

6. Голованов, И.Г. Повышение надёжности релейной защиты и автоматики с помощью систем диагностирования / И.Г. Голованов, П.А. Маслихов, Ю.В. Никульшинов, У.Э. Туратбек // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. Т. 1. – С. 222-223.

7. Коновалов, Ю.В. Учет пространственного положения ротора синхронной машины при преобразовании координат / Ю.В. Коновалов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2013. № 2. – С. 97-102.

8. Голованов, И.Г. Повышение надёжности функционирования систем релейной защиты и противоаварийной автоматики систем электроснабжения / И.Г. Голованов, Е.В. Жабин // Вестник Ангарской гос-

ударственной технической академии. 2013. № 7. – С. 56-59.

9. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. М.: ИАЦ Энергия, 2010, 208 с.

10. Арцишевский Я.Л., Вострокнутов С.А., Земцов А.А. Обеспечение надёжности и качества электроснабжения. «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение». 2010, № 3, с. 14-17.

11. Арцишевский Я.Л., Задкова Е.А., Кузнецов Ю.П. Техперевооружение релейной защиты и автоматики систем электроснабжения предприятий непрерывного производства. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2011, 94 с. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик». Вып. 7 (151)].

УДК 621.311

Коновалов Юрий Васильевич,

*к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: yrvaskon@mail.ru*

Нефедова Регина Алексеевна,

обучающаяся группы ЭЭ-23-1 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: orlova-r2@yandex.ru

Нефедов Сергей Леонидович,

обучающийся группы ЭЭ-23-1 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: nefedov-SL@yandex.ru,

Ульянов Вадим Денисович,

обучающийся группы ЭЭ-23-1 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Kononov Yu.V., Nefedova R.A., Nefedov S.L., Ulyanov V.D.

DEVELOPMENT OF ELECTRIC POWER AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN EASTERN SIBERIA

Аннотация. Представлен комплексный анализ текущих тенденций, существующих проблем и будущих перспектив в области энергетики Восточной Сибири, с акцентом на возобновляемые ресурсы. Результаты приведенных исследований могут послужить основой для дальнейших исследований и разработок в области энергетики, а также для принятия решений на уровне государственной политики.

Ключевые слова: электроэнергетика, Восточная Сибирь, анализ текущих тенденций, существующие проблемы, будущие перспективы, возобновляемые источники энергии.

Annotation. A comprehensive analysis of current trends, existing problems and future prospects in the energy sector of Eastern Siberia is presented, with an emphasis on renewable resources. The results of the presented studies can serve as a basis for further research and development in the energy sector, as well as for decision making at the level of public policy.

Keywords: electric power industry, Eastern Siberia, analysis of current trends, existing problems, future prospects, renewable energy sources.

Электроэнергетика является одним из ключевых секторов экономики любой страны, играя важную роль в обеспечении устойчивого развития и повышения качества жизни населения [1-4].

Восточная Сибирь, обширный и разнообразный регион России, обладает уникальными природными ресурсами и стратегическим географическим положением. Актуальность темы развития энергетических и возобновляемых источников энергии в этом регионе обусловлена не только необходимостью удовлетворения растущего спроса на энергоресурсы, но и важностью перехода к более устойчивым и экологически чистым источникам энергии [5-8]. В условиях глобального изменения климата и увеличения нагрузки на окружающую среду, переход на возобновляемые источники энергии становится приоритетной задачей для устойчивого развития региона [9-11].

Несмотря на значительные запасы традиционных ископаемых энергоресурсов, таких как нефть и газ, Восточная Сибирь сталкивается с рядом экологических и социальных проблем. Традиционная энергетика оказала негативное влияние на экосистему, что подчеркивает необходимость разработки и внедрения альтернативных решений. В этом контексте, возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергетика, представляют собой перспективные направления развития, способные обеспечить не только энергетическую безопасность, но и экологическую устойчивость региона [12-14].

1. История развития энергетики в Восточной Сибири.

