

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.1
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 02.07.2026 № 16

О присуждении Цянь Хайдун, гражданину Китайской Народной Республики, ученой степени кандидата экономических наук.

Диссертация «Экономическое обоснование оптимальной технологии производства водорода» по специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности) принята к защите 29.04.2026, протокол заседания № 8, диссертационным советом ГУ.1 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 24.10.2022 № 1660 адм, с изменениями от 21.07.2025 № 947 адм, от 21.11.2025 № 1526 адм.

Соискатель Цянь Хайдун, 08 июня 1994 года рождения, в 2023 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление.

С 18 сентября 2023 г. по настоящее время соискатель является аспирантом очной формы обучения кафедры отраслевой экономики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре отраслевой экономики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель — кандидат экономических наук **Галевский Сергей Геннадьевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра отраслевой экономики, доцент кафедры.

Официальные оппоненты:

Ильин Игорь Васильевич — доктор экономических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа бизнес-инжиниринга, директор;

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;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет**», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Корелиным Владимиром Владимировичем, доктором экономических наук, профессором, исполняющим обязанности заведующего кафедрой экономики и управления предприятиями и производственными комплексами, Елисеевой Мариной Дмитриевной, специалистом ОП УМР 1-й категории той же кафедры, секретарем заседания и утвержденном Горбашко Еленой Анатольевной, доктором экономических наук, профессором, проректором по научной работе, указала, что теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии методических подходов к

экономической оценке проектов производства водорода и разработке экономико-математической модели расчета показателя LCON на основе бинарного дисконтирования в условиях неопределенности экономических и технологических параметров. Практическая значимость полученных результатов определяется возможностью их использования при технико-экономическом обосновании проектов производства водорода и сравнительном анализе альтернативных технологий, что способствует повышению обоснованности выбора технологических решений.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, 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. Патенты отсутствуют.

Общий объем публикаций – 4,75 печатного листа, в том числе 2,94 печатного листа – соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Галевский, С.Г. Водородная энергетика в Китае: состояние, тенденции, перспективы / С.Г. Галевский, Х. Цянь // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 9-1. – С. 264–277. – EDN VHZIPH.

Соискателем выполнены сбор и систематизация статистических и аналитических данных о развитии водородной энергетики в Китае, проведен анализ динамики производства водорода, структуры его потребления, мер государственной поддержки и региональных особенностей развития отрасли. Выявлены факторы, определяющие развитие водородной энергетики Китая, и обоснована необходимость расширения применения низкоуглеродных технологий производства водорода.

2. Цянь, Х. Структурные ограничения модели затрат на производство водорода (LCOH) в проектах водородной энергетики / Х. Цянь, С.Г. Галевский // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 455–459. – EDN TRBDEE.

Соискателем выявлены методические ограничения классической модели LCOH, связанные с использованием единой ставки дисконтирования и особенностями учета затрат и объема производства водорода. Показано, что применение единой ставки дисконтирования не позволяет в полной мере учитывать различия в характере рисков затратной и производственной составляющих, что обуславливает необходимость совершенствования традиционного подхода к расчету приведенных удельных затрат на производство водорода.

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

3. Galevskiy, S. Developing and Validating Comprehensive Indicators to Evaluate the Economic Efficiency of Hydrogen Energy Investments / S. Galevskiy, H. Qian // Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications. – 2024. – Vol. 7, Issue 3. – P. 188–207. – DOI: 10.5281/zenodo.15093154.

Галевский С., Цянь Х. Разработка и валидация комплексных показателей для оценки экономической эффективности инвестиций в водородную энергетику / С. Галевский, Х. Цянь // Исследование операций в инженерных науках: теория и приложения. – 2024. – Т. 7, вып. 3. – С. 188–207. – DOI: 10.5281/zenodo.15093154.

Соискателем разработана и апробирована система комплексных показателей оценки экономической эффективности инвестиций в водородную энергетику, учитывающая капитальные затраты, эксплуатационные издержки, рыночные условия и параметры внешней среды. Выполнены расчеты по выборке проектов водородной энергетики, проведен сравнительный анализ полученных результатов и выявлены

факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на инвестиционную привлекательность рассматриваемых решений.

4. Galevskiy, S. A Binary Discounting Method for Economic Evaluation of Hydrogen Projects: Applicability Study Based on Levelized Cost of Hydrogen (LCOH) / S. Galevskiy, H. Qian // *Energies*. – 2025. – Vol. 18, № 14. – Article 3839. – 15 p. – DOI: 10.3390/en18143839.

