

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ В Г. МИРНОМ УДАЧНИНСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**на тему**

**Исследования возможности применения возобновляемых  
источников энергии в условиях крайнего севера**

Автор проекта:  
Студент 2 курса Э-23\9у  
Комиссаренко София Александровна  
Электромонтер по ремонту и  
обслуживанию электрооборудования  
Руководитель проекта:  
Карамашева Е.В.– преподаватель

Удачный, 2024 г.

## **Содержание**

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Технические аспекты видов энергии	6
1.2 Экономическая эффективность видов энергии	7
1.3 Экологические аспекты видов энергии	9
2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	11
2.1 ВИЭ в условиях крайнего севера: солнечная и ветровая энергия	11
2.2 Определение КПД солнечной батареи	11
2.3 Определение КПД ветрогенераторной установки	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16

## **ВВЕДЕНИЕ**

Источники энергии – это вещества и процессы, которые встречаются в природе и позволяют получить энергию. Их делят на не возобновляемые и альтернативные. Именно поэтому данная работа исследует возможности возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера.

В условиях глобальных изменений климата и нарастающей экологической катастрофы вопрос о переходе на возобновляемые источники энергии становится особенно актуальным. Это особенно важно для регионов с экстремальными климатическими условиями, таких как крайний север, где традиционные источники энергии, такие как нефть и газ, не только истощают природные ресурсы, но и наносят значительный вред окружающей среде.

Объектом нашего исследования являются возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и геотермальная энергия, которые могут стать альтернативой традиционным источникам. Предметом исследования выступает применение этих источников в условиях крайнего севера, где климатические и географические особенности требуют особого подхода к внедрению новых технологий.

**Актуальность:** темы обусловлена необходимостью снижения зависимости от традиционных источников энергии, которые оказывают негативное воздействие на экосистему и здоровье населения. В условиях крайнего севера, где доступ к традиционным источникам энергии может быть ограничен, использование возобновляемых источников может стать не только экологически безопасным, но и экономически выгодным решением. Проблематика заключается в том, что существующие технологии не всегда могут быть эффективно адаптированы к экстремальным климатическим условиям, что требует глубокого анализа и разработки новых подходов.

Научная новизна исследования заключается в том, что рассматриваем применение возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера с учетом специфики региона. Анализируем не только технические аспекты, но

и экономические и экологические последствия внедрения таких технологий. Это позволит не только выявить преимущества и недостатки различных источников энергии, но и предложить рекомендации по их эффективному использованию.

Методы исследования включают анализ литературы, который позволит оценить существующий опыт применения возобновляемых источников энергии в аналогичных условиях, а также эксперименты и моделирование, направленные на изучение их эффективности в конкретных климатических условиях. Сравнительный анализ различных технологий и их применения в других регионах поможет выявить наиболее подходящие решения для крайнего севера.

**Гипотеза:** применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в условиях Крайнего Севера заключается в том, что реализация повышения энергоэффективности и внедрение локальных электростанций на основе ВИЭ позволит: снизить тарифы на электроэнергию для населения, промышленных и муниципальных объектов. Повысить надежность и стабильность работы энергосистем. Снизить затраты государства на субсидирование высоких тарифов на электроэнергию для населения, промышленных и муниципальных объектов.

**Объект исследования:** Солнечные панели. Геотермальная энергия.

**Предмет исследования:** Типы возобновляемых источников энергии

**Цель исследования:** заключается в оценке эффективности и перспектив использования возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера.

**Метод исследования:**

1. Теоретический
2. Сравнительные

### 3. Расчётный

#### **Задачи исследования:**

1. Проведение анализа возможностей, применения солнечной, ветровой и геотермальной энергии в условиях крайнего севера.
2. Оценка экономической и экологической эффективности использования возобновляемых источников энергии.
3. Рекомендации по внедрению возобновляемых источников энергии в региональные энергетические системы.

