

На правах рукописи

Нгуен Минь Фьонг



**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ
СОЛНЕЧНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СРВ**

*Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика
(экономика промышленности)*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Санкт-Петербург – 2026

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Научный руководитель:

доктор экономических наук, профессор

Пономаренко Татьяна Владимировна

Официальные оппоненты:

Шмелева Надежда Васильевна

доктор экономических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра цифрового менеджмента и инноватики, профессор;

Новикова Ольга Валентиновна

кандидат экономических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа атомной и тепловой энергетики, доцент.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится **15 июля 2026 г. в 14:30** на заседании диссертационного совета ГУ.1 Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д.2, **аудитория № 3321**.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 15 мая 2026 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



ВАСИЛЬЕВ
Юрий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Социально-экономическое развитие Социалистической республики Вьетнам (СРВ) сопровождается устойчивым ростом потребления электроэнергии: средние темпы роста ВВП и электроэнергии составили 6% и 11 %, соответственно. Одновременно усиливаются риски энергетической безопасности страны вследствие дефицита ископаемых энергетических ресурсов: недостаточное качество и сложные горно-геологические условия угольных месторождений, незначительные объемы добычи нефти и газа. Экологические вызовы также нарастают: общий объем выбросов CO₂ увеличился с 285,9 MtCO₂ в 2019 г. до 384,911 MtCO₂ в 2023 г.

Масштабный потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ) используется пока недостаточно, поэтому ускоренное развитие ВИЭ, прежде всего, солнечной генерации, становится ключевым направлением улучшения структуры энергобаланса. По данным энергетической статистики, в 2023 г. общая установленная мощность электростанций во Вьетнаме достигла 80 555 МВт, при мощности солнечной генерации – 16353 МВт. При этом, в структуре производства электроэнергии доля СЭС составила 9,1% (при доминировании угля – 46% и гидроэнергетики – 28,83%).

Однако быстрый рост установленных мощностей СЭС выявил системные ограничения – сетевые «узкие места» и вынужденные ограничения генерации: в отдельных провинциях неиспользованная мощность СЭС достигала порядка 1000 МВт, а «потери» оценивались до 24 млн кВт·ч в сутки. Международное финансирование проектов ВИЭ заявлено на уровне 15,5 млрд долл. США. Это усиливает практическую значимость научно обоснованных подходов к экономической оценке направлений развития, выбору приоритетных объектов и обоснованию инструментов государственной поддержки солнечной генерации, обеспечивающих энергетическую безопасность, доступность электроэнергии и экологическую устойчивость.

Степень разработанности темы исследования

Вопросы развития солнечной генерации и механизмов ее стимулирования относятся к числу активно исследуемых

направлений современной энергетической экономики. В научной литературе и материалах международных организаций рассматриваются политика «энергетического перехода», инструменты государственного регулирования в электроэнергетике, вопросы энергетической устойчивости и методология оценки эффективности инвестиционных проектов ВИЭ.

Существенный вклад в разработку теоретико-методологических основ анализа энергетической трилеммы внесли российские ученые Б.Н. Порфирьев, А.А. Широ, В.А. Крюков, А.М. Мастепанов и другие, исследующие взаимосвязи энергетической безопасности, структурной трансформации экономики, ресурсных ограничений и климатической повестки. В зарубежной литературе концептуальные и прикладные подходы к оценке уязвимости, устойчивости и надежности энергосистем развивали В.К. Sovacool, А. Cherp, J. Jewell, С. Winzer, D. Yergin и другие. Аналогичные вопросы применительно к СРВ изучали D.Nong, T.N.Do, С.Т.Nguyen, С.Р.Nguyen, Х.Н.Nghiem и другие.

Проблемы развития «зелёной» энергетики, включая экономическую оценку ВИЭ, повышение энергоэффективности, декарбонизацию, исследованы российскими учеными И.А. Башмаковым, Г.А. Стройковым, А.Е. Череповицыным, Т.В. Пономаренко, Н.В. Ромашевой, О.В. Новиковой, Л.Н. Проскуряковой, Г.В. Ермоленко и многими другими. Существенный вклад в системное понимание интеграции ВИЭ и построения низкоуглеродных энергосистем внесли Н. Lund, В.В. Mathiesen, С. Breyer, К. Hansen, обосновавшие модели высоко- и полностью декарбонизированных энергосистем и оценившие их технико-экономические и социальные эффекты. Во вьетнамской научной литературе вопросы развития «зелёной» энергетики и интеграции ВИЭ разрабатывают L.H. Lam, M.P.Vu, P.T. Le, V.N.Nguyen и Н.Т. Nguyen.

Вопросы государственной поддержки ВИЭ и СЭС, включая механизмы договоров поставки мощности, тарифного стимулирования поддержки проектов в изолированных энергозонах, исследовали российские ученые Д.А.Чернышев, А. Широ, К. Колпаков, П.Н. Васильев, Н.В. Петрова и другие.

В международной литературе ключевой вклад в анализ инструментов государственной поддержки внесли A. Coussa, P. Gugler, J. Reidy, Y. Shi, L. Ding, C. He, F. Zhang. Во вьетнамских исследованиях механизмы государственной поддержки солнечной и иной возобновляемой генерации анализируются в работах K.T. Tran, N. Le, P.V. Nguyen отражающих результаты применения FIT-механизмов, условия развития сетевой и распределённой солнечной генерации, а также институциональные предпосылки расширения ВИЭ.

Таким образом, в литературе сформирована обширная теоретическая и эмпирическая база в отношении энергетической трилеммы, развития «зелёной» энергетики и инструментам государственной поддержки ВИЭ. Однако комплексный анализ их взаимосвязи в контексте выбора и экономической оценки проектов солнечной генерации в условиях Вьетнама остаётся недостаточно изученным.

Объект исследования – объекты солнечной энергетики во Вьетнаме.

Предмет исследования – методы экономической оценки проектов солнечной генерации в энергетической системе СРВ с учетом государственной политики.

Цель работы – разработка методического подхода и инструментария экономической оценки развития солнечной генерации в СРВ.

Идея исследования: разработанный методический подход к экономической оценке и планированию развития солнечной генерации в СРВ основан на разработке экономико-математической модели долгосрочного прогноза спроса на электроэнергию и структуры энергетического баланса, многокритериальной оценке проектов СЭС и экономическом обосновании параметров государственной поддержки в рамках «энергетического перехода» и декарбонизации.

Задачи исследования:

1. Выявить, проанализировать и оценить влияние внутренних и внешних факторов на энергогенерацию и развитие возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной генерации, в СРВ.

2. Разработать экономико-математическую модель прогноза энергопотребления в СРВ и прогнозной структуры энергобаланса.

3. Разработать методический подход к оценке СЭС с применением мультикритериального анализа.

4. Выполнить комплексную оценку объектов СЭС для условий СРВ, включая оценку социально-экологического воздействия.

5. Проанализировать методы и инструменты государственной поддержки солнечной энергетики в зарубежных странах.

6. Обосновать меры государственного стимулирования солнечной генерации в условиях СРВ, взаимосвязанные с государственной энергетической политикой.