Галевский С., Цянь Х. Метод бинарного дисконтирования для экономической оценки водородных проектов: исследование применимости на основе приведённой стоимости водорода (LCOH) / С. Галевский, Х. Цянь // *Энергетика*. – 2025. – Т. 18, № 14. – Статья 3839. – 15 с. – DOI: 10.3390/en18143839.

Соискателем адаптировано бинарное дисконтирование к задачам экономической оценки проектов производства водорода на основе показателя LCOH и разработан расчетный подход, предусматривающий раздельное дисконтирование затрат и объема производства водорода. Выполнены сравнительные расчеты для различных технологий производства водорода, выявлено систематическое завышение приведенных удельных затрат при использовании традиционного подхода и обоснована применимость бинарного дисконтирования для повышения достоверности экономической оценки.

Публикации в прочих изданиях:

5. Цянь, Х. Производство водорода в Китае: тенденции и перспективы / Х. Цянь // *Менеджмент, экономика, этика, технология – MEET 2024: сборник статей X Международной конференции*, Санкт-Петербург, 10–11 октября 2024 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 2025. – С. 170–174. – EDN HIAVPY.

Соискателем проведен анализ современного состояния производства водорода в Китае, определены основные технологические направления развития отрасли и факторы, влияющие на расширение применения низкоуглеродных технологий производства водорода.

6. Цянь, Х. Сравнительный анализ LCOH в проектах зеленого и голубого водорода / Х. Цянь // Современная экономика и право: опыт теоретического и эмпирического анализа : сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 17 сентября 2025 года. – Петрозаводск : МЦНП «Новая Наука», 2025. – С. 47–56. – EDN VFYTPB.

Соискателем выполнен сравнительный расчет показателя LCOH для проектов зеленого и голубого водорода, выявлено влияние капитальных затрат, стоимости энергоресурсов, параметров загрузки оборудования и иных исходных условий на экономическую предпочтительность рассматриваемых технологических направлений.

7. Галевский, С.Г. Инвестиционная оценка водородных проектов в условиях неопределенных цен / С.Г. Галевский, Цянь Хайдун // Инновации: от теории к практике : сборник тезисов докладов X Международной научно-практической конференции, Брест, 30–31 октября 2025 года. – Брест : Издательство Брестского государственного технического университета, 2025. – Ч. 1. – С. 214–220. – ISBN 978-985-493-679-6.

Соискателем исследованы особенности инвестиционной оценки проектов производства водорода в условиях отсутствия устойчивых рыночных ценовых ориентиров. Проанализировано влияние ценовой неопределенности на результаты оценки и обоснована необходимость применения подходов, позволяющих учитывать изменчивость ценовых условий при экономическом обосновании проектов производства водорода.

Результаты исследования использованы в аналитической и технико-экономической деятельности при рассмотрении направлений, связанных с водородной энергетикой. Получен акт внедрения от 16.03.2026, выданный ООО «Промышленный газ АЙПиДжиЭс (Чэнду), Лтд» (IPGS (Chengdu) Industrial Gas Co., Ltd.).

Апробация работы проведена на 4 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 3 международных:

- X Международной конференции «Менеджмент, экономика, этика, техника – МЕЕТ 2024» (Санкт-Петербург, 10–11 октября 2024 г.);
- IX Международной научно-практической конференции «Современная экономика и право: опыт теоретического и эмпирического анализа» (Петрозаводск, 17 сентября 2025 г.);
- X Международной научно-практической конференции «Инновации: от теории к практике» (Брест, 30–31 октября 2025 г.);
- XI Всероссийской научной конференции с международным участием «Менеджмент, экономика, этика, техника – МЕЕТ-2025» (Санкт-Петербург, 30–31 октября 2025 г.).

В диссертации Цянь Хайдуна отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента Высшей инженерно-экономической школы ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», к.э.н. **Т.В. Мокеевой**; заведующего кафедрой управления социальными и экономическими процессами ГАОУ ВО ЛО «Гатчинский государственный университет», д.э.н., профессора **О.В. Заборовской**; заведующего кафедрой экономики и финансов факультета экономики и таможенного дела Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет при Межпарламентской Ассамблее ЕврАзЭС», к.э.н., доцента **М.С. Туровской**; главного специалиста отдела технологических расчетов и выпуска технической документации Дирекции по научно-технологическим исследованиям АО «Полиметалл Инжиниринг», к.т.н. **Л.А. Ленёва**; руководителя исполнительной дирекции программы развития «Приоритет-2030», заведующего кафедрой экономики и менеджмента федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, д.э.н., профессора

И.В. Бурениной; профессора Школы экономических и междисциплинарных исследований Альметьевского государственного технологического университета «Высшая школа нефти», д.э.н., доцента **Д.А. Зариповой**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечены актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Вместе с тем отмечены следующие замечания:

