

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Редько Ивана Яковлевича на диссертационную работу **Киушкиной Виолетты Рафик гызы** на тему «Повышение энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения регионов северных территорий и Арктических зон (на примере Республики Саха (Якутия))» по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы на соискание ученой степени доктора технических наук

1. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 482 наименований, приложения. Основное содержание работы изложено на 390 страницах, включая список литературы, содержит 142 рисунка, 36 таблиц.

2. Анализ содержания диссертационной работы

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту, дана общая характеристика работы, приведены сведения о практической реализации и апробации работы.

В **первой главе** представлены результаты анализа современных трендов и тенденций развития мировой и российской энергетики со стороны ситуации, происходящей в ресурсной обеспеченности и трансформации электроэнергетических систем. Обозначены основные направления документов стратегического планирования в региональной энергетической политике с учетом энергетической безопасности. На фоне перечисленных факторов показаны проблемы децентрализованного электроснабжения в обеспечении энергетической безопасности. Приведены обоснованные доводы, которые показали роль ВИЭ в разрешении проблем энергетической безопасности для удаленных территорий Севера. В рамках представленного анализа выделено основное направление исследования.

Вторая глава работы посвящена развитию теоретических основ оценки энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения регионов северных территорий и Арктических зон.

Автором предложен уточненный перечень индикативных показателей, сформированный на основе анализа существующих моделей и подходов в оценке энергетической безопасности, выявления особенностей анализа показателей энергетической безопасности децентрализованных территорий Северных регионов. Представленный комплекс индикативных показателей основан на анализе специфических факторов, влияющих на уязвимость децентрализованных территорий в отношении угроз энергетической безопасности. Разработанные автором схемы и модели совокупности условий и факторов, направлены на идентификацию уязвимости исследуемых территориальных образований с точки зрения явного снижения уровня энергетической безопасности и потенциальных рисков в обеспечении энергетической безопасности без учета региональных особенностей, что может оказать заметное влияние на устойчивость развития труднодоступных территорий с автономной энергетикой. Предложена взаимосвязанная система индикативных показателей состояния и функционирования децентрализованных энергетических комплексов в территориально-транспортной логистической структуре доставки топлива, возможности использования местных

и возобновляемых источников энергии, кадровой и социально-экономической составляющей в процессах обеспечения энергетической безопасности. Отдельное внимание уделено показателям энергообеспечения обособленной группы потребителей, это коренные малочисленные народы Севера, осуществляющие свою жизнедеятельность на территориях децентрализованного электроснабжения.

Индикаторы оценки энергетической безопасности в большинстве своем имеют высокую взаимозависимость. Поэтому произведенная автором ранговая оценка выделяет из общего числа индикаторов те, которые обеспечивают характеристику наиболее важных позиций состояния энергетической безопасности.

Автором предложен понятийный аппарат энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения севера и Арктических зон, позволяющий сформировать для регионов концептуальную основу восприятия ее сущности для принятия решений в оценке и мер по повышению.

Третья глава представляет развернутую комплексную разработку и анализ состава и пороговых значений введенных и сохраненных показателей оценки энергетической безопасности децентрализованных энергозон севера и Арктических зон. Классификация индикативных показателей по группам обеспечения характеристик количества и качества энергоснабжения потребителей, эффекта от использования энергоресурса для энергоснабжения потребителей направлена на точечное решение задач в процессах, влияющих на обеспечение энергетической безопасности. Предложенные индикаторы отражают специфику функционирования децентрализованных энергетических комплексов в условиях севера и удаленности территорий от центральных зон, точно и полно учитывают региональные особенности. Отдельные индикаторы представляют собой взаимосвязанную совокупность ряда факторов, которые влияют на энергетическую безопасность. Отражают процессы (производственные, экономические, социальные) и условия (природные, инфраструктурные, технические и т.д.), которые могут привести к рискам снижения энергетической безопасности или к мотивированным действиям по улучшению сложившейся ситуации.

Здесь надо согласиться с автором, что не все индикаторы могут иметь количественную оценку, ряд из них показывает качественную характеристику определения ситуации или представляет собой отдельный исследовательский комплекс.