Научная новизна работы:

1. Разработана экономико-математическая модель прогнозирования спроса на электроэнергию с применением сценарного подхода и структуры энергетического баланса в СРВ с учетом ВИЭ.

2. Разработан комплексный подход к экономической оценке возобновляемых источников энергии в СРВ на основе интеграции экономических, экологических и социальных критериев, учитывающий специфические особенности национальной энергосистемы Вьетнама, включая территориальную неоднородность ресурсного потенциала, ограничения пропускной способности электросетевой инфраструктуры и социальные эффекты реализации проектов ВИЭ.

3. Предложен методический подход к планированию развития СЭС в энергетической системе СРВ, основанный на применении метода многокритериального анализа, позволяющий ранжировать объекты СЭС и выбрать их лучшие параметры.

4. Обоснован и адаптирован к условиям Вьетнама инструментарий государственной поддержки солнечной энергетики для обоснования долгосрочных решений государственной энергетической политики в контексте обязательств Вьетнама по декарбонизации и реализации целей справедливого энергетического перехода.

Соответствие паспорту специальности

Полученные научные результаты соответствуют паспорту специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности) по пункту 2.14. «Проблемы повышения энергетической эффективности и использования альтернативных источников энергии».

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты диссертационной работы расширяют теоретические представления об экономической оценке и планировании развития возобновляемой энергетики, в частности, СЭС, в условиях «энергетического перехода» за счет адаптации подходов энергетической трилеммы и интеграции экономических, технических, экологических и социальных критериев при обосновании приоритетов развития солнечной генерации в СРВ. Разработанная модель прогнозирования спроса на электроэнергию и реструктуризации энергобаланса формирует основу для сценарного анализа устойчивого развития энергетики и оценки последствий декарбонизации для развивающихся стран.

Практическая значимость заключается в возможности применения предложенных методических решений (модель прогнозирования, методический подход к оценке приоритетности источников ВИЭ, методика оценки проектов СЭС с применением многокритериального анализа, организационно-экономический инструменты выбора инструментов господдержки) при подготовке и актуализации документов стратегического планирования. Результаты могут быть использованы Министерством промышленности и торговли СРВ (МОИТ), Государственной регулирующей комиссией по электроэнергетике, Vietnam Electricity Group (EVN), генерирующими и сетевыми компаниями, а также инвесторами и проектными организациями при выборе мест размещения, параметров подключения и финансовых моделей проектов солнечной генерации.

Результаты диссертации использованы в Совете Управления Проектом Северной энергетической компании – Филиале Северной энергетической корпорации - Вьетнамская электрическая группа (EVN) (акт внедрения от 20.08.2025 г.).

Методы исследования. Использовались методы инвестиционного, мультикритериального, статистического анализа, экономико-математического моделирования, а также анализа иерархий и прогнозирования.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Долгосрочный прогноз потребности СРВ в электроэнергии, связанный с темпами роста ВВП, и необходимость «энергетического перехода» и снижения углеродоемкости производства энергии должны определять изменение структуры энергетического баланса с учётом потенциала развития ВИЭ с приоритетным развитием солнечной генерации.

2. Предложенный методический подход к комплексной технико-экономической и социально-экологической оценке конкурирующих возобновляемых источников энергии позволяет ранжировать источники ВИЭ (солнечную, ветровую, гидро- и биоэнергетику в СРВ), обосновывать оптимальную структуру «зелёной генерации» и определять лучшие параметры СЭС.

3. Экономически обоснованные параметры инструментов государственной поддержки направления солнечной энергетики, включая «зеленый тариф» и кредитное финансирование, должны применяться для реализации социально значимых проектов крупных СЭС и обеспечивать достижение целей энергетического перехода.

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается использованием корректных методов научных исследований, анализом большого количества статистических материалов, национальных данных СРВ из официальных источников и международных авторитетных отчетов. Используются документы государственного планирования, отчеты Vietnam Electricity Group (EVN), предприятий электроэнергетической отрасли и Главного статистического управления Вьетнама.

Результаты исследования подтверждаются публикациями в рецензируемых научных изданиях, а также апробацией на российских и международных научно-практических мероприятиях.

Апробация результатов диссертации проведена на 8 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 5 международных, за последние 3 года принято участие в 8 научно-

практических мероприятиях с докладами, в том числе на 5 международных:

1. IX International conference «Management, economics, ethics, technics - MEET 2023» (5-6th of October 2023, Saint Petersburg).

2. X International conference «Management, economics, ethics, technics - MEET 2024» (10-11 October 2024, Saint Petersburg).

3. XI Всероссийской (с международным участием) научной конференции «Менеджмент, экономика, этика, техника: MEET-2025» (30-31 октября 2025, Санкт-Петербург).

4. The 1st International Conference of Petroleum, Mining, Geology, Geoscience, Energy, and Environmental Technology - ICPMGET (24-25 July 2024, Jakarta).

5. Международной научно-практической конференции «Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия 5.0» (25-28 апреля 2024, Санкт-Петербург).

6. XX Всероссийской конференции-конкурсе студентов выпускного курса и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (1-7 декабря 2024, Санкт-Петербург).

7. Научной конференции студентов и аспирантов «Полезные ископаемые России и их освоение» (21-25 октября 2024, Санкт-Петербург).

8. 17th Global Conference on Business and Social Sciences – GCBSS (21-21 th August 2025, Bali)..

Личный вклад автора заключается в постановке целей работы, формулировании задач исследования, выборе объектов и определении методов исследования, обзоре литературы, проведении анализа состояния развития солнечной генерации в СРВ, разработке модели, сборе исходных данных и выполнении экономических расчетов.

Публикации. Результаты диссертационной работы освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее - Перечень ВАК), в 2 статьях – в

изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Структура работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 232 наименования, и 2 приложений. Диссертация изложена на 205 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка и 33 таблицы.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю – д.э.н., профессору Т.В. Пономаренко, заведующему кафедрой организации и управления, д.э.н., профессору А.Е. Череповицыну, а также всему коллективу кафедры организации и управления Санкт–Петербургского горного университета императрицы Екатерины II за помощь в подготовке диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель, задачи работы и научная новизна, раскрыты теоретическая и практическая значимости исследования и изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современных трендов в развитии возобновляемой энергетики, научных подходов к экономической, экологической и социальной оценке возобновляемых источников энергии во Вьетнаме, а также факторов эффективного производства и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Во второй главе выполнен прогноз структуры энергетического баланса в СРВ в контексте экономического роста и дана оценка современного состояния энергетического сектора СРВ. Проанализирована деятельность энергетических компаний СРВ в области производства и использования возобновляемых источников энергии.

В третьей главе проведен сравнительный анализ проектов солнечных электростанций в СРВ, предложен методический подход к выбору проектов и оценке источников СЭС в энергетической системе и выполнена инвестиционная оценка проектов СЭС во Вьетнаме.

В четвертой главе исследованы факторы производства

объектов солнечной генерации в зарубежных странах, а также методы и инструменты государственной поддержки проектов СЭС, экономически обоснованы инструменты государственной поддержки СЭС в СРВ.

В заключении сформулированы основные выводы исследования и предложения.

