

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Бекболатовой Жаннат Кайыровны на тему «Исследование стратегий рыночной интеграции объектов Возобновляемых источников энергии и оценка их воздействия на устойчивость работы энергосистемы Казахстана», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по ОП 8D07112 «Электроэнергетика».

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям развития науки на 2023-2025 годы по приоритету «Энергетика и машиностроение».

2.	Важность для науки	<p>Работа <u>вносит/не</u> вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.</p>	<p>Вклад диссертации в науку можно охарактеризовать следующим образом:</p> <p>Развитие методов прогнозирования ВИЭ: Разработаны методики прогнозирования выработки электроэнергии от солнечных и ветровых электростанций, которые основываются на современных математических моделях и методах машинного обучения. Эти подходы значительно улучшают точность предсказаний, учитывая такие факторы, как погодные условия, географическое положение и время суток. Это способствует лучшей интеграции ВИЭ в энергетические системы, повышая их эффективность, надежность и снижая затраты.</p> <p>Анализ устойчивости энергосистемы: Проведена оценка воздействия интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на устойчивость энергосистемы Алматинской области, включая разработку математической модели, которая учитывает климатические факторы и особенности энергобаланса региона. Это позволяет более точно оценить процессы адаптации традиционных энергосистем к интеграции ВИЭ и оптимизировать их работу для обеспечения стабильности и надежности поставок энергии.</p> <p>Сценарное моделирование развития энергосистемы: Смоделированы различные сценарии развития энергосистемы региона с учетом прогрессивного увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Эти сценарии позволяют провести комплексную оценку экономических, технических и экологических последствий интеграции ВИЭ в энергобаланс, что способствует выработке обоснованных стратегических</p>
----	--------------------	--	---

			<p>решений для оптимизации функционирования энергосистемы и достижения устойчивого энергетического развития региона.</p> <p>Рыночные стратегии интеграции ВИЭ: Предложены стратегии рыночной интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ), адаптированные к особенностям энергосистемы Казахстана. Эти стратегии направлены на разработку новых экономических механизмов, которые могут способствовать увеличению инвестиционной привлекательности ВИЭ, обеспечивая их эффективную интеграцию в национальную энергетику и стимулируя развитие устойчивых и конкурентоспособных рынков возобновляемой энергии.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>высокий</u>; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет. 	<p>Комплексность исследования:</p> <p>Работа охватывает широкий спектр задач, включая технические, экономические аспекты интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это требует глубокого понимания предметной области и умения работать с междисциплинарными данными, что говорит о самостоятельности автора в выборе и освоении методов исследования.</p> <p>Разработка уникальных решений:</p> <p>В рамках диссертации автор самостоятельно разработал:</p> <p>Математическую модель энергосистемы с учётом интеграции ВИЭ.</p> <p>Стратегии рыночной интеграции ВИЭ, адаптированные к условиям Казахстана.</p> <p>Приложение для прогнозирования климатических условий с использованием метода Random Forest.</p>

			Эти достижения демонстрируют высокий уровень оригинальности и самостоятельности.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: <u>1) обоснована;</u> 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность исследования обусловлена необходимостью решения как глобальных, так и локальных задач, связанных с интеграцией ВИЭ в энергосистему Казахстана. Работа ориентирована на выявление и преодоление существующих барьеров, а также на создание условий для устойчивого развития энергетического сектора, что соответствует ключевым направлениям научных исследований и государственной энергетической политики, направленным на повышение экологической и экономической устойчивости национальной энергетической системы.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: <u>1) отражает;</u> 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание работы детализирует ключевые аспекты темы: Теоретическая часть охватывает мировые тенденции и вызовы интеграции ВИЭ, а также специфику энергосистемы Казахстана. Практическая часть включает разработку математических моделей, проведение сценарного моделирования и анализ влияния ВИЭ на устойчивость энергосистемы. Экономические аспекты исследуются через разработку стратегий рыночной интеграции, с учётом особенностей энергетического рынка Казахстана.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1) соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации, так как включают все ключевые аспекты темы (рыночная интеграция, влияние на устойчивость энергосистемы).

			<p>Раскрывают как теоретические, так и прикладные направления исследования.</p> <p>Направлены на достижение значимых результатов для энергетического сектора Казахстана, что соответствует заявленной цели работы.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны;</u></p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует.</p>	<p>Теоретические аспекты обосновывают сущность и важность рассматриваемой проблемы. Аналитические и методологические разделы предлагают конкретные подходы для её решения, а практические результаты демонстрируют жизнеспособность предложенных решений. Диссертация структурирована таким образом, что каждый раздел логично продолжает предыдущий, формируя последовательную и внутренне согласованную цепочку анализа, исследований и рекомендаций.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <u>критический анализ есть;</u></p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</p> <p>4) анализ отсутствует.</p>	<p>В диссертации автором предложены следующие новые решения, принципы и методы, которые представляют научную новизну и практическую значимость:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработана математическая модель энергосистемы, учитывающая влияние переменной генерации возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные и ветровые электростанции. 2. Модель включает климатические факторы, переменные мощности ВИЭ, а также манёвренность традиционных источников энергии. 3. Выполнено сценарное моделирование энергосистемы Алматинской области при увеличении доли ВИЭ. 4. Исследованы различные подходы к интеграции, включая использование резервных мощностей и систем накопления энергии.
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые;</u></p>	<p>Автор предложил методы прогнозирования выработки электроэнергии ВИЭ, основанные на современных</p>

