

# Водород как основа нового энергоперехода

М. С. Шальнева

Департамент корпоративных финансов и  
корпоративного управления Факультета экономики и  
бизнеса

Финансовый университет при Правительстве РФ  
Москва, Россия  
MShalneva@fa.ru

Е. В. Медведева

Финансовый университет при Правительстве РФ  
Москва, Россия  
medv.liza70@gmail.com

**Аннотация.** В докладе поднимаются важные вопросы, связанные со стратегией энергоперехода мирового сообщества на водородную энергетику. Анализируются преимущества применения водорода, а именно экологически-чистого, как с точки зрения экологии, так и со стороны финансовой составляющей. Рассматривается применение регулирующей политики государства и возможность инвестирования в водородные проекты. Подчеркивается важная роль международного сотрудничества в рассматриваемой отрасли.

**Ключевые слова:** энергия; энергопереход; водород; водородная энергия; инвестиции; инвесторы; государство; зеленая энергетика; зеленая экономика; водородная энергетика; углерод; углекислый газ

## I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент мировое сообщество осуществляет четвертый энергопереход, так называемый – переход к возобновляемым источникам энергии, таким как энергия Солнца, ветра и т. д. Это обусловлено стремлением минимизировать глобальные выбросы углерода, которые возникают из-за добычи ископаемых видов топлива, в силу чего прогрессирует такая глобальная экологическая проблема, как глобальное потепление. Стремление осуществления декарбонизации атмосферного воздуха для уменьшения потребления угля, нефти и мазута приводит к нахождению иных путей решения.

Выходом из ситуации станет водородная энергетика, другими словами, отрасль энергетики, которая базируется на эксплуатации водорода. Водород является самым распространенным химическим элементом не только на Земле, но и во вселенной; имеет большое количество молекулярных соединений с другими элементами, что может позволить объединить и стать инструментом трансформации газовой, химической, топливной и энергетической отраслей; энергоноситель, применимый в качестве промышленного сырья, а также для производства энергии; в целом является экологически приемлемым в сложившейся экологической ситуации топливом.

## II. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОРОДА

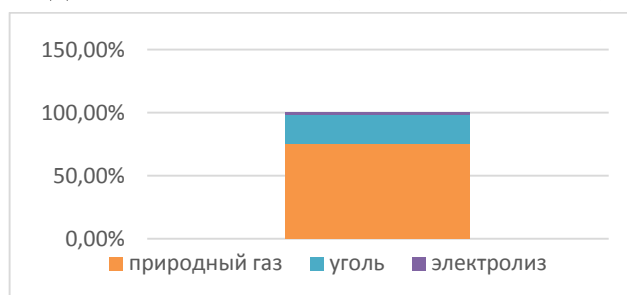
Главным критерием каталогизации видов водорода выступает степень его экологичности с точки зрения выделения оксидов углерода при собственном производстве. Таким образом, образуется 6 видов водорода:

1. Серый. С одной стороны, при паровой конверсии выделяется углекислота, которая прямым способом попадает в атмосферу, с другой

стороны, данный метод является самым практичным.

2. Голубой. Производится из природного газа, путем паровой конверсии метана и накоплению углеродного газа в специально отведенных на это хранилищах.
3. Коричневый или бурый. Получается в результате газификации бурого угля. В сравнении с другими видами, данный не является экологичным в силу того, что при его выявлении образуется синтез нескольких газов, некоторые из которых бесполезны в производстве.
4. Бирюзовый. Благодаря пиролизу создается метан, разлагается на твердый углерод и водород. Выбрасываемый уровень углерода данного водорода в атмосферу позволяет использовать его в промышленности, что предотвращает попаданием в атмосферу.
5. Желтый или оранжевый. Получается в результате электролиза, источником которого являются атомные электростанции (АЭС). Как таковых выбросов углерода в окружающую среду нет, однако метод не является абсолютно экологичным.
6. Зеленый. Данный «сорт» водорода считается самым экологически чистым, так как образуется путем электролиза через энергию из возобновляемых источников.

