often, tax deductions apply not only to the amount of equipment, but also to the amount of its installations, so that installation of a cogeneration system can in some cases be commensurate with the cost of equipment. These measures can stimulate the individual house owners and companies to purchase cogeneration plant. Also need to be noted that some European countries have abolished the practice of production tax credits due to the fact that it requires constant monitoring of companies production activities which lead to high administrative costs.

Tax deductions for the purchase and installation of cogeneration and energy-saving equipment achieve the same goal as the production credit tax but the administrative expenses for their sales is much lesser. Since 1997 (the entry into force of the Kyoto Protocol), countries such as the UK, France, Germany, Spain, Norway, Finland, the Czech Republic and Sweden, have increased taxes on oil and oil products. Denmark introduced a tax on carbon dioxide emissions before 1997. But, paradoxically, in some European countries, taxes on oil and oil products have increased significantly in accordance with the requirements of the Kyoto Protocol but coal taxes (much more "dirty" energy source) does not increased at all. Some European countries uses different VAT apart from the standard VAT set by the EU policy (table 5).

Table 5 – Countries that uses different VAT apart from the standard VAT set by the EU policy

| Country        | Standard VAT (%) | Different VAT, % | Energy products                                 |
|----------------|------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Czech Republic | 21               | 4                | Hydroelectric generators                        |
|                |                  | 15               | Heating firewood                                |
| Austria        | 20               | 10               | Firewood                                        |
|                |                  | 27               | Natural gas                                     |
| Iceland        | 25,5             | 17               | Electricity and fuel oil use for heating houses |
| Sweden         | 25               | 15               | Aircraft fuel (kerosene)                        |
| United Kingdom | 20               | 5                | Fuel for charity houses                         |

One reason for reduced policy rate by the governments of these countries, is there concern about the low income household owners that spend a larger share of their salaries or income on energy. That is why some countries have a reduced rate on residential heating fuel. Iceland stipulates itself on the standard VAT and electricity from fuel oil [23]. Despite the significant result of these tax incentives on renewable energy in some countries, other countries prefer to use other incentives, for example, in Germany the basic government support for renewable energy instrument are guaranteed tariffs for the supply of electricity from alternative sources within the network. Depending on the location and some technical terms of the government's program Renewable Energy Sources Act guarantees a 20-year sponsorship rate from 9.20 to 5.02 cents per kWh for generators installed before 01.01.2010. The program also provides a bonus of 0.5 cents per kWh for improved network integration of wind systems.

Nevertheless, tax and other incentives for alternative energy cannot be regarded as a substitute for the basic requirements for core business commercial effectiveness and its technological base. For example, in the case of bioethanol, production of new generation biofuel is associated with federal support for specialized research and development, rather than with companies' business of producing bioethanol, due to the fact that technological safety and commercial efficiency of this technology is not yet proven. On the other hand, the production of hybrid vehicles, wind and solar energy is possible thanks to the production tax credit, which solve many technological problems, increase their commercial efficiency, production capacity and gradually gaining energy market. Unfortunately if we talk about the amount of investments in profiling research and development, then it will be impossible to clearly assess whether the tax control measures is affecting the corporate R & D. However, due to lack of statistical data one can definitely say that the stimulation of consumer or corporate demand for

high-tech products and services naturally leads to an increase in the relevance of investment in R & D for the suppliers of goods and services. It should be noted that the greatest impact for federal measures reflect on the results of R & D when their direction fit into the main areas of corporate innovation. Furthermore, need to be considered, the specificity for activities of various tax incentives instruments for different sectors. Tax encouragement purchase of hybrids and other energy-efficient cars have a direct impact on the growth of corporate R & D (Fig. 3). This is also true for the production of energy efficient household appliances, building materials and other sectors

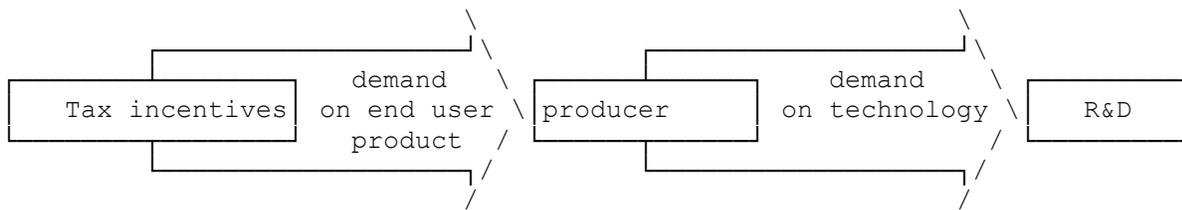


Fig.3. diagram of tax incentives activities for the production of energy-efficiency products:

