

The background of the cover features a grid of hexagons in shades of green and purple. Several hexagons contain icons: a house with a plant, a lightbulb with a plant, a city skyline, wind turbines, and circular arrows. A large white arrow points upwards and to the right, and several smaller circular arrows are scattered throughout the grid.

ESG

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
2022

Case Study



Максим МОШКОВ,
исполнительный директор,
Дирекция по ESG,
ПАО Сбербанк



Анна ГЕРАСИМОВА,
руководитель направления,
Дирекция по ESG,
ПАО Сбербанк

Энерговызов. Развитие внутреннего рынка водорода требует индустриально связанных решений

Глобальный энергопереход,
декарбонизация и перспективы водородных
инфраструктурных кластеров в России

КАКОВЫ ТЕКУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА ВОДОРОДА?

Глобальный энергопереход и декарбонизация невозможны без использования водорода, произведенного с низким уровнем выбросов парниковых газов (далее — низкоуглеродный водород, H_2). В результате перехода на использование низкоуглеродного водорода глобальные выбросы могут сократиться

на 15% в следующие 30 лет. В зависимости от сценариев глобального энергоперехода спрос на низкоуглеродный водород может составить 60–100 млн т в 2030 году и 250–650 млн т в 2050 году.

Российская Федерация как потенциальный крупный поставщик и потребитель H_2 заинтересована в формировании как глобального рынка водородных энергоносителей, так и национального

рынка на основе отечественных технологий и промышленной продукции, а также в полномочном участии во всех глобальных процессах, связанных с формированием рынка.

Еще в начале 2022 года Россия рассматривала низкоуглеродный водород в первую очередь как экспортную альтернативу ископаемым топливам, спрос и цены на которые будут снижаться в условиях глобального энергоперехода. Развитие экспортного водородного потенциала заявлялось как один из приоритетов энергетической политики России. В «Атласе российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака», представленном Минпромторгом в октябре 2021 года, значилось более 40 проектов в 21 регионе РФ. Однако вводимые внешнеэкономические ограничения вынуждают российские компании пересмотреть планы развития, перспективы зеленого перехода и применения низкоуглеродного водорода.

Наличие значительных запасов природного газа, эффективной системы транспортировки, задела в водородных технологиях определяет долгосрочную конкурентоспособность России в производстве «голубого» водорода — низкоуглеродного водорода, произведенного методом парового риформинга метана (природного газа) с использованием систем улавливания и захоронения углекислого газа (Carbon Capture and Storage, CCS). Производство водорода методом электролиза воды с использованием ВИЭ (так называемый зеленый водород) в России требует дополнительных мер господдержки для обеспечения экономической эффективности.

В настоящее время использование низкоуглеродного водорода имеет относительно низкую экономическую эффективность, характеризуется средним уровнем развития технологий и сложностями в безопасности. По мере удешевления водородных технологий, повышения их эффективности и надежности, развития соответствующей инфраструктуры, роста спроса на низкоуглеродный водород, а также роста стоимости CO₂ производством и применением H₂ станет экономически состоятельным.

Сетевой эффект, при котором потребители игнорируют водородные технологии до появления множества поставщиков, а поставщики ожидают появления минимального спроса, гарантирующего окупаемость инвестиционных проектов, является дополнительным фактором, сдерживающим развитие водородной отрасли.

Сохранение высоких мировых цен на традиционные энергоносители поддерживает конкурентоспособность российского «голубого» водорода на мировом рынке и ухудшит перспективы производства «голубого» водорода в странах — импортерах газа, особенно, если масштабирование возобновляемых источников энергии в этих странах ограничено, например в Японии.

К сожалению, несмотря на экономическое преимущество, перспективы экспорта российского «голубого» водорода в «недружественные» страны находятся под вопросом. В текущих условиях основным целевым рынком российского низкоуглеродного водорода может стать Китай. С другой стороны, ужесточение углеродного регулирования стимулирует развитие внутреннего рынка водородных носителей.

СПРОС НА ВОДОРОД НА ВНУТРЕННЕМ РЫНКЕ

Согласно Целевому сценарию принятой в прошлом году Стратегии низкоуглеродного развития РФ, выбросы парниковых газов (без учета ЗИЗЛХ¹) к 2050 году должны были снизиться на 14% с уровня 2019 года — до 1830 млн т. Вследствие прогнозируемого замедления темпов роста экономики можно ожидать сокращения выбросов парниковых газов РФ в среднесрочной перспективе. Однако без декарбонизации экспортоориентированные российские отрасли станут неконкурентоспособными в долгосрочной перспективе.