Основные результаты диссертационного исследования отражены в следующих защищаемых положениях:

1. Долгосрочный прогноз потребности СРВ в электроэнергии, связанный с темпами роста ВВП, и необходимость «энергетического перехода» и снижения углеродоемкости производства энергии должны определять изменение структуры энергетического баланса с учётом потенциала развития ВИЭ с приоритетным развитием солнечной генерации.

В условиях СРВ энергетический переход следует рассматривать как объективное условие обеспечения долгосрочного экономического роста, требующее согласования темпов расширения производства, электропотребления и ввода новых генерирующих мощностей. В логике энергетической трилеммы развитие электроэнергетики Вьетнама должно одновременно обеспечивать безопасность, в том числе надежность, энергоснабжения, экономическую доступность электроэнергии для населения и бизнеса, а также снижение экологической нагрузки. Под развитием энергетики понимается совокупность технологических, экономических и институциональных мер, направленных на наращивание мощностей, диверсификацию источников и повышение эффективности производства и потребления энергии.

В диссертации разработана модель долгосрочного прогнозирования потребности СРВ в электроэнергии, увязывающая рост ВВП со спросом на электроэнергию в условиях энергоперехода на горизонте до 2050 г. Прогноз потребности в электроэнергии формируется на основе прогнозных сценариев ВВП, коэффициента эластичности спроса по ВВП, учета неопределённости ($\pm 10\%$).

Прогнозы ВВП представлены на рисунке 1.

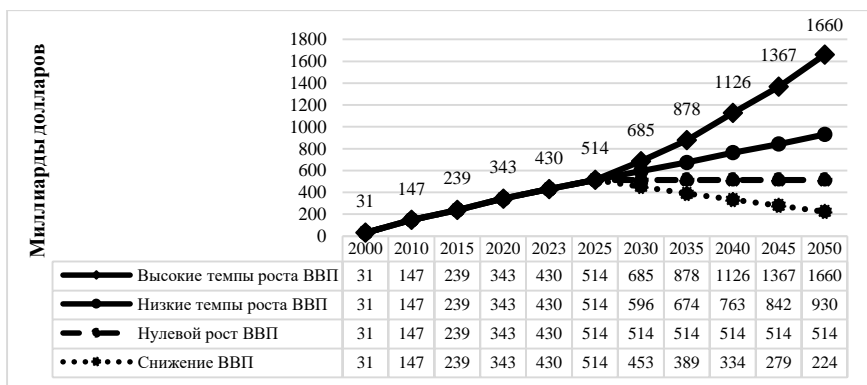


Рисунок 1 – Фактический и прогнозный (по оценке автора) ВВП Вьетнама

Построено автором на основе данных «Национальной электроэнергетической системы Вьетнама», «Экономики Вьетнама» и принятых допущений.

В качестве базовых допущений приняты:

1) прогнозные темпы роста ВВП по сценарию «высокие темпы роста ВВП» ($g_{GDP,t}$) в соответствии с документами государственного планирования до 2050 года, в том числе 5,9% в период 2025-2030 гг., 5,1% в период 2030–2040 гг., 3,96% в период 2040-2050 гг.;

2) коэффициент эластичности спроса на электроэнергию по отношению к ВВП (ε), значение которого, по расчетам автора, составило 1,83;

3) корректирующие коэффициенты для двух сценариев ($\pm 10\%$).

Прогноз объема спроса на электроэнергию задается рекуррентным соотношением (1):

$$E_{t+1} = E_t \cdot (1 + g_{E,t}) \quad (1)$$

где E_t – объем потребления электроэнергии в году t , $g_{E,t}$ – ожидаемый темп роста объема потребления на электроэнергию в году t .

Результаты расчетов показали, что при сохранении сценария «высокие темпы роста ВВП» Вьетнама к 2050 г. достигает порядка

1,6 трлн долл. США, что требует устойчивого роста электропотребления, ускоренного ввода новых мощностей, а также изменения структуры энергетического баланса.

Результаты расчетов прогнозных значений потребления электроэнергии представлены на рисунке 2.

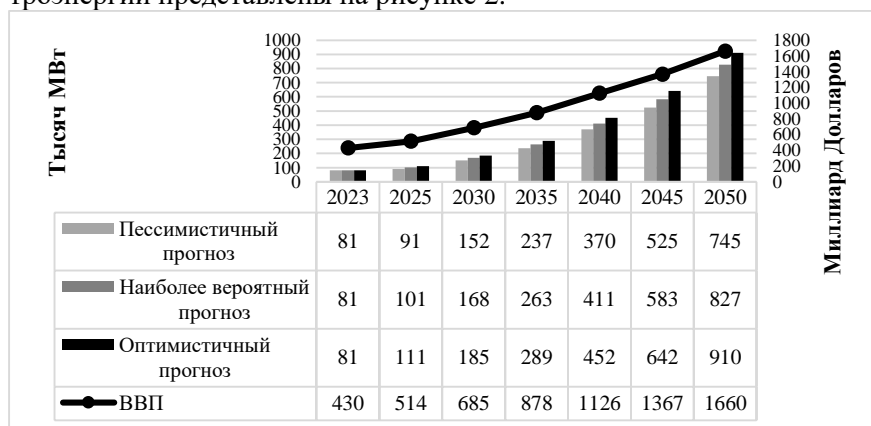


Рисунок 2 – Прогнозы потребления электроэнергии, соответствующие развитию ВВП в период 2023-2050 гг., по трем вариантам

Анализ структуры генерации электроэнергии в СРВ (конец 2023 г.) выявил доминирование угля (около 43%) при значимом вкладе гидроэнергетики (около 29%) и доле солнечной генерации (около 9%). На долю угольных и гидроэлектростанций в настоящее время приходится большая часть энергии в энергосистеме Вьетнама, однако, потенциал использования крупных гидроресурсов в стране исчерпан, использование угольных ресурсов недостаточно эффективно и требует мероприятий по декарбонизации.

В соответствии с документами государственного планирования до 2030 года прогнозируется увеличение общей установленной мощности генерации с 80555 до 168420 тыс. МВтч, дефицит энергии должен компенсироваться с учетом требований энергетической Трилеммы. Доля ВИЭ в энергетическом балансе составляет 42,8%, ВИЭ в СРВ имеют следующий потенциал:

- солнечная энергия – 180000 МВт (включая солнечные электростанции, установленные на крышах, на земле и плавучие), используется на 9,1%;

- ветроэнергетика – 625000 МВт (включая наземную и морскую ветроэнергетику), доля менее 1%;
- гидроэнергия – 30000 МВт используется более чем на 80 %;
- биомасса – 30000 МВт, используется крайне незначительно.

Поэтому обоснована необходимость поэтапной реструктуризации энергетического баланса с увеличением доли ВИЭ при одновременной модернизации сетевой инфраструктуры (рисунок 3.).