История развития энергетики в Восточной Сибири начинается с периода освоения региона, когда первично использовались традиционные источники энергии, такие как древесина и уголь. В XIX веке с развитием горнодобывающей промышленности в Восточной Сибири, возникла необходимость в более мощных и эффективных источниках энергии. Появление первых угольных шахт стало важным шагом к переходу к индустриальному развитию.

С начала XX века, старые технологии уступили место новым. В 1930-х годах в рамках индустриализации Советского Союза началось масштабное строительство гидроэлектростанций, что ознаменовало переход к более современным источникам энергии. По-

строенные в это время ГЭС, такие как Иркутская и Бурейская, стали основой для электрификации региона и его промышленного роста.

После Второй мировой войны, с бурным развитием нефтегазовой отрасли, Восточная Сибирь приобрела стратегическое значение для энергетической безопасности страны. Нефтяные и газовые месторождения, открытые в 1960-1970-х годах, оказали значительное влияние на экономику региона, определив его дальнейшее развитие. Строительство трубопроводов, таких как «Сила Сибири», открыло новые возможности для экспорта энергоносителей, что способствовало экономическому росту и привлечению инвестиций.

Однако развитие традиционных источников энергии в Восточной Сибири также сопровождалось экологическими проблемами, включая загрязнение окружающей среды и разрушение природных экосистем. Увеличение потребления ископаемых источников энергии и сопутствующие экологические проблемы обострили необходимость перехода к более устойчивым и экологически чистым источникам.

В последние годы на фоне глобальных изменений климата и растущей потребности в устойчивом развитии региона, внимание стало уделяться возобновляемым источникам энергии. Правительственные программы и инициативы по экологически чистым технологиям формируют новую страницу в истории энергетики Восточной Сибири, подчеркивая важность баланса между экономическим развитием и защитой окружающей среды.

Таким образом, история развития энергетики в Восточной Сибири является отражением сложного взаимодействия между экономическими потребностями, технологическими достижениями и экологическими вызовами.

2. Современные энергетические ресурсы.

Современные энергетические ресурсы Восточной Сибири представляют собой комплекс традиционных и альтернативных источников, которые обеспечивают как внутреннюю, так и внешнюю потребность в энергоснабжении. Регион, обладая значительными запасами ископаемых видов топлива, продолжает оставаться критически важным

для энергетической безопасности России.

Традиционные источники энергии включают в себя уголь, нефть и природный газ. Восточная Сибирь обладает одним из крупнейших угольных бассейнов страны, включая такие известные месторождения, как Кузнецкий и Восточносибирский. Уголь используется как в энергетическом секторе, так и в металлургической промышленности. Нефть и газ, добыча которых активно развивалась после открытия крупных месторождений в 1960-1970-х годах, составляют основу газонефтяной промышленности региона. Месторождения, такие как Саянский и Туймазинский, способствуют удовлетворению потребностей внутреннего рынка и обеспечивают экспортные возможности. Трубопроводы, такие как «Восточная Сибирь – Тихий Океан» и «Сила Сибири», обеспечивают транспортировку углеводородов как внутри страны, так и за рубеж.

Однако в условиях глобальных климатических изменений и необходимости перехода к устойчивому развитию, Восточная Сибирь также обращает внимание на возобновляемые источники энергии. Солнечная и ветровая энергии, активное использование которых еще только начинает развиваться в этом регионе, обладают значительным потенциалом. Например, такие инициативы, как проект по установке солнечных панелей в удаленных районах, помогают улучшить доступ к электричеству и снизить нагрузку на традиционные источники.

Гидроэлектростанции, построенные в середине XX века, продолжают оставаться важными элементами энергетической системы Восточной Сибири. Современные технологии и эксплуатация существующих ГЭС позволяют повысить эффективность и увеличить объем производимой энергии с минимумом воздействия на окружающую среду.

Восточная Сибирь также имеет большой потенциал для развития геотермальной и биомассовой энергетики, которые могут стать ключевыми компонентами в обеспечении устойчивого энергетического баланса. Исследования и разработки в этой области продолжаются, и в будущем могут привести к созданию новых рабочих мест и улучшению экономической ситуации в регионе.