Для развития исследования и снижения трудоемкости оценки сбора информации, полученные результаты по индикативным показателям сведены к формулировкам продукционных правил для применения аппарата теории нечетких множеств. Это позволит в перспективе отказаться от предварительной экспертной оценки пороговых ситуаций энергетической безопасности и привлекать экспертов только на стадии разъяснения и выявления первопричин или прогнозов, приводящих к различным состояниям уровня энергетической безопасности.

Результаты данной главы достаточно важны и представляют отдельную ценность, так как децентрализованные энергозоны и концентрированные группы локальных потребителей специфического характера сохранятся на постоянную перспективу. Поэтому вопросы обеспечения и мониторинга энергетической безопасности с учетом их особенностей жизнедеятельности и условий функционирования автономных энергетических комплексов останутся актуальными в развитии малой энергетике Севера.

В **четвертой главе** представлены результаты реализации оценки энергетической безопасности на примере самого яркого представителя северных территорий и Арктических зон

(АЗ) с децентрализованным электроснабжением - Республика Саха (Якутия). Инфраструктурная изоляция и климатические особенности которой повышают риски недопоставки энергии в населенные пункты и на предприятия. Оценка состояния Республики Саха (Якутия) показала уязвимые и слабые стороны энергетической безопасности. Автором предложено сочетание трех анализов – рангового, индикативного, кластерного, которые с разных позиций выявили подходы к принятию мер по решению задачи обеспечения энергетической безопасности. Как показывают акты внедрения, полученные результаты использованы в практике данного субъекта РФ и могут оказать весомую поддержку специалистам и структурам, принимающим решения в реализации региональной энергетической политики и выборе приоритетных направлений развития и повышения энергетической безопасности.

В **пятой главе** представлена роль возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в обеспечении энергетической безопасности. В работе представлена схема взаимосвязи составляющих энергетической безопасности и предложенными в исследовании вновь введенными индикаторами группы ВИЭ. Поставленные задачи интеграции ВИЭ в энергобаланс децентрализованных энергозон показывает их возможности при благоприятном сочетании потенциальных, технических и экономических условий. Рассмотренный анализ потенциала ВИЭ в моделях интеллектуального анализа на примере Республики Саха (Якутия) реализован в разработанной интерактивной карте. Данная модель отображает, интегрирует и синтезирует слой административно-территориального деления Якутии, информации результатов кластерного анализа индикаторов и потенциала возобновляемой энергетики. В модели визуализируется анализ состояния локальной энергетики (ресурсная достаточность, экономическая доступность и эколого-технологическая допустимость) с характеристиками ВИЭ. Такой подход позволяет выделить перспективные территории с высокими потенциалами ВИЭ и низкими показателями энергетической безопасности. Это способствует более быстрому и обоснованному принятию мер повышения надежности или эффективности совершенствования автономных систем электроснабжения через инновации в технологических, проектных и инженерных решениях вовлечения ВИЭ.

Шестая глава посвящена очень ценному направлению работы с точки зрения практического применения результатов исследования и определения инструмента мониторинга энергетической безопасности. В ней предложена разработка информационно-интегрированной системы мониторинга, оценки и планирования мероприятий по повышению энергетической безопасности энергозон удаленных территорий Севера и АЗ. Определена сфера мониторинга состояния безопасности, которая представлена в виде модулей системы. Система включает базовый модуль, массивы данных, модуль экозоны, модуль потенциала возобновляемых источников энергии, модуль энергетической безопасности, аналитический модуль ввода данных, экспертный модуль и модуль системно-программных решений. Автором предложен аналитический блок системы, который осуществляет расчет индикативных показателей и визуализирует результат проблем для пользователя. Особый интерес представляет система реагирования полученного уровня состояния на основе результирующих значений индикаторов. Требование системы предложения данных по оптимизации автономных систем электроснабжения – это первоочередность решения задач децентрализованных энергозон с чрезвычайной ситуацией или самой низкой по уровню для нее в момент мониторинга. Такое решение достаточно разумно при акцентировании внимания профильных структур, ведомств и управляющих лиц на территориях, где проведение мероприятий первой очереди в повышении энергетической безопасности - необходимо. В работе предложен алгоритм информационно-

аналитической системы оценки уровня энергетической безопасности, структурная схема отдельных базовых и сопровождающих модулей. Реализована система на примере Якутии, что, как уже отмечалось выше, при использовании несет ощутимый вклад в разработку программ социально-экономического развития и повышения безопасности.