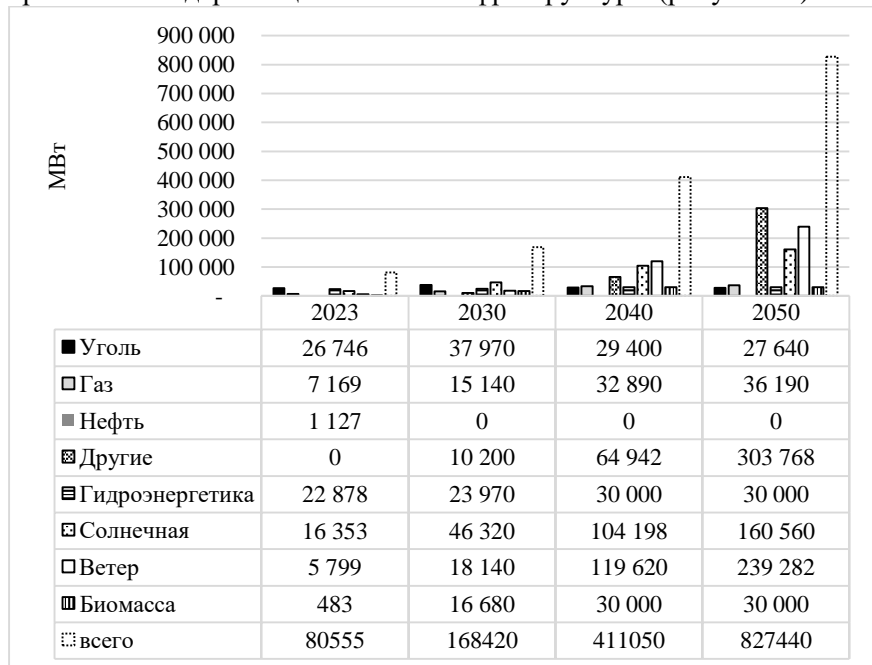


Рисунок 3 – Прогнозная структура мощностей по производству электроэнергии во Вьетнаме.

Необходимость повышения качества и устойчивости окружающей среды СРВ связана с увеличением выбросов CO₂ со средним за 2019 – 2023 гг. Темпом 9,5%, что значительно превышает темпы роста ВВП (4,68%) и темпы роста энергопотребления (8,6%). Углеродоемкость производства энергии во Вьетнаме в 2023 году составила около 1,54 кг CO₂/кВт·ч, что обусловлено значительной угольной генерацией, несмотря на рост установленной мощности

ВИЭ. Прогнозы, основанные на изменении структуры энергоснабжения к 2030 году, указывают на то, что углеродоемкость оценивается в 0,92 кг СО₂/кВт·ч. Поэтому Вьетнам продолжает инвестировать в энергетический переход.

2. Предложенный методический подход к комплексной технико-экономической и социально-экологической оценке конкурирующих возобновляемых источников энергии позволяет ранжировать источники ВИЭ (солнечную, ветровую, гидро- и биоэнергетику в СРВ), обосновывать оптимальную структуру «зелёной генерации» и определять лучшие параметры СЭС.

Для обоснования и выбора направлений развития ВИЭ и приоритетности инвестиций в энергетику СРВ автором разработан методический подход с применением анализа иерархического процесса (рисунок 4), включающий:

1) определение целей – ранжирование направлений инвестиций в ВИЭ с учётом приоритетов энергетической трилеммы СРВ;

2) выбор критериев (технические, экономические, социальные, экологические) и определение весов критериев для комплексной технико-экономической оценки конкретного источника энергии;

3) выбор 3 подкритериев по каждому критерию с равными весами;

4) сбор информации по значениям показателей (подкритериев) (таблица 1);

5) попарное сравнение значений показателей по подкритериям и расчет суммарной оценки каждой технологии (источника ВИЭ) по каждому критерию (таблица 2);

б) расчет итоговых показателей по каждому источнику ВИЭ с учетом весов критериев.

Методический подход основан на интеграции многокритериального анализа (MCDA) и анализа иерархий (АИР) и включает систему критериев, сгруппированных по четырём блокам: техническому, экономическому, социальному и экологическому. Для обеспечения сопоставимости значения критериев нормируются, веса определяются методом парных сравнений с проверкой согласованности, после чего формируется итоговый рейтинг технологий ВИЭ.



Рисунок 4 – Методический подход к определению приоритетности инвестиций в ВИЭ.

Таким образом, проекты СЭС являются приоритетными среди проектов ВИЭ, что требует отбора и ранжирования конкретных проектов, осуществляемого по авторской методике:

1. Формирование перечня альтернативных проектов СЭС с используемыми технологиями и расчета показателей экономической эффективности (NPV и LCOE) 11 проектов в СРВ (таблица 3).
2. Формирование системы оценочных критериев и определение их весовых коэффициентов (таблица 4).
3. Сбор информации, нормализация исходных данных, расчёт интегральных показателей для каждого критерия (таблица 5).
4. Ранжирование проектов СЭС (рисунок 5).
5. Анализ чувствительности и проверка устойчивости результатов к изменению ключевых допущений (стоимости капитала, цен на электроэнергию, величины субсидий и налоговых льгот, параметров солнечной радиации).
6. Разработка практических рекомендаций для органов управления энергетическим сектором и потенциальных инвесторов.

Показатель LCOE (приведенная стоимость электроэнергии за единицу произведенной электроэнергии) представляет собой среднюю стоимость единицы электроэнергии, произведенной за весь срок службы проекта, и отражает минимальную цену, по которой электроэнергия должна продаваться для достижения точки безубыточности проекта (2):

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{It+Ot+ Ft}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{Et}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

где It - капитальные затраты (CAPEX) в году t (долл.); Ot - эксплуатационные расходы (OPEX) в году t (долл.); Ft - расходы на топливо в году t (долл.), для солнечных фотоэлектрических систем $Ft = 0$; Et - выработка электроэнергии в году t (кВт·ч); r - ставка дисконтирования (%); N - срок службы проекта (лет).

Основные технологии производства солнечной энергии включают PERC, TOPCon, HJT, IBC, Thin-Film и Perovskite. Для технологий на основе кристаллического кремния (PERC, TOPCon, HJT, IBC) необходимо производство кремниевых пластин, для Thin-Film и Perovskite не требуется (тонкие пленки или другие материалы наносятся на основу из стекла или полимеров). Процесс производства объекта солнечной генерации включает: производство объекта солнечной генерации (кремниевых пластин); сборка фотоэлектрические панели (ФЭП) и автоматизация; установка, эксплуатация и обслуживание.

Результаты анализа дали основания для ранжирования СЭС по уровню доходности (рисунок 5). При этом, высокие значения индекса доходности (PI), например, для проекта Phu My (2.19) и Hoa Noi (2.17), могут не соответствовать лучшим значениям по энергетической трилемме (энергетическая безопасность, энергетическое равенство, экологическая устойчивость энергетических систем).

Поэтому инвестиционная оценка дополнена комплексной оценкой СЭС с применением мультикритериального анализа. Максимальные оценки по MCDA получили проекты Trung Nam Thuan Nam (4.78) и Dau Tieng 1,2,3 (4.56), при более низких значениях индекса доходности (рисунок 5). Это объясняется тем, что они демонстрируют сбалансированное соотношение между экономическими, тех-

ническими и географическими условиями, что важно для устойчивого развития. Поэтому выбор СЭС должен основываться не только на экономической эффективности, но и на целесообразности проекта в условиях конкретного региона, что обеспечивается применением многокритериального подхода.