In the energy sector, such measures only indirectly affect the growth capacities of investment in R & D. The fact that the companies - electricity suppliers and service companies themselves are not the creators of the main technology and do not invest in R & D, but they are the platform of innovation. The same can also be said about the companies - producers of new forms of fuels. The main technological innovation in the energy sector are made by manufacturers of energy and power engineering equipment. Therefore, measures of tax incentives for energy efficiency need to first stimulate demand for electricity companies for energy-efficient equipment and then, for demand for new power engineering technologies (fig 4).

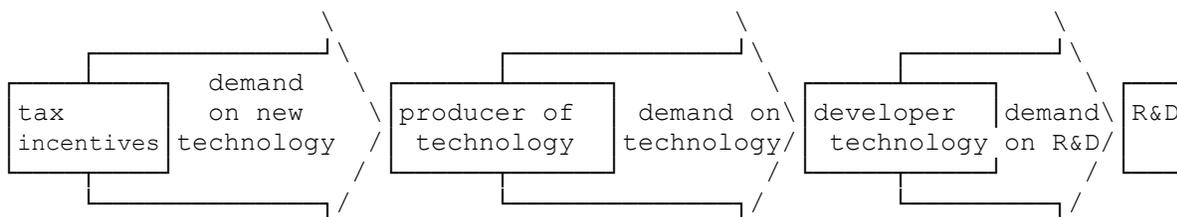


Fig.4. the diagram of tax incentives activities in energy sector

Therefore, in this case, the industrial investments in science, stimulates:

- the dynamic markets;
- a healthy competitive environment;
- the conquered market positions of not losing to companies' desire, only

then do they get tax incentives.

Unfortunately, the development of renewable energy and energy-efficient engineering in Russia is still insufficient attention. This creates the risks of preserving technological backwardness and it is still possible to lose the country's positions in the world markets of science-intensive products and services. Mechanisms of tax incentives in this area are practically absent, if you do not take into account tax benefits for enterprises - residents of the energy efficiency cluster Skolkovo.

## **Conclusion**

After the examination of the basis for the formation of small-scale energy, it is known that the issues of building small-scale power systems in hard-to-reach areas are cost of materials transportation and the overhaul of diesel fuel.

The most promising replacement for expensive diesel power plants used in Tomsk region is the use of hybrid plants (based on renewable energy sources).

The use of small-scale energy is more cost-effective than centralized power transmission lines from cities to remote rural areas. Thanks to its development, residents of remote areas can simultaneously be provided with electricity, hot water supply, warmth (and some of them - with cold) and do not depend on possible interruptions in the supply of electricity from centralized systems.

According to the result of the study, it was found that the most cost-effective for Tomsk region is the use of hybrid power plants (based on diesel generator and Solar Energy).

The aggregate capacity of solar power stations in the world in the years to come will rapidly increase. Commercial efficiency of solar energy with the development of "solar" technologies and the increasing efficiency of solar light conversion will continue to increase. The growth of solar energy will be proportional to the growth of "solar" technologies and the industries that will provide the emerging market with a new high-quality product.

In this paper, an overview of the prospects for the development of hybrid (solar and diesel) energy in Russia is given. A complex analysis was carried out in the territory of the Tomsk region using the data of the TDR of Tomsk region.

The practical result of the study is the technical and economic calculation of efficiency in the usage of a photovoltaic power plant operating autonomously with the conditions of the Tomsk region.

Based on the technical and economic calculation, conclusions were drawn about the efficiency of using diesel power stations and hybrid power plants (photoelectric power stations in conjunction with diesel power plants) in the Tomsk region. This hybrid power plant is beneficial for regional authorities due to the reduction of government subsidies to cover the costs of providing electricity to the hard-to-reach communities, attractive for investors due to the possibility of making profit, and is also interesting for residents of these areas, The cost of energy is reduced, the burden on the environment also reduced.