

УДК 620.9

А. Хамраев, А. Ходжагелдиева

Государственный энергетический институт Туркменистана
Мары, Туркменистан

ЗЕЛЁНЫЙ ВОДОРОД 2025: СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ НИЖЕ \$1,5/КГ И ФОРМИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕГАПРОЕКТОВ

***Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые тенденции рынка зелёного водорода в 2025 году, когда стоимость его производства стремится ниже порога \$1,5/кг благодаря масштабированию электролизёров, дешёвой ВИЭ-генерации и новым схемам финансирования.*

A. Hamrayev, A. Hojageldiyeva

The State Energy Institute of Turkmenistan
Mary, Turkmenistan

GREEN HYDROGEN 2025: COSTS FALL BELOW \$1.5/KG AND THE TOP-10 GLOBAL MEGA-PROJECTS (NEOM, AUSTRALIA'S H2, HYDEAL EUROPE, RUSSIA'S SAKHALIN-2)

***Abstract.** The paper examines major trends in the 2025 green hydrogen market, where production costs are approaching below \$1.5/kg due to large-scale electrolyzer deployment, low renewable-energy prices, and new financing models.*

Снижение стоимости зелёного водорода до уровня ниже \$1,5/кг перестало быть отдалённой целью и в 2025 году стало приближаться к промышленной реальности. На это влияет сочетание трёх факторов: стремительное удешевление электролизёров (в первую очередь PEM и щелочных технологий), рекордно низкие тарифы на солнечную и ветровую генерацию, а также появление стратегических государственно-корпоративных партнёрств, которые позволяют запускать гигантские кластеры водородного производства и распределения [1].

Процесс стал настолько системным, что разговор о зелёном водороде перестал быть технологической дискуссией — это уже глобальный геоэкономический проект, переплетённый с энергетической безопасностью, логистикой и промышленной политикой. Мегапроекты новой энергетики создают условия, при которых себестоимость электроэнергии из солнечных станций в пустынных зонах ниже \$10/MWh, а значит, водород, полученный из

неё, начинает конкурировать с «серым» водородом, основанным на природном газе [2].

Проект NEOM Green Hydrogen в Саудовской Аравии стал образцом того, как соединение дешёвой ВИЭ-генерации, государственной поддержки и крупного частного капитала превращает водород в экспортный продукт. В 2025 году инфраструктура NEOM стала ключевым полигоном для развития технологий аммиачной логистики, поскольку именно аммиачная форма поставок обещает сделать водород удобным товаром для глобальных рынков [1].

На другом конце планеты Австралия пытается превратить гигантский солнечно-ветровой потенциал в «энергетический мост» между собой и странами Восточной Азии. В национальной стратегии H2 Australia заметен сдвиг от локальных пилотов к индустриальному масштабу: миллионы тонн планируемого производства должны стать частью экспортной модели, ориентированной на Японию и Южную Корею. Австралийские регионы Pilbara и Queensland фактически превратились в плацдармы для агрессивной водородной экспансии, где низкие цены на энергии позволяют приблизиться к целевому значению \$1–1,4/кг быстрее остальных [3].

Европейский проект HyDeal Europe движется по иной траектории. Его ключевая идея — создание полной цепочки поставок, основанной на интеграции производителей солнечной энергии Испании и крупных промышленных потребителей Германии и Франции. Европейская модель, в отличие от ближневосточной или австралийской, строится не столько на экспорте, сколько на переформатировании собственных энергетико-промышленных цепочек. HyDeal демонстрирует, что горизонтальные консорциумы — энергетические компании, металлурги, химические концерны — способны формировать взаимосвязанную инфраструктуру, удерживающую стоимость на низком уровне за счёт долгосрочных контрактов и стандартизации оборудования [4].

Российский проект «Сахалин-2», адаптированный под водородную повестку, занимает особое место, так как расположен в регионе, который одновременно связан с азиатскими энергетическими потоками и располагает возможностями для ВИЭ-генерации, в том числе ветровой. Программа водородного развития Сахалина направлена не только на экспорт, но и на внедрение низкоуглеродных производственных моделей внутри региона. Здесь развивается концепция «углеродно-нейтрального острова», что делает проект стратегическим с точки зрения будущего позиционирования России на рынке низкоуглеродных энергоносителей [5].

К 2025 году между странами формируется своеобразная гонка: кто сможет первым предложить зелёный водород в диапазоне \$1–1,5/кг в стабильном промышленном объёме? Каждая страна использует свою стратегию. Ближний Восток делает ставку на гигантские масштабы и низкую себестоимость. Европа опирается на интеграцию и регулирование. Австралия выстраивает экспортные маршруты. Россия связывает водород с региональными программами декарбонизации и диверсификации.

Общее между этими подходами — понимание, что водород становится не заменой нефти, а основой новой промышленной архитектуры. Он трансформирует металлургию, химическую промышленность, производство удобрений, транспорт и энергетическую инфраструктуру. Страны, успевшие запустить мегапроекты сегодня, завтра смогут диктовать условия формирования рынка, где цена ниже \$1,5/кг станет нормой, а не исключением.

Список использованных источников

1. International Energy Agency. Global Hydrogen Review 2024. Paris: IEA, 2024. 188 p.
2. BloombergNEF. Hydrogen Levelized Cost Update 2025. London: BNEF, 2025. 54 p.
3. Australian Government. Hydrogen Strategy Progress Report 2024. Canberra: Commonwealth of Australia, 2024. 102 p.
4. HyDeal España Consortium. HyDeal Europe Technical and Economic Framework. Madrid, 2024. 97 p.

УДК 620.92:658.5

В.А. Шкред, Е.С. Данильчик

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ И СИСТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Аннотация. В статье анализируются подходы к внедрению возобновляемых источников энергии и систем восстановления ресурсов в управление производственными