ДИАГРАММА I ВИДЫ ВЫРАБОТКИ ВОДОРОДА



Такой способ получения водорода как электролиз требует огромных затрат. На данный временной промежуток в структуре мирового производства чистого водорода таким методом составляет 2 % (23 % путем сжигания угля; 75 % получают из природного газа). Однако в перспективе на будущее страны ставят перед собой задачи вытеснения серого водорода с рынка энергопотребления, а именно 100 % уход от данного типа к 2040 году стран ЕС, Южной Кореи, Японии и

Ближнего Востока, к 2045 году Северной Америки и к 2050 году других стран.

### III. ПЕРЕХОД ОТ СЕРОГО ВОДОРОДА

Активный уход от применения серого водорода совершают Южная Корея (с 2005 г. следует согласно плану по становлению водородной экономики к 2040 г.), Япония и Европа (08.07.2020 г. принята стратегия развития водородной энергетики («Зеленый курс»). Оценочно к 2050 году объем инвестиционных вложений будет достигать 180–470 млрд евро на зеленый водород). Перспективы частичного вытеснения определены до 2030 года и полный переход на низкоуглеродный водород к 2040–2045 годам. Хотя Ближний Восток, Китай и другие регионы значительно отстают по темпам реализации проекта, обозначенного в рамках до 2050 года. Тем не менее переход от серого водорода к чистому в традиционных сферах потребления является основным фактором декарбонизации, что предполагает уже на 830 млн тонн выбросов углерода меньше к 2030 году. Так около 27% производительных сил будут модернизированы для производства чистого водорода. И в появившихся новых смежных областях большой спрос будет предполагать у экологичного водорода.

ДИАГРАММА II ПЕРЕХОД МИРОВОГО СООБЩЕСТВА НА ВОДОРОДНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ



По предварительным данным к 2050 году самыми масштабными с точки зрения потребления водорода станут Северная Америка, Европа и Китай. Их доля в международном спросе составит около 45 %.

### IV. ПРЕИМУЩЕСТВА ВОДОРОДА

Исходя из того факта, что водород способен разрешить ряд проблем по декарбонизации некоторых отраслей, сокращению выбросов парниковых газов и других проблем в энергетической промышленности, многие специалисты строят перспективы: к 2030 году ожидается прирост годового спроса на данный химический элемент в размере 100–114 млн тонн при условии себестоимости производства около 2 долл./кг, а к 2050 году стоит ожидать, что водород будет способен обеспечивать 18% спроса на мировом рынке энергопотребления. Более того водород имеет важную роль в декарбонизации транспортного сектора и отраслей тяжелой промышленности: дальнемагистральные грузовые автомобили (доля к 2050 году около 55 %), металлургия (доля к 2050 году около 25 %), нефтеперерабатывающая и химическая отрасли (доля равная 100% в производстве метанола, аммиака).

Таким образом, можем выделить три главных преимущества решения конкретных задач благодаря водороду:

1. Экологические ориентиры. Переход на водород позволит значительно уменьшить выбросы углекислого газа, что непосредственно приведет к повышению качества воздуха. В особенности в городах.
2. Лидирующие позиции в сфере промышленных технологий. Так называемая «зеленая» экономика будет способствовать как в целом активному развитию технологического прогресса, так и в частности расширению различных инновационных решений и стратегий бизнеса от малых предприятий и стартапов до интернациональных корпораций. С реализацией данного проекта появятся новые доступные рабочие места, новые квалификации, что будет поддерживаться вкладом иностранного капитала и отраслевыми инвестициями. Будет создана новая логистическая система поставок не только самого продукта, но и особого оборудования, так как водород требует специальной формы транспортировки и хранения. Тем самым новые заключения между странами предполагают развитие торговых отношений экспортируемого товара.
3. Энергетическая безопасность. Возможная диверсификация в рамках мировой структуры из-за роста доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на уровне местного энергопотребления, что приведет к декарбонизации экспортируемой энергии.

### V. ИНВЕСТИЦИИ

Для того, чтобы воплотить в жизнь водородную экономику требуются обдуманые шаги с точки зрения инвестирования и введение совершенно иных механизмов финансирования. Это нужно, чтобы задуманный проект обрел более крупные масштабы, которые впоследствии способствовали бы внедрению водородных технологий в промышленности.

Можно выделить три главных фактора, которые мешают распространению приведенных выше перспектив.