Таким образом, острое стремление к диверсификации энергоресурсов, переход на более экологически чистые технологии и использование возобновляемых источников

энергии создают благоприятные условия для устойчивого развития энергетического сектора Восточной Сибири [15-17]. Важно отметить, что взаимодействие между традиционными и новыми источниками энергии должно происходить с учетом экологических стандартов и социальных потребностей населения.

3. Возобновляемые источники энергии.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) играют ключевую роль в переходе Восточной Сибири к устойчивому энергетическому обеспечению. С учетом растущего интереса к экологически чистым технологиям и необходимости сокращения углеродных выбросов, потенциал ВИЭ в этом регионе становится всё более актуальным.

3.1 Солнечная энергия.

Солнечная энергия имеет значительный потенциал в Восточной Сибири, особенно в южных и восточных районах, где большое количество солнечных часов в году [18]. Разрастание технологий солнечной фотovoltaики ведет к снижению стоимости солнечных панелей, что делает их внедрение более доступным. Примеры успешных проектов, таких как солнечные электростанции в Иркутской области, демонстрируют, как солнечная энергия может стать источником чистой электроэнергии для местных жителей и промышленных потребителей.

3.2 Ветровая энергия.

Ветровая энергия в Восточной Сибири также имеет значительный потенциал благодаря наличию обширных открытых пространств и стабильных ветровых потоков. Инвестиции в ветровые станции, такие как проект «Кунгурская» в Агинском районе, способствуют созданию новых рабочих мест и снижению зависимости от ископаемых источников энергии. Однако стоит отметить, что полноценное развитие ветровой энергетики требует значительных вложений в инфраструктуру и систему хранения энергии.

3.3 Гидроэнергетика.

Гидроэнергетика уже давно занимает серьезное место в энергетическом балансе Восточной Сибири. С существующими ГЭС, такими как Бурейская и Иркутская, регион получает значительные объемы чистой электроэнергии. Современные технологии, такие как малые гидроэлектростанции, предоставляют возможность для локальных сообществ развивать свою инфраструктуру и обеспечивать энергетическую автономию в удаленных

районах.

3.4 Геотермальная энергия.

Геотермальная энергия, хотя и менее разработанная, также представляет собой перспективный источник энергии для Восточной Сибири. В регионе имеются ресурсы, подходящие для производства энергии из теплоактивных зон. Исследования показывают, что использование геотермальных систем может обеспечить устойчивое отопление и электроэнергию для местного населения.

3.5 Биоэнергетика.

Биоэнергетика, в частности энергия из биомассы, является еще одной многообещающей областью для развития. Использование сельскохозяйственных отходов и остаточных материалов для производства энергии способствует утилизации отходов и созданию локальных систем энергоснабжения. Проекты, направленные на создание биогазовых установок, начинают развиваться в ряде районов, показывая, как биомасса может быть эффективно использована как ресурс.

4. Инновации и технологии.

Развитие энергетического сектора Восточной Сибири активно связано с внедрением инновационных технологий, направленных на повышение эффективности и устойчивости энергоснабжения. В условиях глобальных изменений климата и необходимости перехода к чистым источникам энергии, новые технологии становятся катализатором для модернизации энергетической инфраструктуры региона.

4.1 Умные сети и энергоэффективность.

Одной из ключевых инноваций в энергетическом секторе является внедрение умных энергосетей (smart grids), которые позволяют интегрировать различные источники энергии, включая возобновляемые. Умные сети используют современные технологии мониторинга и управления, что помогает оптимизировать распределение электроэнергии, уменьшить потери в сетях и повысить устойчивость системы. Эти технологии обеспечивают более разумное использование электроэнергии, корректируя ее потребление в зависимости от спроса.

4.2 Энергохранилища.