		<p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>математических моделях (Random Forest, ARMA) и алгоритмах машинного обучения.</p> <p>Эти методы учитывают климатические и сезонные факторы, улучшая точность прогнозов.</p> <p>Новизна: Использование адаптированных алгоритмов машинного обучения для специфики ВИЭ в Казахстане позволяет повысить точность прогнозирования, что ранее не было систематически изучено.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p><u>1) полностью новые;</u></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Внедрение резервных мощностей и систем накопления энергии существенно повышает устойчивость энергосистемы при интеграции ВИЭ, однако требует значительных капиталовложений.</p> <p>Новизна заключается в выполнении экономического анализа, показывающий, как инвестиции в инфраструктуру могут окупаться за счёт улучшения баланса мощности и снижения рисков перебоев в энергоснабжении.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><u>1) полностью новые;</u></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Разработка рыночных механизмов для интеграции ВИЭ в энергосистему Казахстана, которые позволяют преодолеть барьеры переменной генерации ВИЭ. Это включает адаптацию международных механизмов к местным условиям и создание экономически устойчивых моделей для привлечения инвестиций.</p> <p>Анализ экономической целесообразности внедрения ВИЭ, учитывая стоимость резервных мощностей и модернизации инфраструктуры, что позволяет оптимизировать расходы и создать стимулы для инвесторов.</p> <p>Моделирование сценариев развития энергосистемы с увеличением доли ВИЭ в Алматинской области. Это решение позволяет предсказать последствия изменения</p>

			энергетического баланса и создать долгосрочную стратегию для управления энергосистемой в условиях роста доли ВИЭ.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Автор убедительно обосновывает свои выводы, опираясь на обоснованную доказательную базу, включающую надежные литературные источники и официальную статистику. Все выводы подкреплены результатами компьютерного моделирования и аналитическими расчетами, представленными в рамках проведенных исследований, что подтверждает их обоснованность и достоверность.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> ; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет;	Основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту: 1. Методология оценки влияния интеграции ВИЭ на устойчивость энергосистемы. Разработаны и обоснованы подходы к анализу влияния переменной генерации от солнечных и ветровых электростанций на устойчивость энергосистемы Алматинской области с учетом динамики спроса и предложения электроэнергии. 2. Математическая модель энергосистемы с учетом интеграции ВИЭ. Представлена математическая модель энергосистемы, позволяющая оценить влияние увеличения доли ВИЭ на надежность и стабильность электроснабжения региона. Модель учитывает климатические факторы, переменные мощности и маневренность традиционных источников энергии. 3. Сценарии развития энергосистемы с увеличением доли ВИЭ. Смоделированы различные сценарии развития энергосистемы Алматинской области при увеличении доли ВИЭ, что позволяет оценить влияние

		<p>3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) <u>широкий</u>;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>	<p>различных стратегий интеграции на устойчивость энергосистемы и на потребителей.</p> <p>1. Методология оценки воздействия интеграции ВИЭ на устойчивость энергосистемы Алматинской области разработана на основе комплексного анализа динамики спроса и предложения электроэнергии с учетом факторов, таких как изменчивость погодных условий, сезонные колебания и колебания в потреблении электроэнергии. В диссертации предложены специфические подходы, включающие:</p> <p>Разработку моделей для оценки нестабильности работы электросетей при увеличении доли ВИЭ. Этот процесс основывается на оценке возможных сценариев с высокой долей солнечной и ветровой генерации, где нестабильность и переменность нагрузки могут влиять на рабочие параметры энергосистемы.</p> <p>2. В данной диссертации представлена математическая модель, которая позволяет оценить влияние увеличения доли ВИЭ на надежность и стабильность электроснабжения региона. Для оценки надежности электроснабжения применяются методы моделирования работы системы в условиях реальных и прогнозируемых климатических сценариев.</p> <p>3. Сценарии развития энергосистемы Алматинской области были смоделированы с учетом различных факторов, таких как прогнозируемый рост доли ВИЭ в энергобалансе, экономические и технологические ограничения, а также климатические изменения.</p> <p>Каждое из этих положений подкрепляется подробным теоретическим и эмпирическим анализом, а также практическими рекомендациями для улучшения</p>
--	--	---	---