1. В качестве замечания следует отметить, что в автореферате на стр. 23 недостаточно подробно раскрыт вопрос практической реализации предложенной технологической комбинации в деятельности предприятия. (к.т.н. **Т.В. Мокеева**);

2. В качестве замечания следует отметить, что в автореферате на стр. 21–22 в сжатой форме отражён вопрос учёта предпочтений инвестора при определении соотношения между критериями уровня затрат и неопределённости в процессе выбора технологии производства водорода. Представляется целесообразным дополнительно пояснить, каким образом изменение приоритетов инвестора может повлиять на итоговый выбор технологического решения (д.э.н. **О.В. Заборовская**).

3. В первом защищаемом положении автор указывает, что высокая капиталоемкость, неординарная структура денежных потоков и отсутствие сформированных рыночных цен на водород «исключают возможность корректной экономической оценки» на основе традиционных показателей. Данная формулировка представляется излишне категоричной, поскольку в мировой практике подобные проекты могут оцениваться с использованием NPV и других традиционных показателей при корректном задании исходных допущений. В этой связи требует пояснения, почему автор не ограничивается выводом об ограниченной применимости традиционных методов или необходимости их адаптации (к.э.н. **М.С. Туровская**).

4. В таблице 1 автореферата приведено сравнение технологий получения водорода. Какое распределение технологий по фактическому

использованию в КНР? Есть ли данные по годовому производству? Существуют ли программы по реализации производства водорода в РФ? (к.т.н. **Л.А. Ленёв**).

5. Недостаточная формализация эмпирической верификации модели. В автореферате утверждается, что предложенная модель BD-LCON прошла проверку на материале реального проекта (г. Куча). Однако описание этой проверки носит преимущественно описательный характер. Автор показывает, что традиционный подход при ставке дисконтирования 5,76% приводит к выбору полностью сетевого варианта, тогда как BD-подход подтверждает решение, принятое в рамках реализованного проекта. При этом не раскрыто, каким образом определялись ставки бинарного дисконтирования для данного проекта, учитывались ли при этом отраслевые или региональные особенности, и проводилось ли сравнение с альтернативными методами учета неопределенности (например, имитационное моделирование Монте-Карло). Более детальное описание процедуры верификации повысило бы убедительность полученных выводов (д.э.н. **И.В. Буренина**).

6. Недостаточная проработка вопроса о практическом определении ставок бинарного дисконтирования. В работе предлагается определять ставки на основе соотношения (3). Однако в автореферате не уделено достаточного внимания вопросу о том, каким образом и на основе каких эмпирических данных устанавливаются значения безрисковой ставки и, главное, каковы критерии обоснованного выбора параметра C (приведенная стоимость будущих затрат). Поскольку этот параметр сам зависит от выбранной ставки дисконтирования, возникает элемент цикличности в расчетах. Уточнение данного аспекта позволило бы сделать предложенный подход более воспроизводимым и прозрачным для практического применения (д.э.н. **И.В. Буренина**).

7. В работе предлагается выбирать оптимальную технологию производства водорода на основе минимизации евклидова расстояния в пространстве «затраты – неопределённость». Однако требует пояснения,

насколько данный подход удобен для практического применения лицом, принимающим решения на предприятии, и не усложняет ли он процедуру выбора по сравнению с простым сопоставлением точечных значений LCON (д.э.н. Д.А. Зарипова).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них научных исследований и публикаций, соответствующих проблематике диссертационной работы, а также их компетентностью в области экономической оценки инвестиционных проектов, управления технологическими и инновационными решениями, экономики промышленности и энергетики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана экономико-математическая модель расчета приведенных удельных затрат на производство водорода на основе бинарного дисконтирования, предусматривающая отдельный учет неопределенности затрат и объема производства и позволяющая формировать интервальную оценку результатов;

предложены методические положения по экономическому обоснованию выбора технологий производства водорода на основе совместного учета приведенных удельных затрат и неопределенности;

доказана целесообразность и практическая применимость бинарного дисконтирования при экономической оценке проектов производства водорода, позволяющего устранить систематическое завышение приведенных удельных затрат, характерное для классической модели LCON, и повысить обоснованность выбора технологии;

введены в процедуру экономической оценки проектов производства водорода отдельные ставки дисконтирования затрат и объема производства, а также интервальные характеристики уровня затрат и неопределенности, используемые при сравнении альтернативных технологий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о наличии методических ограничений классической модели LCON, обусловленных использованием единой ставки дисконтирования для экономически неоднородных элементов расчета, и обоснована необходимость дифференцированного учета рисков и использования разных ставок дисконтирования;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов сравнительного анализа, инвестиционного и экономико-математического моделирования, сценарного анализа и анализа чувствительности, обеспечивший получение новых результатов в области экономической оценки и выбора технологий производства водорода;

