

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

*доктора экономических наук, профессора Ильина Игоря Васильевича на диссертацию Цянь Хайдун на тему: «Экономическое обоснование оптимальной технологии производства водорода», представленную на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности).*

### **1. Актуальность темы диссертации**

Актуальность диссертационного исследования Цянь Хайдун обусловлена необходимостью совершенствования инструментов экономической оценки проектов производства водорода в условиях развития низкоуглеродной энергетики, высокой капиталоемкости соответствующих проектов и существенной неопределённости технологических и экономических параметров. В современных условиях проекты водородной энергетики характеризуются длительным жизненным циклом, сложной структурой затрат, отсутствием сформированного единого механизма рыночного ценообразования на водород, а также высокой чувствительностью результатов оценки к изменению стоимости электроэнергии и технологических параметров. В связи с этим применение традиционных методов инвестиционной оценки и классической модели LCOH не всегда обеспечивает достаточную обоснованность принимаемых решений. Разработка методического подхода, основанного на применении бинарного дисконтирования при расчёте показателя LCOH, представляется актуальной научной задачей, имеющей значение для развития инструментов экономической оценки и поддержки инвестиционных решений в сфере водородной энергетики.

### **2. Научная новизна диссертации**

Научная новизна диссертационной работы состоит в развитии методического инструментария экономической оценки проектов производства водорода за счёт применения бинарного дисконтирования к расчёту показателя LCOH и последующего использования полученных результатов при выборе технологических решений. В работе обосновано, что для проектов водородной энергетики характерно сочетание факторов, затрудняющих применение традиционных методов инвестиционного анализа: высокая капиталоемкость, длительный период реализации, неординарная структура денежных потоков, неопределённость рыночных цен на водород и зависимость результатов от технологических и энергетических параметров. Существенным научным результатом является выявление ограничений классического подхода к расчёту показателя LCOH, связанных с

**ОТЗЫВ**

Вх. № 9-165 от 15.06.26  
АУ УС

использованием единой ставки дисконтирования. В диссертации показано, что данный подход не в полной мере отражает различия в характере рисков, связанных с затратами и результатами проекта, что снижает точность экономической оценки.

Особую научную значимость имеет разработанная автором экономико-математическая модель расчёта показателя LCOH на основе бинарного дисконтирования. Использование данной модели позволяет разделить влияние рисков на различные элементы расчёта и тем самым повысить обоснованность оценки затрат на производство водорода. К числу научных результатов также относится предложенный методический подход к выбору технологии производства водорода, основанный на совместном учёте уровня удельных затрат и неопределённости результатов оценки. Такой подход позволяет рассматривать технологический выбор не только как задачу минимизации затрат, но и как задачу принятия решений в условиях изменчивости внешних и технологических параметров. Полученные результаты обладают научной новизной и имеют значение для развития методов экономической оценки энергетических проектов и инвестиционного анализа в условиях неопределённости.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность научных положений диссертации обеспечивается последовательностью исследования, использованием современных методов экономического анализа, математического моделирования, сценарного анализа и анализа чувствительности.

Автором выполнен анализ отечественных и зарубежных исследований в области водородной энергетики, экономической оценки энергетических проектов и применения показателя LCOH. Используемые исходные данные, расчётные предпосылки и методические подходы соответствуют поставленным задачам исследования.

Достоверность результатов подтверждается проведёнными сравнительными расчётами для различных технологий производства водорода, а также практической апробацией разработанного подхода. Логика исследования, структура расчётов и интерпретация полученных результатов позволяют считать основные выводы диссертации достаточно обоснованными.

### **4. Научные результаты, их ценность**

Научная ценность диссертационного исследования заключается в разработке и обосновании подхода, позволяющего повысить корректность экономической оценки проектов производства водорода за счёт учёта различий в воздействии рисков на отдельные элементы расчёта показателя LCOH. Наиболее значимым результатом является экономико-математическая модель расчёта LCOH на основе бинарного дисконтирования. Её ценность

состоит в том, что она позволяет преодолеть ограниченность традиционного подхода, основанного на применении единой ставки дисконтирования, и получить более содержательную оценку затрат на производство водорода в условиях неопределённости.