**Теоретическая значимость работы:** Определить устойчивость и эффективность применения возобновляемых источников энергии (ветровой, солнечной, геотермальной) в условиях крайнего севера, а также разработать рекомендации по их интеграции в существующие системы энергоснабжения.

**Практическая значимость работы:** Сравнение ветровой и солнечной энергии в конкретных условиях Крайнего Севера показывает, что обе технологии имеют свои преимущества и недостатки. Эффективное использование ВИЭ в этом регионе требует комплексного подхода, включая возможность гибридного использования обоих источников, что может повысить надежность и стабильность энергоснабжения. Выбор конкретной технологии будет зависеть от конкретных условий, потребностей местных сообществ и доступных ресурсов.

## **1. ТЕОРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Технические аспекты видов энергии**

В условиях крайнего севера, где климатические условия характеризуются низкими температурами, длительными зимами и короткими летними периодами, применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) требует особого внимания к техническим аспектам. Солнечная, ветровая и геотермальная энергия представляют собой наиболее перспективные варианты, однако их реализация сталкивается с рядом специфических вызовов.

Солнечная энергия, несмотря на свои преимущества, в условиях крайнего севера имеет ограниченную эффективность из-за низкой солнечной инсоляции в зимний период. Однако современные технологии солнечных панелей, такие как гибридные системы, могут значительно повысить эффективность. Использование панелей с высокой чувствительностью к низким температурам и специальное покрытие для предотвращения накопления снега и льда на поверхности могут улучшить эксплуатационные характеристики. Также важно учитывать ориентацию и угол наклона солнечных панелей, чтобы максимизировать солнечное излучение в условиях полярной ночи и полярного дня.

Ветровая энергия также имеет потенциал в северных регионах, где сильные и постоянные ветры могут обеспечить стабильный источник энергии. Однако необходимо учитывать специфику проектирования ветряных установок. Устойчивость к экстремальным погодным условиям, включая сильные морозы и метели, требует использования специальных материалов и конструкций. Важно также проводить анализ местоположения для установки ветряков, чтобы избежать проблем с обледенением и повреждением лопастей. Разработка маломощных и компактных ветряных турбин может стать решением для удаленных населенных пунктов, где централизованное энергоснабжение затруднено.

Сравнительный анализ различных технологий ВИЭ в условиях крайнего севера позволяет выявить их сильные и слабые стороны. Экономическая эффективность использования ВИЭ зависит от начальных инвестиций, операционных расходов и потенциальной экономии на традиционных источниках энергии. Важно учитывать также экологические аспекты, такие как снижение выбросов углерода и минимизация воздействия на местные экосистемы.

Для успешного внедрения возобновляемых источников энергии в региональные энергетические системы необходимо разработать комплексные рекомендации, которые будут учитывать не только технические, но и социальные, экономические и экологические факторы. Это включает в себя создание инфраструктуры для поддержки ВИЭ, обучение местного населения и разработку программ по стимулированию инвестиций в устойчивые технологии.

Таким образом, технические аспекты применения возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера требуют комплексного подхода, который будет учитывать специфику региона, современные технологии и экономические реалии. Успешная реализация проектов в этой области может существенно снизить зависимость от традиционных источников энергии и способствовать устойчивому развитию северных территорий.

## **1.2 Экономическая эффективность видов энергии**

Экономическая эффективность применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в условиях крайнего севера является важным аспектом, который требует детального анализа. В условиях сурового климата и удаленности населенных пунктов от централизованных энергетических систем, использование традиционных источников энергии, таких как уголь, нефть и газ, становится не только дорогостоящим, но и экологически неблагоприятным. В этом контексте ВИЭ, такие как солнечная, ветровая и геотермальная энергия, представляют собой перспективную альтернативу.