Технологии хранения энергии становятся все более важными в контексте роста доли возобновляемых источников в энергетическом балансе. Разработка и внедрение

высокоэффективных аккумуляторов, а также других технологий хранения, таких как насосные гидросистемы и системы хранения на основе сжатого воздуха, позволяют сглаживать колебания в производстве и потреблении электроэнергии. Это повышает надежность системы и облегчает интеграцию нестабильных источников, таких как солнечная и ветровая энергия.

4.3 Технологии в сфере возобновляемых источников энергии.

В области солнечной энергетики инновации в солнечных панелях, такие как использование перовскитовых материалов и двухслойных технологий, значительно увеличивают их КПД и уменьшают стоимость. Ветровая энергия также выигрывает от новых технологий, таких как автоматизированные системы мониторинга и дронов для обслуживания ветряных генераторов, которые увеличивают их эксплуатационную эффективность и сокращают затраты на техническое обслуживание.

4.4 Разработка устойчивых материалов.

Важными аспектами инноваций являются разработки новых устойчивых материалов, которые могут быть использованы для солнечных панелей, ветряных турбин и других объектов инфраструктуры. Эти материалы должны обладать высокой прочностью, долговечностью и минимальным воздействием на окружающую среду. Исследования в этой области открывают новые перспективы для создания эффективных и экологически чистых решений.

4.5 Инновационные проекты и стартапы.

Восточная Сибирь также становится ареной для стартапов и инновационных проектов в области энергетики. Университеты и научные центры сотрудничают с компаниями для разработки передовых решений, таких как системы управления энергией в зданиях, системы отопления и интеграция ВИЭ в существующую инфраструктуру.

5. Экономика возобновляемых источников энергии.

Экономика возобновляемых источников энергии в Восточной Сибири представляет собой динамично развивающуюся область, в которой сочетаются экологические, экономические и социальные аспекты [19-22]. С учетом мировых тенденций перехода к устойчивой энергетике, экономический потенциал ВИЭ становится всё более заметным

и критически важным для будущего региона.

5.1 Инвестиции в возобновляемые источники энергии.

Рост интереса к ВИЭ обусловлен как потребностями в экологии, так и возможностями для получения прибыли. В последние годы наблюдается увеличение объемов инвестиций в проекты ВИЭ. Государственные программы и субсидии, направленные на развитие экологически чистых технологий, привлекают как отечественных, так и иностранных инвесторов. Примеры успешных проектов в области солнечной и ветровой энергетики подтверждают эффективность и рентабельность таких инвестиций.

5.2 Снижение стоимости технологий.

Цены на технологии ВИЭ, такие как солнечные панели и установки для ветрогенерации, значительно снизились благодаря достижениям в производстве и широкому распространению этих технологий. Доступность оборудования и снижение начальных затрат делают проекты более привлекательными для бизнеса и частных инвесторов. Это способствует созданию конкурентной среды и повышению интереса к развитию возобновляемых источников.

5.3 Экономия и устойчивое развитие.

Внедрение ВИЭ позволяет значительно снизить затраты на энергию, что особенно актуально для удаленных и независимых регионов, где традиционные источники энергии могут быть дорогими или недоступными. Возобновляемые источники не только уменьшают затраты на электроэнергию, но и способствуют созданию новых рабочих мест в области установки и обслуживания систем ВИЭ.

5.4 Государственная поддержка и политика.

Государственная политика играет ключевую роль в формировании экономической базы для развития ВИЭ [1, 4]. Программы поддержки, такие как налоговые льготы для инвесторов, программы субсидирования и законодательные инициативы, способствуют созданию благоприятной среды для внедрения и развития проектов в этой области. Привлечение инвестиций и развитие локальных производств становятся приоритетными задачами для достижения положительных экономических результатов.

5.5 Социальные аспекты и последствия.

Развитие экономики ВИЭ в Восточной

Сибири также имеет социальное значение. Проекты в этой области могут улучшить доступ населения к чистой энергии, что влияет на уровень жизни и здоровье граждан. Более того, работа в секторе ВИЭ предоставляет новые возможности для трудоустройства и образовательного роста населения.