Таблица 3 – Показатели экономической эффективности и основные технологии проектов СЭС во Вьетнаме

СЭС	NPV (млн долл.)	PI	LCOE (долл./кВт·ч)	Технология
Xuan Thien Ea Sup	-899	0.55	0.157	PERC
Dau Tieng 1,2,3	461	1.92	0.057	PERC и TOPCon
Loc Ninh 1,2,3	453	1.95	0.056	PERC
Trung Nam Thuan Nam	252	1.53	0.068	PERC и TOPCon
BIM 1,2,3 Ninh Thuan	13	1.03	0.096	PERC
Phu My	305	2.19	0.050	PERC
Hong Phong 1A,1B, 4	148	1.45	0.072	PERC
Xuan Thien Thuan Bac	135	1.49	0.070	PERC
Hoa Hoi	231	2.17	0.050	PERC
Sao Mai Solar PV1	106	1.45	0.073	PERC
Trung Nam Thuan Bac	99	1.42	0.073	PERC и TOPCon

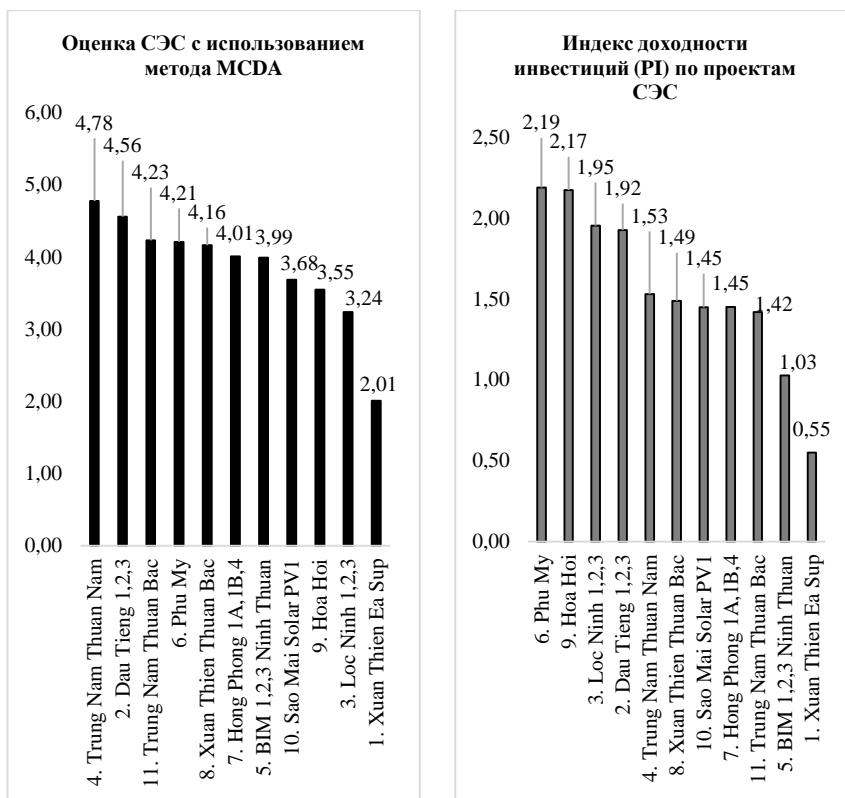


Рисунок 5 – Рейтинг СЭС в СРВ на основе показателей эффективности и методики многокритериального отбора.

Использование многокритериального подхода позволяет увязать инвестиционные решения по СЭС с задачами сетевого развития, снижать риски вынужденных ограничений выдачи мощности в регионах с перегруженной инфраструктурой, обеспечивать улучшение социальной среды.

3. Экономически обоснованные параметры инструментов государственной поддержки направления солнечной энергетики, включая «зеленый тариф» и кредитное финансирование, должны применяться для реализации социально значимых проектов крупных СЭС и обеспечивать достижение целей энергетического перехода.

В диссертации выполнен сравнительный анализ объемов производства энергии из ВИЭ, структуры источников ВИЭ в странах с высокой долей «зеленой» энергии в энергетическом балансе и выявлены значительные различия в масштабах и темпах развития ВИЭ по странам, что в значительной мере зависит от уровня развития экономики и мер государственного регулирования.

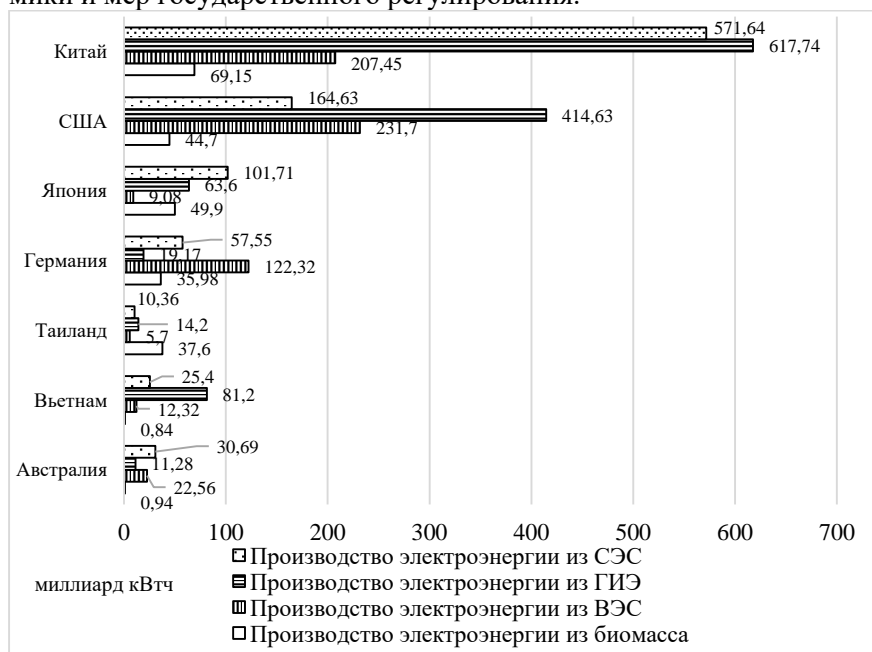


Рисунок 6 – Производство ВИЭ в странах-лидерах в 2023 г.

Лидирующие позиции по объемам производства ВИЭ в абсолютном выражении занимают Китай и США (рисунок 6), показатели которых в несколько раз превышают показатели других стран.

Анализ и оценка мер государственной поддержки в части стимулирования развития ВИЭ, обеспечивающих их эффективное внедрение, показали, что государственная политика играет ключевую роль в развитии ВИЭ (таблица 6). В странах с активной государственной политикой в области ВИЭ, таких как Германия и Австралия, наблюдается высокий уровень инвестиций и значительное увеличение объемов производства энергии из ВИЭ. На рисунке 7

представлены основные инструменты государственной поддержки ВИЭ.