В завершении главы автором представлена широко развернутая схема - обоснование выбора путей повышения и укрепления энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения. Предложен перечень локальных рисков для рассматриваемых территорий. Интересен подход в предложенной схеме через сочетание индикативных показателей, факторов и условий децентрализованных зон Северного региона в характеристике индикативного блока, возможных локальных рисков, путей повышения и перспективы достигаемых эффектов. Данная схема представляет собой готовое руководство к определению направленности мер на поддержание условий реализации энергетической безопасности инфраструктурно изолированных децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения территорий Севера и АЗ РФ.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты работы.

Проведенный анализ содержания диссертационной работы свидетельствует о том, что диссертация Киушкиной В.Р. является завершенной научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение поставленной научной задачи. Диссертация написана ясным содержательным языком, принятая терминология и стиль соответствуют общепринятым нормам.

3. Актуальность темы исследования для науки и практики

Обеспечение энергетической безопасности является одним из ключевых приоритетов энергетической политики. В данном случае специфика децентрализованной энергетики, тем более в условиях суровости климата, обособленности и удаленности, предъявляет к ее выполнению более жесткие требования. Отличительные свойства, принципы и условия ее функционирования не могут оцениваться теми же показателями, что и централизованные системы электроснабжения. Так же как и показатели общего применения должны быть адаптированы под оценку децентрализованной энергетики. В противном случае, результаты оценки ситуации в энергетической безопасности могут быть неполными, либо не выявляющими специфику. То есть в оценке и обеспечении энергетической безопасности должны быть учтены и региональные особенности, и специфические свойства автономности энергетики. Учитывая существующее состояние и сложившиеся проблемы децентрализованных энергозон удаленных территорий севера, сложности в энергообеспечении определяют актуальность темы повышения их энергетической безопасности.

Указ Президента РФ «Об утверждении Доктрины энергетической безопасности РФ» № 216 от 13 мая 2019 года содержит региональные аспекты, которые учтены в разработке системы обеспечения энергетической безопасности данной диссертационной работы.

Для разработки научных основ исследования и оценки качества децентрализованных энергетических комплексов и систем в разрезе обеспечения и повышения энергетической безопасности необходимо решение целого ряда задач, наиболее важными из которых является разработка научно обоснованного перечня показателей, критериев оценки, порядка осуществления мониторинга состояния и выбора оптимальных путей и мер по поддержанию условий реализации энергетической безопасности.

Решение данных задач осложняется неопределенностью влияния процессов, факторов и условий существования и функционирования децентрализованных энергозон на состояние

энергетической безопасности, условиями живучести децентрализованных систем электроснабжения, условиями топливной обеспеченности удаленных территорий севера, отсутствием системного подхода к оценке и решению их проблем, что вызывает необходимость в разработке критериев оценки энергетической безопасности, разработке направлений повышения ее уровня.

Таким образом, диссертационная работа Киушкиной Виолетты Рафик гызы, направлена на развитие теоретических основ оценки энергетической безопасности децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения Северных и Арктических территорий и разработку решений, способствующих повышению уровня энергетической безопасности таких систем.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

Объектом диссертационного исследования являются децентрализованные энергетические комплексы электроснабжения северных и арктических территорий, или обособленные энергетические системы и комплексы.

В диссертации и автореферате представлены результаты решения конкретных задач, направленных на разработку и совершенствование методов исследования и оценки характеристик и состояния энергетической безопасности децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения севера на основе системного подхода, что подтверждает их соответствие паспорту научной специальности 05.14.01. по техническим наукам.

5. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Основными научными и наиболее важными результатами диссертационной работы являются:

- разработан подход к учету и формированию совокупности специфических особенностей и условий функционирования децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения в исследовании состояния энергетической безопасности Северных территорий и Арктических зон;

- развит и уточнен перечень индикативных показателей оценки энергетической безопасности, с участием ВИЭ, отличающийся учетом специфичных условий энергообеспечения и индивидуальных характеристик энергохозяйств;

- предложен адаптированный понятийный аппарат энергетической безопасности к выделению общих свойств, условий и принципов функционирования децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения в исследовании и оптимизации изолированных территорий Северных районов и Арктических зон;

- предложены модели исследования группы введенных индикаторов, обеспечивающие максимальное отражение характерных сторон в функционировании рассматриваемых децентрализованных энергозон, с целью исследования процессов, факторов и условий, влияющих на состояние энергетической безопасности;

- разработана модель и структура построения интегрированной информационной системы мониторинга уровня энергетической безопасности децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения Северных территорий и Арктических зон, позволяющая производить расчеты текущих показателей индикаторов, своевременно оценивать степень кризисности ситуации и как следствие повысить меры по обеспеченности энергетической безопасности;

-предложен комплекс путей повышения энергетической безопасности децентрализованных энергозон Севера в совокупности сочетания факторов, индикаторов, локальных рисков и ожидаемых эффектов с целью оптимизации децентрализованных энергетических комплексов электроснабжения и процессов, происходящих на территории их функционирования.

Основные выводы и результаты научной работы теоретически обоснованны и получены автором впервые. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается тщательным анализом и оценкой принятых исходных положений, корректным использованием математического аппарата при проведении теоретических исследований, сопоставлением с результатами основным положений исследования энергетической безопасности и других исследований, опубликованных в научной литературе.

Результаты исследований обсуждались на научных международных и всероссийских конференциях и форумах, по результатам работы опубликовано достаточное количество научных работ.

6. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в разработке уточненного перечня индикативных показателей, учитывающих региональную особенность децентрализованных энергозон Севера и количественной оценки энергетической безопасности с классификацией уровней состояния; в разработке интегрированной информационной системы оперативного мониторинга энергетической безопасности на примере Республики Саха (Якутия) с комплексной оценкой ее уровня в картографическом виде. Данные разработки обеспечивают оперативность выявления проблем, присущих именно децентрализованному электроснабжению, и реагирования на них; технические решения в определении предполагаемых отдельных эффектов (в сочетании с индикаторами и классификацией возможных локальных рисков) для комплекса мероприятий по повышению энергетической безопасности.

Разработанные на основе результатов диссертационной работы модели, структуры и группы индикативных показателей, а также научный аппарат понятия энергетической безопасности децентрализованного электроснабжения территория Севера, приняты к использованию производственными компаниями, научными организациями и агентствами, образовательными учреждениями высшей школы. Научные исследования были поддержаны грантами и стипендиями.

7. Апробация диссертационной работы

Основные положения работы обсуждались и получили одобрение на III и IV Международной конференции «Арктика: шельфовые проекты и устойчивое развитие регионов» Арктика-2018 и 2019 (круглый стол «Энергетическая безопасность регионов крайнего Севера и Дальнего Востока») (Москва, 2018, 2019), Международном Арктическом Саммите «Арктика и шельфовые проекты: Перспективы, инновации и развитие регионов» Арктика-2018 (круглый стол «Энергетика и связь Заполярья») (г. Санкт-Петербург, 2018), Международной конференции «Green Energy and Smart Grids» (Иркутск, 2018), Международном форуме «Арктика: общество, наука и право» (Санкт-Петербург, 2018), VI Международном Арктическом правовом форуме «Сохранение и устойчивое развитие Арктики, правовые аспекты» (Санкт-Петербург, 2018), Международном научно-практическом форуме «Природные ресурсы и экология дальневосточного региона» (Хабаровск, 2012), Межрегиональной и Всероссийской