6. Проблемы и вызовы.

Несмотря на значительный потенциал и преимущества возобновляемых источников энергии в Восточной Сибири, их внедрение и развитие сталкиваются с рядом серьезных проблем и вызовов. Эти препятствия могут замедлять процесс перехода к устойчивому и экологически чистому энергоснабжению в регионе.

6.1 Инфраструктурные ограничения.

Одной из главных проблем является недостаточно развитая инфраструктура для внедрения ВИЭ. Отсутствие современных сетей передачи и распределения электроэнергии усложняет интеграцию возобновляемых источников в существующие энергетические системы. Необходимость модернизации энергетической инфраструктуры требует значительных инвестиций и времени.

6.2 Финансовая доступность.

Хотя стоимость технологий ВИЭ снижается, первоначальные затраты на установку и ввод в эксплуатацию могут оставаться высокими. Малые и средние предприятия, а также некоторые муниципалитеты могут сталкиваться с трудностями в получении финансирования для реализации проектов энергетики. Это ограничивает доступ к передовым технологиям и снижает экономическую привлекательность инвестиций в ВИЭ.

6.3 Политические и регуляторные барьеры.

Политические и регулирующие факторы также могут затруднять развитие ВИЭ. Нехватка четкой государственной политики, направленной на поддержку возобновляемых источников энергии, может создать неопределенность для инвесторов. Наличие противоречивых норм и правил затрудняет реализацию проектов и может приводить к административным задержкам.

6.4 Социальное восприятие и информированность.

Социальное восприятие возобновляемых источников энергии и уровень информированности населения о их преимуществах могут существенно влиять на уровень их внедрения. В регионах с низким уровнем

знаний о ВИЭ существует опасение по поводу их надежности и эффективности. Образовательные программы и информирование населения о преимуществах возобновляемой энергии необходимы для повышения уровня общественного сознания.

6.5 Экологические риски.

Хотя ВИЭ считаются экологически чистыми, их производство и внедрение могут вызвать определенные экологические риски. Например, строительство ветряных и солнечных электростанций может привести к изменению ландшафта и воздействию на местную флору и фауну. Это требует тщательной оценки экологических последствий и соблюдения соответствующих стандартов при проектировании и реализации энергетических объектов.

7. Перспективы развития.

Перспективы развития возобновляемых источников энергии в Восточной Сибири представляют собой обширную область, охватывающую как экономические, так и технологические аспекты. В условиях глобальных изменений климата и потребности в переходе на устойчивые источники энергии, регион обладает значительными возможностями для роста и внедрения экологически чистых технологий.

7.1 Рост интереса к ВИЭ.

С увеличением осведомленности о климатических изменениях и негативных последствиях использования ископаемых видов топлива, интерес к ВИЭ продолжает расти. Региональные и федеральные программы, направленные на стимуляцию возобновляемых источников, создадут необходимые условия для внедрения новых технологий и проектов. Это позволит привлечь как внутренние, так и зарубежные инвестиции.

7.2 Технологические инновации.

Развитие технологий в сфере ВИЭ, такие как усовершенствованные солнечные панели, высокоэффективные ветряные турбины и системы хранения энергии, значительно повысят эффективность и снизят стоимость проектов. Инвестирование в научные исследования и технологические разработки сможет вывести Восточную Сибирь на передний план в области чистой энергетики [23-28].

7.3 Интеграция в энергетическую систему.

Будущее Восточной Сибири связано с интеграцией ВИЭ в существующую энергетическую систему. Создание умных энерго-

сетей и более эффективных систем распределения позволит улучшить управление потоками энергии и обеспечит более устойчивое использование ресурсов. Это, в свою очередь, повысит надежность и устойчивость энергоснабжения.

7.4 Развитие местных инициатив.

Инициативы на уровне местных жителей и предпринимателей также будут способствовать развитию ВИЭ. Проекты, направленные на внедрение солнечных панелей и малых ветряков в удаленных и сельских районах, могут значительно улучшить доступ населения к электроэнергии и повысить уровень жизни. Поддержка со стороны государства и общественных организаций может способствовать реализации таких проектов.