1. Во-первых, это связь расширения сферы применения топливных элементов с наличием инфраструктуры непосредственно для водорода, а также низкие цены на нефть и другие ископаемые виды топлива.
2. Во-вторых, высокая цена инфраструктуры и топливных элементов для самого производства водорода.
3. В-третьих, последний фактор оперирует на то, что уменьшаются ценовая конкурентоспособность инвестиций в проекты развития новых источников энергии и в целом приводит к замедлению их развития.

Стоит отметить, что исключительно при условии возможности реализации любых мер поддержки государством как регуляторных, так и налоговых риски инвесторов значительно снизятся и создадутся условия для мобилизации крупных объемов капитала частного сектора.

Сейчас активно разрабатываются разного рода проекты в секторе с большим количеством заинтересовавшихся в них лиц. В частности, для функционирования системы и в дальнейшем ее развитии определяется «вектор» методов и применяемых инструментов для скорейшего возможного осуществления внедрения водорода. Более того, создается «портфель» финансовых инструментов для управления определенными рисками, которые воздействуют на внедрение технологий на рынке.

Основываясь на удовлетворении потребностей, выраженных в разных регионах своей спецификой с точки зрения структуры энергоресурсов, водород может иметь значительную роль в создании зеленых цепочек для создания стоимости. Данные цепочки образования стоимости могут предполагать под собой появление совершенно иных концепций ведения бизнес-моделей.

Рассмотрим инвестиционные вложения на примере конкретных стран. За 2021 год Япония, которая стремится одержать первенство среди ведущих водородных наций, уже вложила более 850 млн долларов. В первую очередь инвестиции были отведены на транспортные решения.

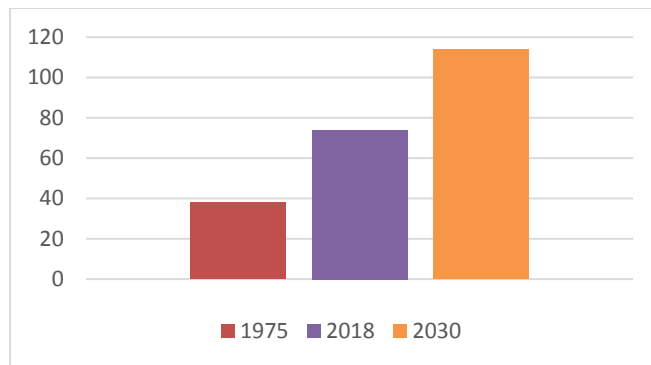
Саудовская Аравия заявила о том, что планирует запустить самое большое производство зеленого водорода. Предполагается, что задуманный проект обойдется стране в 5 млрд долларов с производством в 650 тонн водорода в день, которые пойдут на экспорт. Более того, такое предприятие позволит также генерировать 1,2 млн тонн зеленого аммиака в год и азот, исходя из такого метода, как сепарация воздуха.

В марте 2021 года о своих права на водородный рынок объявило США, опубликовав стратегию дальнейшего развития на данный продукт. Страна ставит перед собой цель приобрести первые позиции в экспорте собственных технологий. К 2030 году, по их словам, должна в значительной мере продвигаться декарбонизация экономики, что позволит ей обеспечить обороты в 140 млрд долларов, а к 2050 году значения должны возрасти до 750 млрд долларов.

В августе 2021 года Правительством РФ была утверждена концепция дальнейшего развития водородной энергетики. Россия стремится войти в число первых экспортеров рассматриваемого топлива. К 2050 году Россия предполагает поставки в размере 15–50 млн тонн в год, что будет находиться в прямой зависимости от роста спроса на водород в международных масштабах и, в частности, скорости развития зеленой экономики.

В 1975 году мировой спрос на водород составлял около 38 млн тонн в год. В 2018 году он достиг показателей равных ок. 74 млн тонн в год. Располагая такими прогрессирующими цифрами мировое сообщество в перспективе рассматривает к 2030 году спрос в размере 100–114 млн тонн в год.

ДИАГРАММА III      МИРОВОЙ СПРОС НА ВОДОРОД  
С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ



Водородная энергетика, в сравнении с другими рынками, будет развиваться достаточно резко, буквально с самого начала под регулированием политических институтов и воздействием силы мировых держав. Пока на данном этапе просматриваются показатели венчурных стартапов. Сложившаяся ситуация имеет особую привлекательность для инвесторов в силу быстрого роста, однако, с другой стороны, присутствует риск просчета, которые могут привести к банкротству.