Зеленый тариф	<ul style="list-style-type: none">• Льготная цена покупки электроэнергии FIT (Feed-in Tariffs);• Премия за подачу электроэнергии FIP (Feed in premium);• Зеленые сертификаты;• Тарифы для малых предприятий.
Формы государственного и негосударственного финансирования	<ul style="list-style-type: none">• Субсидии государственного бюджета;• Субсидии национальных экологических Фондов;• Контракты на разницу в ценах (Contracts for Difference, CfD);• Инвестиции в НИОКР;• Инвестиции в инфраструктуру;• Международное финансирование (Всемирный банк и Глобальный экологический фонд).
Налоговые льготы	<ul style="list-style-type: none">• Снижение корпоративного подоходного налога;• Снижение НДС;• Снижение налога на имущество;• Ускоренная амортизация.
Меры нормативно-правовой поддержки	<ul style="list-style-type: none">• Закон о возобновляемых источниках энергии;• Стратегия развития возобновляемых источников энергии;• План по содействию развитию возобновляемых источников энергии;• Стандарт портфеля возобновляемых источников энергии RPS (Renewable Portfolio Standard);• Программы повышения энергоэффективности;• Образовательные программы в области ВИЭ.

Рисунок 7 – Основные инструменты государственной поддержки ВИЭ

Результаты анализа показали, что «зеленый тариф» (FIT) является одним из наиболее эффективных инструментов, позволяющих обеспечить безубыточность проектов производства ВИЭ. FIT - механизм, способствующий разработке и внедрению возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия, энергия ветра и биомасса. Эта политика предусматривает фиксированную цену для производителей возобновляемой энергии, обычно выше рыночной, что создает стабильность для инвесторов и способствует привлечению капитала в проекты ВИЭ.

Формы прямого государственного и негосударственного финансирования являются важными мерами, обеспечивающими необходимый капитал для проектов ВИЭ, особенно в развивающихся странах, где финансовые ресурсы ограничены. Налоговые льготы и нормативно-правовое регулирование, включая стандарты ВИЭ и программы сертификации, также создают стимулы для инвестирования в чистую энергию. Однако уровень воздействия каждого инструмента зависит от экономического, политического и социального контекста страны, поэтому необходима общая оценка этих мер для определения наиболее эффективных стратегий развития ВИЭ.

Политика льготных тарифов FIT правительства Вьетнама оказала положительное влияние на развитие солнечной энергетики и ее стремительный рост. До 2017 года общая мощность солнечной энергетики во Вьетнаме была весьма ограничена и составляла всего около 0.5 ГВт (500 МВт). Активное развитие солнечной энергетики началось после 2019 года: 2019 год (9.5 ГВт), 2020 год (11.5 ГВт), 2021 год (13 ГВт), 2022 год (14.5 ГВт), 2023 (16 ГВт). Это сделало страну одним из лидеров по установленной мощности солнечной энергии в Юго-Восточной Азии.

Действующая вьетнамская система стимулов для производства солнечной энергии обладает уникальными характеристиками, отражающими потребности и реальные условия страны. Инструменты государственного регулирования солнечной генерации в ВИЭ, применяемые во Вьетнаме, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Инструменты стимулирования солнечной энергетики в СРВ в период 2017-2024 гг.

Зеленый тариф	Формы государственного и негосударственного финансирования	Налоговые льготы	Меры нормативно-правовой поддержки
<p>1. FIT 1 (2017-30.06.2019); 2. FIT 2 (0.07.2019-18.12.2023); 3. FIT 2 с изменениями (19.12.2023 - настоящее время); 4. FIP не применяется; 5. Системы зеленых сертификатов пока не имеет полноценной, однако в 2020 году страна начала разрабатывать механизмы для поддержки ВИЭ, включая обсуждение внедрения зеленых сертификатов 6. Тарифы для малых предприятий с 2019 года (в 2020 году малые солнечные установки получали 0.029 долл. за кВт·ч.)</p>	<p>1. Субсидии экологических фондов - Фонд ВИЭ Вьетнама (Vietnam Renewable Energy Fund); 2. Субсидии Глобального экологического фонда (GEF) с 2000 года было проинвестировано 17 ВИЭ проектов с общим инвестиционным капиталом 77 миллионов долл.; 3. Банковские кредиты отечественных и международных банков и финансовых учреждений составляют 50-93% от общей стоимости инвестиций, срок кредитования от 5 до 15 лет, годовая процентная ставка от 2 до 3,2%/год.</p>	<p>1. Освобождение и снижение налогов на импорт, 2. Освобождение от налога на добавленную стоимость (НДС); 3. Снижение налога на прибыль корпораций до 10% (начальный уровень: 20%).</p>	<p>1. RPS - доля 10% возобновляемой энергии от общего объема потребляемой энергии, имеет рекомендательный характер</p>

Апробация выбранных инструментов государственной поддержки в условиях СРВ проведена на примере крупной наземной СЭС Xuan Thien Ea Sup, неэффективной по полученным значениям показателей инвестиционной оценки (NPV = -899 млн долл.; PI = 0.55; LCOE = 0.157 долл./кВт·ч).

Выбор параметров государственной поддержки для проекта представлен в 3 сценариях (таблица 8):

1. Постоянный FIT.
2. Индексируемый FIT (поддержка «смещается в будущее»).
3. Постоянный FIT в комбинации со льготным кредитом.

Таблица 8 – Расчет параметров инструментов государственной поддержки проектов СЭС на примере СЭС Xuan Thien Ea Sup

Показатели	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
FIT - долл./КВт-час	0.147	0.067 рост тарифа 9.75%/год	0.12
Государственная поддержка, всего (за период), млн. долл.	1459	2745	1218
Государственная поддержка в год (средняя), млн. долл./год	73	137	61
Государственная поддержка, всего, дисконтированная 4,5%, млн. долл.	1094	1437	1028

При формировании «справедливого» FIT ключевыми являются мощность и срок реализации проекта, структура капитала и условия кредитования, условия налогообложения, расходы O&M, инвестиционные затраты, фактическая выработка электроэнергии, ставка дисконтирования и другие. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего обоснования оптимального набора мер поддержки (тарифных и финансовых) в энергетической политике Вьетнама, с учетом ограничений по тарифной нагрузке и необходимости долгосрочной устойчивости механизмов стимулирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения диссертационной работы сделаны следующие выводы и рекомендации:

1. Результаты анализа современного состояния электроэнер-

гетики СРВ показал, что рост спроса на электроэнергию, ограниченность традиционных энергоресурсов, требования к обязательствам по декарбонизации формируют объективную необходимость ускоренного энергоперехода и наращивания доли ВИЭ в энергетическом балансе.

2. Разработана и апробирована экономико-математическая модель прогнозирования спроса на электроэнергию и структуры энергетического баланса Вьетнама, ориентированная на достижение целей энергетической трилеммы (надежность, доступность и экологическая устойчивость), основанная на сценариях социально-экономического развития, прогнозах ВВП и темпах роста энергопотребления.

3. Разработан методический подход к планированию развития солнечных электростанций с применением многокритериального анализа, включающий обоснование приоритетности развития СЭС, формирование набора альтернативных проектов СЭС, разработку системы критериев в логике энергетической трилеммы, определение весов критериев методом АНР.

4. Выполнена сравнительная оценка СЭС и определены лучшие параметры с применением методического подхода, ориентированная на учет эксплуатационных затрат, стоимости установки, доступности участков земли и инфраструктуры, климатических условий, уровня солнечной радиации, качественных характеристик земли, потребителей и местоположения.