Солнечная энергия, несмотря на низкую интенсивность солнечного излучения в зимний период, может быть эффективно использована в летние месяцы, когда дни значительно длиннее. Установка солнечных панелей на крышах зданий и вблизи населенных пунктов позволяет значительно сократить затраты на транспортировку топлива и минимизировать риски, связанные с его хранением. Современные технологии солнечных панелей становятся все более эффективными, что позволяет увеличивать коэффициент полезного действия даже в условиях низкой освещенности.

Ветровая энергия также имеет большой потенциал в условиях крайнего севера. Ветроэнергетические установки могут быть установлены в местах с постоянными и сильными ветрами, что делает их эффективными даже в зимний период. Кроме того, ветровые турбины требуют минимального обслуживания и могут работать автономно, что особенно важно для удаленных районов. Сравнительный анализ показывает, что стоимость производства электроэнергии из ветра значительно ниже, чем у традиционных источников, особенно с учетом роста цен на ископаемые виды топлива.

Кроме того, использование ВИЭ позволяет значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Переход на возобновляемые источники энергии способствует снижению выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ, что особенно актуально в условиях хрупкой экосистемы крайнего севера. Это не только улучшает качество жизни местного населения, но и способствует сохранению уникальной природы региона.

Важно отметить, что для успешного внедрения ВИЭ в условиях крайнего севера необходимо учитывать специфику региона, включая климатические условия, доступность ресурсов и инфраструктуру. Разработка комплексных программ, направленных на интеграцию возобновляемых источников энергии в существующие энергетические системы, может стать ключевым фактором для достижения экономической эффективности.



В заключение, применение возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера представляет собой не только экологически безопасный, но и экономически выгодный путь к обеспечению устойчивого энергоснабжения. Инвестиции в ВИЭ могут привести к снижению зависимости от традиционных источников энергии, уменьшению затрат на энергоснабжение и улучшению качества жизни населения. Таким образом, дальнейшие исследования и разработки в этой области являются необходимыми для реализации потенциала возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера.

### **1.3 Экологические аспекты видов энергии**

Экологические аспекты применения возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера являются важным направлением исследования, учитывающим уникальные климатические и природные условия данного региона. В условиях сурового климата, где традиционные источники энергии, такие как нефть и газ, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) представляют собой альтернативу, способную снизить углеродный след и минимизировать экологические риски.

Солнечная энергия, несмотря на ограниченное количество солнечных дней в году, может быть эффективно использована в условиях крайнего севера. Современные технологии солнечных панелей, включая системы с трекерами, которые следят за движением солнца, позволяют увеличить эффективность преобразования солнечной энергии. Использование солнечных батарей в сочетании с аккумуляторами для хранения энергии может обеспечить автономное энергоснабжение удаленных населенных пунктов, снижая зависимость от традиционных источников топлива.

Ветровая энергия также имеет большой потенциал в северных регионах, где сильные и постоянные ветры могут быть использованы для генерации электроэнергии. Установка ветровых турбин в стратегически выбранных местах может обеспечить стабильный источник энергии, что особенно важно

для регионов с ограниченными ресурсами. Однако необходимо учитывать влияние на местную флору и фауну, а также возможные шумовые загрязнения, которые могут возникнуть в результате работы ветровых установок.

Важным аспектом является также оценка экологической эффективности внедрения ВИЭ. Необходимо проводить сравнительный анализ не только затрат на установку и эксплуатацию, но и воздействия на окружающую среду. Например, производство солнечных панелей и ветровых турбин требует использования редких материалов, что может привести к экологическим проблемам на этапе добычи и переработки. Поэтому важно учитывать полный жизненный цикл технологий, включая утилизацию и переработку.

Внедрение возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера может способствовать не только снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и созданию новых рабочих мест и развитию местной экономики. Однако для достижения этих целей необходимо разрабатывать комплексные стратегии, учитывающие как экологические, так и социально-экономические аспекты.