## VI. ЭФФЕКТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Инвестиции играют огромную роль в формировании водородного рынка, однако не стоит забывать о риске их потери. Следует отметить, что для реализации долгосрочной стратегии необходимо регулирование отрасли посредством нормативно-правовой базы, что сможет обеспечить более устойчивое финансирование.

Эффективное применение нормативно-правовых мер закрепляет за собой возможность использования определенных льгот. Также узаконенные средства способны производить некий контроль для уменьшения издержек непосредственно для потребителей и качественные условия для производства и инноваций в нем.

Рамки контроля должны не только, охватывать все цепочки создания стоимости и среды, в которой применяется водород, но и отслеживать снижение углерода.

При хорошей организации и координации действий промышленности и государства сможет значительно понизиться уровень затрат и рисков, что предполагает под собой ускорение процесса извлечения выгоды для обоих секторов.

Не стоит забывать о взаимодействии как внутри, так и межсекторально в целях скорейшего развития национальных планов и стратегических концепций.

Следование эффективному регулированию благодаря государственной поддержке способно обеспечить закрепленную координацию действий каждого из заинтересованных лиц, что приведет к установлению конкретных стандартов и приросту инвестиций. Ведь именно государство в силах представить точный набор инструментов и механизмов финансирования, что тоже привлечет прямые инвестиции в проекты.

Таким образом, государство, беря на себя риски, тем не менее, может понизить уровень рисков участвующих в водородных проектах инвесторов; обеспечить равновесие интересов промышленности, самого

государства и инвесторов исходя из мер поддержки в рамках энергоперехода; предоставить бюджетную поддержку для реализации энергетического плана в сфере экологичности используемой энергетики и создать меры, дающие некие гарантии на долгосрочной перспективе, по борьбе с глобальными экологическими проблемами, в частности изменениями климата.

## VII. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

На данный момент можно выделить две категории компаний, получающих выгоду от расширения рынка чистого водорода:

1. Крупные компании, базирующиеся в отрасли промышленной химии
2. Компании, занимающиеся производством топливных элементов

В первую категорию входят такие компании мирового масштаба, как Linde (LIN) (газовая компания, использующая более 160 водородных заправочных станций; в июле 2020 года объявила о создании первой водородной заправочной станции для пассажирских поездов), Air Product & Chemicals (APD) (производит оборудование для обработки газов), Dow (DOW) (в 2017 году на предприятиях было запущено производство этилена и в дальнейшем извлечение из него водорода высокой чистоты) и DuPont (DD) (занимается производством протонопроводящей мембраны для эффективного отделения водорода от других газовых смесей).

Во вторую можно отнести Plug Power (PLUG) (изобретает системы водородных топливных элементов для стационарной энергетики и электромобилей в Европе и Северной Америке), Bloom Energy (BE) (создает промышленный электролизер, с помощью которого возможно из воды и электричества сделать водород), FuelCell Energy (FCEL) (занимается разработками электростанций на топливных элементах).

Для того, чтобы в полной мере применить все преимущества экономики, которая базируется на водородной энергетике, требуется соединение усилий всех членов отраслевого сотрудничества и иных заинтересованных лиц. На данном этапе развития уже существует множество программ международного сотрудничества в рамках водородных проектов. К примеру, благодаря проекту H21 Leeds City Gate реализуется разработка трубопроводной сети для чистого водорода. Проект H2 Mobility поставлен на проведение работ по строительству и открытию водородных станций на территории Германии к 2023 году и другие.

Сотрудничество дает возможность активного развития программ цикла инвестиций, инноваций и внедрению совершенно новых проектов. Как уже указывалось выше, регулирование посредством нормативно-правовых актов будет указывать на потребности в долгосрочных инвестициях и стимулированию привлечению капитала. Правильное применение финансовых и нормативных инструментов позволит увеличить в масштабах разработанные технологии и произвести приток новых инвестиций.

## VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас водородные технологии находятся на уровне, позволяющем применять их в массовом внедрении.