7.5 Социальные и экологические выгоды.

Переход на ВИЭ создает не только экономические выгоды, но и улучшает экологическую обстановку в регионе, снижая углеродные выбросы и загрязнение окружающей среды. Это, в свою очередь, способствует на здравоохранение населения и качество жизни, делая регион более привлекательным для жизни и работы.

Возобновляемые источники энергии играют ключевую роль в переходе Восточной Сибири к устойчивому энергетическому будущему. Область обладает значительным потенциалом для развития ВИЭ, что обусловлено как природными ресурсами, так и растущим интересом со стороны государства и бизнеса.

Несмотря на существующие проблемы и вызовы, такие как недостаточная инфраструктура, финансовые барьеры и необходимость улучшения государственной политики, все большее число инициатив и инновационных проектов демонстрирует реальный прогресс в данной сфере. Инвестиции в технологии, рост осведомленности населения и поддержку со стороны государства дадут возможность реализовать огромный потенциал возобновляемых источников.

Перспективы развития ВИЭ в Восточной Сибири открывают новые возможности для экономического роста, создания рабочих мест и улучшения качества жизни населения. Переход на устойчивую энергетику не только способствует охране окружающей среды, но и укрепляет энергетическую безопасность региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. [Электронный ресурс] URL: <https://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVdYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 14.10.2024).
2. Цифровая трансформация электроэнергетики России [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://digitenergy.ru/wp-content/themes/energy/img/materials-2018/2/5>. (дата обращения: 14.10.2024).
3. **Коновалов Ю.В.** Тенденции развития систем передачи электрической энергии / Ю.В. Коновалов, А.А. Гончаренко, М.П. Шаура, Р.А. Гончаренко, И.С. Иванов // Современные технологии и научно-технический прогресс: Междунар. научн.-техн. конф. имени проф. В.Я. Баденикова: тез. докл. – Ангарск: ФГБОУ ВО «АнГТУ», 2024 № 1. С. 252-254.
4. **Коновалов Ю.В.** Тенденции развития мировой энергетики в современных условиях / Ю.В. Коновалов, Н.В. Буякова, А.А. Терехова, Н.К. Малинин, А.С. Хухрянская // Сб. научн. тр. АнГТУ. – Ангарск. – 2024. № 21. – С. 302-307.
5. **Мишин, С.В.** Повышение надёжности функционирования систем релейной защиты и противоаварийной автоматики систем электроснабжения / С.В. Мишин, И.Г. Голованов // Научный вестник Московского государственного университета гражданской авиации. 2007. № 115. – С. 132-135.
6. **Голованов, И.Г.** Повышение надёжности функционирования систем релейной защиты и противоаварийной автоматики систем электроснабжения / И.Г. Голованов, Е.В. Жабин // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2013. № 7. – С. 56-59.
7. МРСК Сибири – Отпуск электроэнергии в сеть/из сети. [Электронный ресурс] URL: http://mrsk-sib.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=752:poteri-elektroenergii-v-setyakh&catid=1044:40-poteri-elektroenergii-v-setyakh&Itemid=1863&lang=ru40 (обращение 14.10.2024).
8. Возобновляемые источники энергии в условиях Сибири. [Электронный ресурс]. URL: <https://altenergiya.ru/apologiya/vozobnovlyаемaya-energetika-v-sibiri.html> (дата обращения: 14.10.2024).
9. **Любимова Е.Е.** Возобновляемые энергоисточники Сибири: достигнутое и перспективы. Регион: экономика и социология, 2018, № 1 (97), С. 250–270.
10. **Коновалов Ю.В.** Потенциал технологий возобновляемых источников энергии в условиях Сибири / Ю.В. Коновалов, Е.В. Губий // Сб. научн. тр. АнГТУ. – Ангарск. – 2022. № 19. – С. 158-162.