5. Проанализированы методы и инструменты государственной поддержки солнечной генерации в странах-лидерах производства солнечной энергии (Китай, США, Германия, Австралия, Таиланд, Япония, Вьетнам).

6. Обоснованы инструменты государственного стимулирования солнечной генерации в СРВ и доказана целесообразность комбинирования инструментов поддержки в современных институциональных условиях («зеленый тариф» и льготный кредит) на крупнейшей СЭС Xuan Thien Ea Sup.

Цели диссертационного исследования достигнуты, развит методический аппарат планирования солнечной энергетики в СРВ и

предложены инструменты государственной поддержки, направленные на устойчивый рост доли ВИЭ при соблюдении требований надежности и экономической эффективности.

Дальнейшее исследование будет направлено на разработку методических подходов к дифференциации «зеленого тарифа» по типам СЭС и регионам, что повышает адресность поддержки и учитывает различия в ресурсе и сетевых условиях. Планируются будущие исследования рынков балансирования мощности, а также учета системного экономического эффекта энергетических проектов (влияние на потери и загрузку оборудования сети).

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Нгуен, М.Ф.** Анализ мер государственного стимулирования производства “зеленой” энергии в развитых и развивающихся странах / **М.Ф. Нгуен, Т.В. Пономаренко** // Евразийское пространство: экономика, право, общество. - 2024. - № 12. - с. 46–51.

2. **Нгуен, М.Ф.** Комплексная технико-экономическая оценка конкурирующих возобновляемых источников и перспектив развития зеленой энергии во Вьетнаме / **М.Ф. Нгуен, Т.В. Пономаренко, В.Т. Нгуен** // Управление. - 2025. - Т. 13, № 4. - С. 26–39.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. **Nguyen, M.P.** Energy Transition in Vietnam: A Strategic Analysis and Forecast / **M.P. Nguyen, T. Ponomarenko, N. Nguyen** // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No.5. – p. 1969. DOI: 10.3390/su16051969.

4. **Nguyen, M.P.** State Incentives for Solar Energy in the Context of Energy Transition in Developed and Developing Countries / **M.P. Nguyen, T. Ponomarenko** // Energies. - 2025. – Vol. 18, No. 5. – p. 1227

Публикации в прочих изданиях:

5. **Nguyen, M.P.** Impact of policy instruments for solar energy development in Vietnam / **M.P. Nguyen, N. Nguyen** // 17th Global Conference on Business and Social Sciences 2025, Bali, 20-21 August 2025. – p. 131. DOI: 10.35609/jber.2025.10.1(1).

Таблица 1 – Средние значения показателей (подкритериев) оценки возобновляемых источников энергии во Вьетнаме (по данным 2023 г.)

Критерии \ Типы возобновляемой энергии		Солнечная	Ветровая	Малые ГЭС	Биомасса
технические	средний уровень зрелости	развивающийся(3)	развивающийся(3)	высокий(5)	развивающийся(3)
	средняя техническая эффективность (%)	21.5	37	46	72
	срок строительства (годы)	3	4	3	5
экономические	средняя стоимость технологии (долл./кВт)	758	1274	2881	2162
	средний срок эксплуатации (лет)	25	25	50	35
	доля электроэнергии по стимулирующим тарифам (%)	70	70	80	65
социальные	уровень общественного восприятия (одобрения)	высокий(5)	средний(3)	высокий(5)	средний -высокий (4)
	создание рабочих мест (чел./МВт)	9	4	6	10
	Промышленная безопасность	почти высокая (4.5)	средняя-высокая(4)	средняя(3)	выше среднего(3.5)
экологические	выбросы CO2 (г CO2-экв./кВтч)	48	12	24	900
	сила влияния на окружающую среду	малая(4)	малая(4)	средняя(3)	высокая(1)
	площадь земельного участка (м2/МВтч/год)	19	99	14	760

Таблица 2 – Матрицы парных сравнений для критериев оценки технологий ВИЭ

Технические критерии	Экономические критерии				Экологические критерии				
	Солнечная	Ветровая	МГЭС	Биомасса	Солнечная	Ветровая	МГЭС	Биомасса	
Солнечная	1.00	0.97	0.69	0.99	Солнечная	1.00	1.23	1.73	1.55
Ветровая	1.03	1.00	0.72	0.92	Ветровая	0.82	1.00	1.21	1.16
МГЭС	1.45	1.39	1.00	1.32	МГЭС	0.58	0.83	1.00	1.14
Биомасса	1.01	1.09	0.76	1.00	Биомасса	0.65	0.86	0.88	1.00
Итого	4.49	4.45	3.16	4.23	Итого	3.04	3.91	4.82	4.85
Социальные критерии	Солнечная	Ветровая	МГЭС	Биомасса	Солнечная	Ветровая	МГЭС	Биомасса	
Солнечная	1.00	1.57	1.27	1.06	Солнечная	1.00	2.15	0.86	20.91
Ветровая	0.64	1.00	0.87	0.76	Ветровая	0.46	1.00	1.16	28.89
МГЭС	0.79	1.15	1.00	0.9	МГЭС	1.17	0.86	1.00	31.6
Биомасса	0.94	1.31	1.11	1.00	Биомасса	0.05	0.03	0.03	1.00
Итого	3.37	5.03	4.24	3.73	Итого	2.68	4.05	3.05	82.4

Таблица 4 – Характеристики и значения факторов для MCDA крупнейших солнечных электростанций во Вьетнаме (пример)

Расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание (тыс долл/МВт)	Стоимость установки (млн. долл.)	Доступность городских территорий (баллы)	Климатические условия (баллы)	Уровень солнечной радиации, GHI(кВтч/м ² /год)	Качественные характеристики земли (баллы)	Потребители электроэнергии (баллы)	Географическое положение / расстояние до крупных городов (км)
1. Xuan Thien Ea Sup							
49	2018	2/5 (умеренный). Коммуна Иа Лоп, район Иа Суп (Дак Лак) связана провинциальными дорогами, но находится в относительно удаленном месте; развитая логистика и обеспечение связи с транспортными сетями здесь более ограничены, чем в прибрежных провинциях.	3/5. Тропический муссон. Типичная температура 24–25°C; годовое количество осадков 1800 мм (диапазон 1600–2000 мм). Четко выраженный сухой сезон (ноябрь–апрель), влажный сезон увеличивает облачность и риск загрязнения.	1700 (4,6–5,0 кВтч/м ² /день).	3/5. В основном сельская местность со средней сельскохозяйственной ценностью; стоимость земли, как правило, ниже, чем в пригородных зонах, но подготовка участка и внутренние дороги усложняют застройку на больших участках.	2/5. Далеко от крупных центров потребления; более высокая зависимость от линий электропередачи на большие расстояния и более высокий риск ограничения выработки электроэнергии в часы пиковой нагрузки солнечных электростанций.	Расстояние до столицы провинции: 80 км до Буонматуота
2. Dau Tieng 1,2,3							
18	499	5/5 (очень высокий). Расположен недалеко от озера Дау Тиенг в провинции Тайнинь; в непосредственной близости от основных дорог и промышленного коридора Хошимина, что обеспечивает эффективную логистику строительства и доступ для эксплуатации и технического обслуживания.	5/5. Тропический муссон. Типичная температура 27°C; годовое количество осадков 2000 мм (диапазон 1800–2200 мм). Сухой сезон (декабрь–апрель) способствует стабильной выработке электроэнергии.	1900 (5,0–5,5 кВтч/м ² /день).	5/5. Большая сплошная территория; низкая конкуренция за землю по краям водохранилища по сравнению с плотными пригородными зонами.	5/5. Близость к промышленным паркам и крупным городским потребителям (регион Тайнинь-Биньзыонг-Хошимин), что снижает потери и повышает потенциал сбыта.	Расстояние до города Тайнинь — 40 км; до Хошимина — 100 км
3. Loc Ninh 1,2,3							
17	475	3/5 (средний). Приграничный район в провинции Биньфуок; инфраструктура развивается, но пропускная способность дорог и система предоставления услуг слабее, чем в коридоре Хошимина.	3/5. Тропический муссон. Типичная температура 26–27°C; годовое количество осадков 2350 мм (диапазон 2200–2500 мм). Больше количество осадков означает больше облачных периодов.	1700 (4,5–5,0 кВтч/м ² /день).	4/5 (высокий). Большие площади земли и относительно низкая цена на землю в сельских/приграничных районах.	2/5. Расположен далеко от крупнейших центров потребления; требует мощной линии электропередачи для доставки энергии к ключевым потребителям.	Расстояние до Донг Хоай (столицы провинции Биньфуок) составляет 120 км.