изложены теоретические и методические положения экономической оценки проектов производства водорода в условиях высокой капиталоемкости, неординарной структуры денежных потоков, отсутствия сформированных рыночных цен и изменчивости технологических и экономических параметров;

раскрыты методические несоответствия классической модели LCON, связанные с применением единой ставки дисконтирования, снижением приведенной величины будущих затрат при росте риска, недостаточной чувствительностью результатов к изменению условий оценки и формированием систематического завышения приведенных удельных затрат;

изучены причинно-следственные связи между структурой капитальных и эксплуатационных затрат, сроком службы оборудования, уровнем технологической зрелости, стоимостью электроэнергии и результатами экономической оценки технологий производства водорода;

проведена модернизация классической модели LCON посредством включения механизма бинарного дисконтирования и перехода от точечной оценки приведенных удельных затрат к интервальной форме представления результатов, обеспечивающей возможность одновременного учета уровня затрат и неопределенности при принятии управленческих решений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в аналитическую и технико-экономическую деятельность ООО «Промышленный газ АЙПиДжиЭс (Чэнду), Лтд» (IPGS (Chengdu) Industrial Gas Co., Ltd.) положения по экономической оценке и сравнительному анализу технологий производства водорода, что подтверждено актом внедрения от 16.03.2026;

определены пределы и перспективы практического применения модели BD-LCON при технико-экономическом обосновании проектов производства водорода, включающие предварительные стадии анализа, сравнительную оценку технологических решений и исследование влияния технологических и ценовых параметров;

создана расчетно-аналитическая модель выбора технологии производства водорода, позволяющая определить оптимальную технологию или оптимальную комбинацию технологий производства водорода на основе модели BD-LCON;

представлены рекомендации по применению бинарного дисконтирования при расчете показателя LCON, интервальной интерпретации результатов экономической оценки и выбору технологий производства водорода в зависимости от уровня их технологической зрелости и стоимости электроэнергии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных и проверяемых положениях оценки экономической и энергетической эффективности, инвестиционного анализа, теории дисконтирования денежных потоков, а также на методах расчета приведенных удельных затрат, согласуется с опубликованными научными исследованиями в области экономической оценки энергетических проектов;

идея базируется на критическом анализе практики применения показателя LCON, обобщении отечественного и зарубежного опыта экономической

оценки проектов водородной энергетики и выявлении различий в воздействии рисков и неопределенности на затраты и объем производства;

использованы методы количественного сравнительного анализа результатов, полученных с применением классической модели LCON и модели BD-LCON, концепция временной стоимости денег, а также методы сравнительного анализа при сопоставлении расчетных выводов с фактически реализованным технологическим решением в проекте производства зеленого водорода в г. Куча, Синьцзян, Китайская Народная Республика;

установлено соответствие результатов расчета по модели BD-LCON фактически реализованному варианту энергоснабжения проекта в г. Куча, а также согласованность выявленной взаимосвязи между шириной интервала LCON как характеристикой неопределенности оценки и уровнем технологической зрелости с характеристиками рассматриваемых технологий производства водорода;

использованы современные методы сбора, систематизации и обработки исходной информации, включая официальные статистические данные Китайской Народной Республики, данные международных энергетических организаций, сведения о реализуемых проектах и технологических параметрах производства водорода, а также методы экономико-математического моделирования, сценарного анализа и анализа чувствительности.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационной работы, сборе, систематизации и анализе исходных данных о развитии водородной энергетики и технологиях производства водорода; выявлении ограничений традиционных показателей экономической оценки и классической модели LCON; адаптации модели бинарного дисконтирования к расчету приведенных удельных затрат на производство водорода; выполнении сравнительных расчетов для различных технологий и вариантов энергоснабжения; проверке применимости модели на материалах реального проекта; разработке методического подхода к выбору технологий и их

сочетаний на основе совместного учета уровня затрат и неопределенности; интерпретации полученных результатов, их апробации и подготовке публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Цянь Хайдун ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 02.07.2026 г. диссертационный совет принял решение присудить **Цянь Хайдун** ученую степень кандидата экономических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития экономики промышленности и заключающейся в совершенствовании методических подходов к экономической оценке и обоснованию выбора технологий производства водорода.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Череповицын
Алексей Евгеньевич

Васильев

Юрий Николаевич

02.07.2026 г.