			устойчивости и надежности энергосистемы в условиях увеличения доли возобновляемых источников энергии Основные научные результаты опубликованы в 5 научных трудах, включая 1 публикацию, входящую в информационную базу SCOPUS (перцентиль – 87), 3 публикации в изданиях, рекомендованных КОКСОНВО, и 2 публикации в материалах международных научно-практических конференциях.
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: <u>1) да;</u> 2) нет.	Выбор методологии обоснован и достаточно подробно описан. Методология исследования включает использование современных математических моделей и алгоритмов машинного обучения (Random Forest, ARIMA, Linear Programming).
8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет.		Результаты исследований получены с применением компьютерного моделирования с использованием специализированных программ Dig Silent Power Factory, MATLAB.	
8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):		В диссертационной работе в полной мере обоснованы теоретические выводы. Энергетическая модель системы прогнозирования, модель энергетического рынка и модель интеграции возобновляемых источников энергии в сеть разработаны на основе проведенных исследований и подтверждены результатами компьютерного моделирования, что обеспечивает их высокую точность и применимость в реальных условиях.	

		<p>1) да; 2) нет.</p>	
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично</u> подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>	<p>Ключевые утверждения работы подкреплены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, что подтверждает их научную обоснованность и актуальность в контексте современных исследований в области энергетики и возобновляемых источников энергии.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны/не</u> достаточны для литературного обзора.</p>	<p>Список литературных источников диссертации насчитывает 71 научных работ, что достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет.</p>	<p>Диссертация обладает теоретическим значением, так как результаты исследования вносят вклад в развитие науки о возобновляемых источниках энергии и их интеграции в энергосистемы. Теоретическое значение работы заключается в развитии научных знаний о: Интеграции ВИЭ в энергосистемы. Прогнозировании генерации ВИЭ с помощью методов машинного обучения. Анализе устойчивости энергосистем в условиях высокой доли ВИЭ. Экономических механизмах рыночной интеграции ВИЭ. Эти результаты создают основу для дальнейших исследований и разработки новых подходов в области устойчивой энергетики.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p>	<p>Практическое значение диссертации заключается в разработке конкретных инструментов, моделей и стратегий, которые могут быть эффективно применены в энергетическом секторе Казахстана. Высокая</p>

		<p>1) да;</p> <p>2) нет.</p>	<p>вероятность их применения подтверждается адаптацией к локальным условиям и соответствием текущим потребностям энергосистемы, что способствует улучшению устойчивости и эффективности функционирования энергетической инфраструктуры региона.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Предложения для практики, представленные в диссертации, являются новыми и демонстрируют оригинальность подходов автора</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка приложения для прогнозирования климатических параметров; 2. Новые методы прогнозирования генерации ВИЭ; 3. Адаптация рыночных стратегий для Казахстана; 4. Сценарное моделирование энергосистемы Алматинской области.
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) <u>высокое</u>;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма в диссертации оценивается как высокое: работа выполнена в научном стиле с использованием точной профессиональной терминологии. Основные положения и результаты изложены ясно, структурировано и логично, что обеспечивает их доступность для восприятия и понимания, а также способствует эффективности передачи научных идей и выводов.</p>
11.	Замечания к диссертации	<p>В разделе, посвящённом рыночным стратегиям и сценарному моделированию, наблюдается недостаток глубокой экономической оценки, в частности, не рассматривается влияние предложенных решений на себестоимость электроэнергии и их окупаемость.</p> <p>Рекомендация: включить экономический анализ, который позволит оценить влияние предложенных решений на структуру себестоимости энергоснабжения, а также исследовать их долгосрочную экономическую эффективность и воздействие на инвестиционную привлекательность ВИЭ. Это позволит более полно и объективно оценить экономические последствия интеграции ВИЭ в энергосистему региона.</p>	

12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	В статье «Power System Stability Research in the Integration of Wind Power Plant in Almaty Region» рассматривается влияние ветроэлектростанции при ее интеграции в электрическую сеть напряжением 110 кВ и выше. Целью данной работы является исследование интеграции ВЭС в традиционную энергосистему с учетом стандартов и требований. Объект исследования – ВЭС в Алматинской области мощностью 60 МВт. Стабильность угла ротора, стабильность напряжения, квазидинамический анализ электросистемы при интеграции ВЭС.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа на тему «Исследование стратегий рыночной интеграции объектов Возобновляемых источников энергии и оценка их воздействия на устойчивость работы энергосистемы Казахстана» представляет собой завершённую научную работу, которая в полном объёме отвечает требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD). Ее автор, Бекболатова Жаннат Кайыровна заслуживает присуждение степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07112 «Электроэнергетика».

Официальный рецензент:

Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева,
PhD, доцент кафедры «Энергообеспечение и электропривод»



Алмуратова Н.К.

Ученый секретарь



Бимбаева А.С.