Таблица 5 – Балльная оценка СЭС по MCDA

Основные факторы	Расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание	Стоимость установки	Доступность городских территорий	Климатические условия	Уровень солнечной радиации	Качественные характеристики земли	Потребители электроэнергии	Географическое положение / расстояние до крупных городов	Суммарный балл с учетом уровня влияния	Ранг
Уровень влияния	17.71%	15.5%	12.23%	11.75%	11.08%	11.07%	10.47%	10.18%		
1. Xuan Thien Ea Sup	1	1	2	3	3	3	2	2	2.01	11
2. Dau Tieng 1,2,3	4	4	5	5	4	5	5	5	4.56	2
3. Loc Ninh 1,2,3	4	4	3	3	3	4	2	2	3.24	10
4. Trung Nam Thuan Nam	5	5	5	4	5	5	4	5	4.78	1
5. BIM 1,2,3 Ninh Thuan	3	3	4	4	5	5	4	5	3.99	7
6. Phu My	2	4	5	5	5	5	4	5	4.21	4
7. Hong Phong 1A,1B, 4	3	3	4	5	5	5	4	4	4.01	6
8. Xuan Thien Thuan Bac	3	4	4	5	5	5	4	4	4.16	5
9. Hoa Hoi	4	4	3	3	3	4	4	3	3.55	9
10. Sao Mai Solar PV1	3	3	4	5	4	4	4	3	3.68	8
11. Trung Nam Thuan Bac	4	4	4	5	5	4	4	4	4.23	3

Таблица 6 – Инструменты стимулирования солнечной энергетики в странах – лидерах отрасли (на примере Китая и США)

Инструменты стимулирования	Зеленый тариф	Субсидии и прямое государственное финансирование	Льготы	Нормативно-правовое регулирование
Китай	<p>FIT 20 лет (2000-2020) для солнечной энергии снизились с 0.14 доллар США/кВтч в 2011 году до 0,056 доллар/кВтч в 2020 году, сейчас отменен;</p> <p>FIP от 0,07 до 0.17 доллар/кВтч, сейчас действует;</p> <p>Сертификаты ВИЭ действуют с 2017 года;</p> <p>Тарифы для малых предприятий с 2017 года (в 2020 году малые солнечные установки получили 0.011 долл. за кВтч.)</p>	<p>Субсидии экологических фондов -Китайский фонд ВИЭ (Renewable Energy Fund) с общим объемом финансирования 140 миллионов долларов</p> <p>Инвестиции в НИОКР 676 миллиард долларов в 2023 году.</p> <p>Инвестиции в инфраструктуру - энергетические сети и хранилища в 2022 году составили более 120 млрд долларов США.</p> <p>Глобальный экологический фонд (GEF) с 1991 года было проинвестировано 54 проекта ВИЭ с общим инвестиционным капиталом 515 млн долл.</p>	<p>Освобождение от корпоративного подоходного налога - на срок до 3 лет предоставляется для новых предприятий, занимающихся производством энергии из ВИЭ, таких как солнечная и ветровая энергия.</p> <p>Снижение НДС: на оборудование для солнечной энергетики применяется по ставке 13%, (обычная ставка НДС в Китае составляет 17%)</p>	<p>RPS - 20% ВИЭ от общего объема потребляемой энергии.</p> <p>Стратегии развития ВИЭ - Стратегия на 2021-2025 годы была направлена на достижение углеродной нейтральности к 2060 году.</p> <p>Образовательные программы - некоторые университеты (Университет Цинхуа и Пекинский университет) с 2000 года предлагают специализированные программы обучения в области ВИЭ, экологического инжиниринга и зеленых технологий, в частности, программу «Renewable Energy for the Future»</p>
США	<p>FIT и FIP не применяется;</p> <p>Renewable Energy Certificates (RECs) - каждый сертификат эквивалентен стоимости 1 МВтч электроэнергии, произведенной из ВИЭ. Цены RECs могут варьироваться в зависимости от рыночного спроса и предложения, а также требований конкретного штата к ВИЭ;</p> <p>Тарифы для малых предприятий с 1990-х годов, программа Net Metering в Калифорнии позволяет малым предприятиям получать кредит за избыточную солнечную энергию, которую они поставляют в сеть.</p>	<p>Субсидии из бюджета - в 2022 году правительство направило 10% от бюджета энергетического сектора в проекты по развитию ВИЭ (627 миллиардов долл.);</p> <p>Инвестиции в НИОКР (ВИЭ) на федеральном уровне в 2022 году составили около 1,5 млрд долл.;</p> <p>Инвестиции в инфраструктуру - в рамках Закона об инфраструктуре 2021 года выделено 75 миллиардов долларов на развитие зеленой инфраструктуры.</p>	<p>Снижение корпоративного подоходного налога - с 2015 года применяется политика Инвестиционного налогового кредита (Investment Tax Credit ИТС), позволяющая предприятиям вычитать 30% инвестиционных затрат в ВИЭ.</p> <p>Снижение ставки по налогу на имущество - с 2000 года, снижение налогов составляет от 50% до 100% в зависимости от региона.</p> <p>Ускоренная амортизация - в форме модифицированной системы ускоренного возмещения затрат (Modified Accelerated Cost Recovery System MACRS), позволяет предприятиям амортизировать активы, вложенные в ВИЭ, в течение 5 лет.</p>	<p>Многие штаты в США внедрили RPS, которые требуют от энергетических компаний получать определенный процент своей электроэнергии из ВИЭ. Например, Калифорния требует, чтобы 60% электроэнергии было получено из ВИЭ к источникам к 2030 году, а 100% к 2045 году.</p> <p>Программы повышения энергоэффективности -Программа Energy star в США с 1992 года поощряет внедрение энергосберегающих технологий посредством маркировки продукции и поддержки исследований.</p>