Вместе с мерами по повышению энергоэффективности и энергосбережению, переходом с угля на газ, развитием ВИЭ, борьбе с утечками метана и управлением отходами H₂ может стать эффективным

¹ Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.

решением декарбонизации отраслей, в которых более дешевые меры по снижению выбросов неприменимы, например транспорта (за исключением легкового), черной металлургии, химии. Несмотря на то что применение водородных технологий в ближайшие 10–15 лет будет оставаться точечным, к 2040 году возможна более широкая коммерциализация «голубого» водорода и аммиака в металлургии, химической отрасли, дорожном и морском транспорте, а также для покрытия пиковых нагрузок электроэнергетических систем.

Важным экономическим стимулом развития российского рынка водорода и каналом монетизации перехода на низкоуглеродный водород и аммиак станет европейский механизм трансграничного углеродного регулирования (далее — ТУР), вступающий в силу с 2026 года. Несмотря на вводимые странами Евросоюза торговые ограничения, платежи наших экспортеров¹ в рамках текущей версии регламента ТУР, тем не менее останутся существенными. С учетом запрета импорта из России в ЕС более 330 товарных позиций черной металлургии, отдельных позиций в удобрениях, изделий из алюминия и полном исключении строительных материалов из периметра ТУР, ежегодный объем экспорта и, соответственно, трансграничной платы за выбросы сократится на 15–20%

¹ Если исходить из предпосылки, что экспорт в страны ЕС сократится ровно на объем товаров, попавших под санкции.

по сравнению с нашими предыдущими оценками. При средней цене углерода в европейской системе торговли квотами на выбросы в \$166/т CO₂-экв. общий платеж российских экспортеров может составить \$83 млрд в 2026–2050 годах, из которых более \$33 млрд заплатят предприятия сталелитейной промышленности.

Результаты нашего анализа экономики различных технологий производства стали, улавливания, транспортировки и хранения выделенного в процессе производства диоксида углерода в условиях ТУР ЕС говорят о том, что строительство новой установки прямого восстановления железа (DRI) на «голубом» водороде для производителя, экспортирующего 50% продукции в Евросоюз, становится выгоднее строительства доменных печей при цене углерода \$180/т CO₂-экв., то есть к 2040 году.

Для повышения экономической эффективности проекты CCS целесообразно реализовывать в индустриальной связке с крупными промышленными источниками выбросов, связанных единой транспортной инфраструктурой с геологическим объектом — хранилищем углекислого газа с высокой производительностью. При использовании кластерного подхода общие затраты на CCS могут снизиться на 35–40%, что обеспечит достижение экономического паритета установки DRI на водороде (DRI-H2-EAF+CCS хаб) и доменной печью (BF-BOF с ТУР) на 5 лет раньше — к 2035 году, паритета с установкой DRI на природном газе (DRI-NG-EAF с ТУР) — после 2040 года (Рисунок 1).

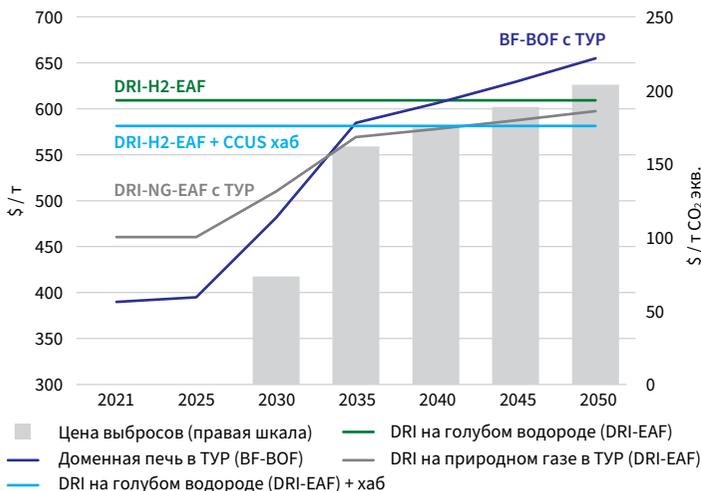


Рисунок 1
Чувствительность стоимости строительства установки по производству стали в РФ к цене углерода в ЕС*

Источники: оценки компаний, ПАО Сбербанк

* Исходя из предпосылки, что экспорт продукции в ЕС составит 50%, на правой шкале — фактическая цена за тонну CO₂ с учетом бесплатных разрешений в европейской системе торговли выбросов.

