

## ЭКОНОМИКА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И РЕВЕРСИВНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Лебедев Е. В., Пигуль И. В. – студенты,  
Научный руководитель – Левковская А. В., старший преподаватель,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** в докладе рассматриваются экономические аспекты литий-ионных аккумуляторов и реверсивных топливных элементов как современных систем хранения энергии. Анализируется динамика рынка, производственные цепочки и факторы, влияющие на стоимость технологий. Также обсуждаются перспективы развития данных технологий в контексте перехода на устойчивые источники энергии и снижения углеродного следа. Обращается внимание на инновационные подходы в производстве, переработке и утилизации аккумуляторов, а также на экономическую целесообразность использования реверсивных топливных элементов в различных секторах.

**Ключевые слова:** литий-ионные аккумуляторы, реверсивные топливные элементы, экономика, системы хранения энергии, экология.

## ECONOMICS OF LITHIUM-ION BATTERIES AND REVERSIBLE FUEL CELLS AS ENERGY STORAGE SYSTEMS

**Abstract:** the report discusses the economic aspects of lithium-ion batteries and reversible fuel cells as modern energy storage systems. It analyzes the market dynamics, production chains and factors affecting the cost of technologies. It also discusses the prospects for the development of these technologies in the context of transition to sustainable energy sources and carbon footprint reduction. Attention is drawn to innovative approaches in battery production, recycling and utilization, as well as to the economic feasibility of using reversible fuel cells in various sectors.

**Keywords:** lithium-ion batteries, reversible fuel cells, economics, energy storage systems, ecology.

В последние годы технологии хранения энергии стали ключевыми в контексте перехода к устойчивым источникам энергии и борьбы с изменением климата. Литий-ионные аккумуляторы и реверсивные топливные элементы (РТЭ) представляют собой два основных подхода к решению задачи хранения и гибкого использования энергии. Литий-ионные аккумуляторы в настоящее время широко используются в различных секторах, включая электронику, электромобили и системы накопления энергии (СНЭ).

В 2010 году стоимость литий-ионных аккумуляторов составляла около 1,200 долларов за кВт·ч, тогда как в 2022 году она снизилась до менее чем 150 долларов за кВт·ч. Ожидается, что к 2030 году цена может упасть до 100 долларов за кВт·ч. Основными факторами, влияющими на стоимость, являются цены на сырьевые материалы (литий, кобальт, никель) и технологии производства. Однако, развитие технологий вторичной переработки может снизить зависимость от этих ресурсов. Производство литий-ионных аккумуляторов вызывает беспокойство в связи с экологическими последствиями добычи сырья.

РТЭ представляют собой технологии, которые одновременно могут генерировать электричество из водорода и конвертировать электричество обратно в водород для хранения. Этот подход имеет большой потенциал в системе хранения энергии и декарбонизации. Исследования показывают, что стоимость РТЭ продолжает снижаться, но в 2022 году она оставалась на уровне около 500 долларов за кВт·ч электролиза. Для развития РТЭ необходимы значительные инвестиции в инфраструктуру производства, хранения и распределения водорода. Водород производства из возобновляемых источников (зеленый водород) значительно снижает углеродный след.

Таблица 1 – Сравнение литий-ионных аккумуляторов и РТЭ

Параметр	Литий-ионные аккумуляторы	Реверсивные топливные элементы
Источник энергии	Электричество	Водород
Время разрядки/зарядки	Быстро(минуты)	Медленно (часы)
Циклический срок службы	2000-3000 циклов	5000 циклов
Стоимость	100-150 у.е./кВт·ч	500 у.е./кВт·ч
Влияние на экологию	Проблемы с сырьевыми материалами	Зависит от источника водорода

Литий-ионные аккумуляторы и реверсивные топливные элементы представляют собой два конкурентоспособных подхода в сфере хранения энергии, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Литий-ионные аккумуляторы обеспечивают высокую скорость зарядки и разрядки, однако их производственный процесс имеет значительное воздействие на окружающую среду. РТЭ, в свою очередь, могут играть ключевую роль в долгосрочном хранении энергии, если будут сделаны необходимые инвестиции в инфраструктуру и технологии.

#### Список литературы

1. SinceDirect [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221021897>. – Дата доступа: 29.10.2024.
2. Woodlawn Associates [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://woodlawn-associates.com/energy-storage-101/>. – Дата доступа: 29.10.2024.