Остается лишь объединить усилия мирового сообщества, чтобы воплотить задуманные проекты в жизнь.

Таким образом, развитие водородной энергетики стало значительной частью глобального перехода мирового сообщества к новому энерготехнологическому укладу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Вакуленко С., «Новая энергия: почему водород перспективнее солнечных батарей и ветряков» [Электронный ресурс] <https://www.rbc.ru/opinions/business/29/10/2021/617a7ed49a794774d4cd34a62017> Key World Energy Statistics (PDF)
- [2] Пресс-служба госкорпорации «Росатом» [Электронный ресурс] <http://www.iea.org/publications/freepublications/> 30. IEA (2017). Accessed: 7 february 2018.
- [3] НИУ ВШЭ, Институт энергетики, Водородная энергетика [Электронный ресурс] <https://energy.hse.ru/hydroenergy>
- [4] Митрова Т., Мельников Ю., Чугунов Д., Глаголева А. «Водородная энергетика покоряет континенты» [Электронный ресурс] <https://www.eprussia.ru/epr/375/565500.htm>
- [5] Петлевой В., «В России появится программа развития водородной энергетики» [Электронный ресурс] <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/09/01/810161-minenergo-razrabotaet-programmu>
- [6] Толкачев В., «Водородная энергетика: что это такое и почему за ней будущее» [Электронный ресурс] <https://nat-geo.ru/science/vodorodnaya-energetika-cto-eto-takoe-i-pochemu-zanej-budushee/>
- [7] «Классификация водорода по цвету» [Электронный ресурс] <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/672526-klassifikatsiya-vodoroda-po-tsvetu/>
- [8] Мамонтов А., «Зеленый водород. Инвестиции в промышленные газы» [Электронный ресурс] <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/zelenyi-vodorod-investitsii-v-promyshlennye-gazy>
- [9] «разные цвета российского водорода» [Электронный ресурс] <https://www.kommersant.ru/doc/5017203>
- [10] Кнелъц А., «Кто станет лидером на глобальном рынке водорода» [Электронный ресурс] <http://rcc.ru/article/kto-stanet-liderom-na-globalnom-rynke-vodoroda-75405>
- [11] Гарсия-Эрреро А., Тальяпьетра С., Форзац В., «Перспективы развития водорода: глобальная стратегия» [Электронный ресурс] <https://econs.online/articles/opinions/perspektivy-razvitiya-vodoroda-globalnaya-strategiya/>
- [12] Кристаллинская С. «Водород: эпоха возрождения» [Электронный ресурс] <https://oilcapital.ru/article/general/10-09-2020/vodorod-epocha-vozhrozhdeniya>
- [13] Кристаллинская С. «Водород: эпоха возрождения» [Электронный ресурс] <https://oilcapital.ru/article/general/10-09-2020/vodorod-epocha-vozhrozhdeniya>
- [14] ПРАЙМ, «В ЕЭК рассмотрели перспективы развития водородной энергетики в ЕАЭС» [Электронный ресурс] <https://nangs.org/news/renewables/hydrogen/v-EEK-rassmotreli-perspektivy-razvitiya-vodorodnoj-energetiki-v-eaes>
- [15] Гимади В., Кудрин А., Кутузова А., Звягинцева А., Амираган А., Колобов О., Колобанов С., Антонян Л., Поминова И., Мартынюк А., Подлесная А., Выпуск подготовлен совместно с Госкорпорацией «Росатом» (отраслевой Центр аналитических исследований и разработок, частное учреждение «Наука и инновации») [Электронный ресурс] [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/energo\\_oct\\_2020.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/energo_oct_2020.pdf)
- [16] «Водородная концепция России» [Электронный ресурс] <https://globalenergyprize.org/ru/2021/08/11/vodorodnaya-koncepciya-rossii/>
- [17] Роговая М., «Переход на водород» [Электронный ресурс] <https://www.kommersant.ru/doc/4867225>
- [18] Газпром, «Чистый водород из природного газа», [Электронный ресурс] <https://www.gazprom.ru/press/news/reports/2020/pure-hydrogen/>
- [19] [Электронный ресурс] <https://h21.green/about/>
- [20] [Электронный ресурс] <https://h2.live/h2mobility/>