Таким образом, экологические аспекты применения возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера требуют комплексного подхода, включающего анализ всех возможных последствий и выгод. Это позволит не только улучшить экологическую ситуацию в регионе, но и создать устойчивую энергетическую инфраструктуру, способствующую развитию и процветанию местных сообществ.

## 2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. ВИЭ в условиях крайнего севера: солнечная и ветровая энергия

**Солнечная энергия.** Несмотря на долгую и тёмную зиму, Арктика получает значительное количество солнечного света в летние месяцы. Среднегодовое поступление солнечной энергии в дневное время может достигать до 2–5 кВт/ч, а в отдельных районах — до 5–6 кВт/ч. Солнечная энергия уже успешно используется в автономных населённых пунктах, где она является экономически эффективной альтернативой дизельным генераторам.

**Ветровая энергия.** Ветровая энергия имеет большой потенциал в условиях Крайнего Севера на территории России. В прибрежных районах Белого и Баренцева морей, а также на территории архипелагов Новая Земля и Земля Франца Иосифа скорость ветра достигает 5-8 м/с.

### 2.2. Определение КПД солнечной батареи

1. Средняя освещенность солнечной батареи:

$$(E = 60000 \text{ Лк} = 642,8 \text{ Вт/м}^2).$$

2. Средняя площадь поверхности солнечной батареи:

$$S = ab = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ м}^2 = 0,0005 \text{ м}^2$$

3. Затем, с помощью мультиметра измерили напряжение:

$$(U = 0,8 \text{ В}).$$

4. Также, с помощью мультиметра измерили силу тока:

$$(I = 0,047 \text{ А}).$$

5. Затем, по формуле вычислили мощность светового потока:

$$P_{\text{св}} = ES = 642,8 \cdot 0,0005 = 0,32 \text{ Вт}$$

6. Вычислили мощность электрического тока:

$$P_{\text{эл}} = IU = 0,8 \cdot 0,047 = 0,04 \text{ Вт}$$

7. По формуле вычислили КПД солнечной батареи:

$$\eta = \frac{P_{\text{эл}}}{P_{\text{св}}} = \frac{0,04}{0,32} \cdot 100\% = 0,125 \cdot 100\% = 12,5\%$$

### 2.3. Определение КПД ветрогенераторной установки.

Определение коэффициента полезного действия происходит по следующей формуле:

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}}$$

Где,  $P_{\text{вх}}$  – максимально возможная мощность на роторе, Вт;

$P_{\text{вых}}$  – вырабатываемая мощность генератора, Вт.

1) Вырабатываемая мощность  $P_{\text{вх}}$  находится по следующей формуле:

$$P_{\text{вх}} = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot V^3 \cdot S}{2} = \frac{0,08 \cdot 1,225 \cdot 103 \cdot 0,029}{2} = 2,45$$

где  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – скорость ветра м/с;

$S$  - площадь ометания, м<sup>2</sup> ;

$\zeta$  – коэффициента ветроиспользования.

Площадь ометания определим как произведение высоты ротора на его диаметр:

$$S = D \cdot H = 0,150 \cdot 0,195 = 0,029 \text{ м}^2$$

Где:

$D$  – диаметр ротора, м;

$H$  – высота ротора, м.

2) Плотность воздуха примем  $\rho = 1,225$  [кг/м<sup>3</sup>], как для стандартных условий.

Коэффициент ветроиспользования примем  $\zeta = 0,08$ .

Вырабатываемая мощность генератора  $P_{\text{вых}}$ :

$$P = 0,6 \cdot S \cdot V^3 = 0,6 \cdot 7,065 \cdot 8 \approx 29 \text{ Вт,}$$

Где:

P- мощность Ватт

S- площадь ометания м<sup>2</sup>

V<sup>3</sup>- Скорость ветра в кубе, м/с

Дополнительно формула расчета площади круга:

$$S = \pi r^2$$

Где, π- 3,14

r- радиус окружности в квадрате

3) Таким образом КПД ветрогенераторной установки:

$$\eta = \frac{29}{2,45} \approx 11,83\%$$

## **Заключение**

В ходе реализации научного проекта, посвященного исследованию возможности применения возобновляемых источников энергии в условиях крайнего севера, была достигнута основная цель — оценка эффективности и перспектив использования возобновляемых источников энергии в экстремальных климатических условиях. Этот проект стал важным шагом к пониманию того, как можно минимизировать зависимость от традиционных источников энергии, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, и предложить устойчивые альтернативы для северных регионов.