НПК молодых ученых, аспирантов и студентов (Нерюнгри, 2008 - 2010), XIV Международном НПК-семинаре «Электрохозяйство потребителей в новых условиях функционирования энергетики (Москва, 2008), 39-ой Международной НПК «Повышение эффективности электрического хозяйства потребителей в условиях ресурсных ограничений» (Москва, 2009), Международной НПК «Электромеханические преобразователи энергии (Томск, 2007), ВК «Региональная энергетическая политика» (круглый стол «Энергетическая безопасность регионов крайнего Севера и Дальнего Востока») (Иркутск, 2018), Всероссийской НПК с международным участием «Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири» (Иркутск, 2015), ВК молодых ученых «Проблемы и перспективы управления энергетическими комплексами и сложными техническими системами в Арктических регионах» (Якутск, 2012), Всероссийской НПК «Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования» (Томск, 2008, 2010, 2012), 40-ой Всероссийской НПК с элементами научной школы для молодежи (с международным участием) «Федоровские чтения» (Москва, 2010), V Всероссийской школе-семинаре молодых ученых и специалистов «Математическое моделирование развития Северных территорий Российской Федерации» (Якутск, 2006).

8. Подтверждение опубликования основных положений и результатов диссертации

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 75 печатных работах. Основные положения и основополагающие результаты диссертации представлены в 35 научных работах, отмеченных в автореферате, в том числе в 2 монографиях, 15 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 5 статьях в изданиях, индексируемых и входящих в наукометрическую базу Scopus.

9. Основные замечания по работе

1. Работа посвящена энергетической безопасности децентрализованных систем электроснабжения северных территорий. Какое место занимают эти показатели оценки в стратегических задачах обеспечения энергетической безопасности РФ?

2. В работе уделено внимание роли ВИЭ в повышении энергетической безопасности (стр. 63-74). В итоге какую позицию могут занять эти источники энергии в улучшении ситуации в энергетической безопасности для децентрализованных систем электроснабжения Севера?

3. В главе 2, на странице 119 и далее в главе 3, представлен индикатор «Степень экологической уязвимости...». Насколько данный индикатор в силу современных изменений и вызовов в происходящей экологической ситуации, связан с оценкой противодействия изменению климата?

4. На странице 156 рассматривается индикатор обеспеченности возобновляемыми ресурсами. Желательно было бы представить и наиболее эффективные структуры автономных систем электроснабжения на базе ВИЭ при различных возможностях данных ресурсов.

5. В индикаторе привлекательности развития ВИЭ (стр. 158) будет ли являться фактор экономической эффективности основополагающим при достаточности потенциала?

6. В главе 6 представлена информационная интегрированная система мониторинга энергетической безопасности. Данная система была бы эффективнее, если бы позволяла показывать динамику ухудшения или улучшения значений индикативных показателей. Это позволило бы управлять ситуацией при ее изменении в худшую сторону и предвидеть снижение уровня энергетической безопасности.

10. Общее заключение о соответствии выполненной работы требованиям, выполняемым к докторским диссертациям

Тем не менее, отмеченные замечания не снижают ценности полученных автором результатов и значимости диссертационного исследования. В целом, результаты исследований и полученные результаты доказывают, что Киушкиной Виолеттой Рафик гызы выполнена актуальная научно-исследовательская работа по решению задачи повышения энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения регионов Севера и Арктических зон на основе развития теоретических основ ее исследования с учетом совокупности факторов и условий в характеристиках показателей и их оценках, имеющей важное прикладное значение в формировании концепции новых методов исследования и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Диссертация в достаточной мере является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором единолично, имеет научную новизну и практическую значимость. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в научных работах автора, в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Таким образом, диссертационная работа Киушкиной Виолетты Рафик гызы «Повышение энергетической безопасности децентрализованных зон электроснабжения регионов Северных территорий и Арктических зон (на примере Республики Саха (Якутия))» по уровню, объему и значимости соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013, № 842, а ее автор Киушкина Виолетта Рафик гызы, заслуживает присуждения ученой степени доктора наук по специальности 05.14.01 - Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
заместитель генерального директора
Акционерного общества «Энергетический институт
имени Г.М. Кржижановского»
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д.19
АО «ЭНИН»
тел. (495) 770-31-00 доб.36-12
e-mail: redko@eninnet.ru



Редько Иван Яковлевич

13.09.2019г.

Подпись И.Я. Редько заверяю:

Генеральный директор
АО «ЭНИН»



Лунин Кирилл Александрович