Важным результатом также является предложенный методический подход к выбору технологий производства водорода. Его применение позволяет сопоставлять альтернативные технологические решения не только по уровню удельных затрат, но и по устойчивости результатов оценки к изменению технологических и экономических параметров. Практическая ценность полученных результатов состоит в возможности их использования при технико-экономическом обосновании проектов производства водорода, при сравнительном анализе альтернативных технологических решений, а также при подготовке инвестиционных решений в сфере низкоуглеродной энергетики.

Основные результаты диссертации опубликованы в 7 научных работах, в том числе в 2 публикациях в изданиях из Перечня ВАК и в 2 публикациях, индексируемых в международной базе данных Scopus.

#### **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии методических подходов к экономической оценке проектов производства водорода и в разработке экономико-математической модели расчёта показателя LCON на основе бинарного дисконтирования. Полученные результаты дополняют существующие подходы к оценке энергетических проектов и имеют значение для анализа инвестиционных решений в условиях неопределённости, высокой капиталоемкости и изменчивости ключевых параметров проекта. Практическая значимость результатов работы состоит в возможности применения предложенного подхода при обосновании выбора технологий производства водорода, сравнительной оценке альтернативных технологических решений и подготовке аналитических материалов для принятия инвестиционных решений в сфере водородной энергетики.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы научными организациями и предприятиями энергетического сектора при проведении технико-экономической оценки проектов производства водорода, а также при разработке подходов к анализу эффективности низкоуглеродных энергетических технологий. Разработанная модель расчёта LCON на основе бинарного дисконтирования и предложенный методический подход к выбору технологий могут представлять интерес для организаций, занимающихся инвестиционным анализом, бизнес-инжинирингом, оценкой эффективности энергетических проектов и формированием долгосрочных программ развития водородной энергетики.

## **7. Замечания и вопросы по работе**

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Отдельного уточнения требует вопрос о том, в какой степени высокая капиталоемкость является специфической характеристикой именно проектов водородной энергетики и в какой степени данный признак присущ иным капиталоемким отраслям промышленности.
2. В диссертации предложена модель расчёта показателя LCON на основе бинарного дисконтирования. Вместе с тем более подробного пояснения заслуживает вопрос о границах применения данной модели по отношению к проектам с различной структурой денежных потоков и различной степенью определённости исходных параметров применительно к материалам раздела 3.1 диссертации (с. 80–89).
3. В работе проведено сравнение технологий производства водорода на основе показателя LCON, однако вопрос о возможном изменении результатов технологического выбора при иной структуре исходных технических параметров мог бы быть раскрыт более подробно применительно к материалам раздела 3.2 диссертации (с. 90–102).
4. Представляет интерес более детальное рассмотрение вопроса о том, каким образом предложенный подход может использоваться на предварительной стадии инвестиционного анализа, когда часть исходных данных по проекту носит прогнозный или ориентировочный характер.
5. В диссертации используются интервальные значения LCON для характеристики уровня затрат и неопределённости результатов оценки. Вместе с тем требует дополнительного пояснения вопрос о практической интерпретации ширины интервала при сопоставлении альтернативных технологий производства водорода применительно к материалам раздела 3.4 диссертации (с. 119–137).


Отмеченные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования.

## **8. Заключение по диссертации**

Диссертация «Экономическое обоснование оптимальной технологии производства водорода», представленная на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности) полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II

от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Цянь Хайдун заслуживает присуждения ученой степени кандидата экономических наук по специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности).

Официальный оппонент  
Директор Высшей школы бизнес-инжиниринга  
Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,  
доктор экономических наук, профессор



Подпись Ильина Игоря Васильевича заверяю  
М.П.



**Сведения об официальном оппоненте:**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Почтовый адрес: 194 021, Санкт-Петербург, Новороссийская ул., 50  
Официальный сайт в сети Интернет: <https://imet.spbstu.ru>  
эл. почта: [igor.ilin@spbstu.ru](mailto:igor.ilin@spbstu.ru) телефон: +7 (812) 550-36-52