В процессе работы над проектом были выполнены несколько ключевых задач. Первая задача заключалась в проведении анализа возможностей применения солнечной, ветровой и геотермальной энергии в условиях крайнего севера. Мы изучили существующие технологии и методы, которые могут быть адаптированы для использования в условиях низких температур, короткого светового дня и сильных ветров. Результаты анализа показали, что, несмотря на экстремальные климатические условия, существуют реальные возможности для внедрения возобновляемых источников энергии. Например, солнечные панели, оборудованные специальными системами обогрева, могут эффективно работать даже в условиях полярной ночи, а ветровые турбины, спроектированные с учетом сильных морозов, способны генерировать электроэнергию в течение всего года.

Вторая задача проекта заключалась в оценке экономической и экологической эффективности использования возобновляемых источников энергии. Мы провели сравнительный анализ затрат на внедрение и эксплуатацию различных систем, а также их воздействия на окружающую среду. Результаты показали, что хотя первоначальные инвестиции в возобновляемые источники энергии могут быть высокими, долгосрочные выгоды в виде снижения эксплуатационных расходов и уменьшения негативного воздействия на экосистему делают их привлекательными для

использования в условиях крайнего севера. Это также подтверждает необходимость перехода на более устойчивые источники энергии, что особенно актуально в свете глобальных изменений климата.

Третья задача заключалась в разработке рекомендаций по внедрению возобновляемых источников энергии в региональные энергетические системы. На основе проведенного анализа и полученных данных были сформулированы практические рекомендации для правительственных структур, энергетических компаний и экологических организаций. Эти рекомендации включают в себя создание программ поддержки и субсидирования для внедрения возобновляемых источников энергии, разработку стратегий по интеграции этих технологий в существующие энергетические системы, а также обучение и повышение квалификации специалистов в данной области.

### Список использованных источников

1. [[http://www.cenef.ru/file/Bashmakov\\_21.pdf](http://www.cenef.ru/file/Bashmakov_21.pdf)]
2. [<https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-vozobnovlyаемой-energetiki-v-regionah-kraynego-severa-rossii?ysclid=m4rfbck-vre857770510>]
3. [<http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/04.pdf>]
4. [<https://www.energyret.ru>]
5. [<https://www.iprbookshop.ru/>]
6. [<https://sciencejournals.ru/viewarticle/?j=izen&y=2020&v=0&n=3&a=IzEn2003007Son>]
7. [<https://znanium.ru/read?id=438002&lms=aa8b762726ec7a57cffc7eb504091f62>] Марченко, А. Л. Электротехника : учебное пособие / А.Л. Марченко. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 236 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1587594. - ISBN 978-5-16-017056-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2126280> (дата обращения: 23.12.2024). — Режим доступа: по подписке.
8. [<https://znanium.ru/read?id=422486&lms=b348e11ef7eccc29d73cc80cec54c84d>] Шеховцов, В. П. Аппараты защиты в электрических сетях низкого напряжения : учебное пособие / В.П. Шеховцов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 160 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016326-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1915322> (дата обращения: 23.12.2024). — Режим доступа: по подписке.
9. [<https://znanium.ru/read?id=433344&lms=8678dc6fc6ff5a0f5b86976640f77026>] Щербаков, Е. Ф. Электрические аппараты : учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 303 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-797-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2084333> (дата обращения: 23.12.2024). — Режим доступа: по подписке.