Создание CCS-кластеров может стать эффективной опцией для производителей, которые используют доменные печи и не планируют выводить их из эксплуатации в ближайшие десятилетия. По нашим оценкам, даже при 25–30% доле экспорта стальной продукции в общем объеме производства в страны ЕС оборудование завода по производству стали агрегатом по улавливанию CO₂ окажется для российских металлургов экономически эффективнее, чем платежи ТУР.

Таким образом, минимизация рисков ТУР ЕС для российских экспортеров продукции с высоким углеродным следом требует развития водородных инфраструктурных кластеров, расположенных вблизи крупных источников выбросов, для создания экономии на масштабе технологии CCS.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ CCS-КЛАСТЕРОВ

В настоящее время в мире на различных стадиях проработки и строительства находятся 28 CCS-кластеров с совокупным потенциалом захоронения свыше 250 млн т CO₂. Например, кластерный подход является ядром водородной программы Великобритании, которая планирует увеличить объем ежегодного улавливания и захоронения углекислого газа на 20–30 млн т к 2030 году.

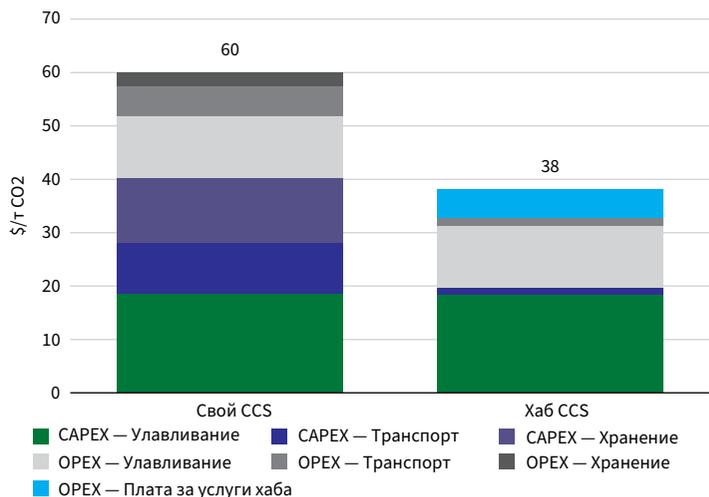
CCS-кластер объединяет крупные промышленные источники выбросов, связанные единой транспортной инфраструктурой с одним или несколькими хранилищами CO₂ и позволя-

ет существенно снизить удельную стоимость сокращенной тонны выбросов парниковых газов (Рисунок 2). Вместе с существенным сокращением общих затрат на CCS, кластерный подход снижает риски волатильности уровня улавливания углерода отдельных производств и позволяет достичь стороне, осуществляющей хранение CO₂, приемлемую доходность.

Как правило, в CCS-кластере присутствует «якорный» инвестор, который берет на себя издержки по строительству газосборной и транспортной инфраструктуры, а также подготовку и эксплуатацию геологического резервуара. Другие участники проекта строят установки улавливания углерода на своих производственных площадках, обеспечивают подключение к CCS-инфраструктуре. Чем больше количество «абонентов» CCS-кластера, тем ниже удельные полные затраты захороненной тонны CO₂. По «якорному» принципу функционирует проект ACTL¹ в канадской провинции Альберта, запущенный в июле 2020 года. В качестве двух эмиттеров выступают нефтеперерабатывающий завод и завод по производству удобрений, совокупные выбросы которых составляют 1.6 млн т CO₂ в год. При этом производительность трубопровода, по которому транспортируется диоксид углерода, намного выше — 14.6 млн т в год — в расчете на кратное масштабирование проекта за счет новых

¹ Alberta Carbon Truck Line.

Рисунок 2
Сравнение приведенной стоимости захороненной тонны CO₂ при производстве «голубого» водорода в 2030 году
Источники: оценки компаний, ПАО Сбербанк



участников кластера. Еще одно преимущество проекта ACTL — использование захороненного в пласте нефтяных песков CO_2 для повышения будущей нефтеотдачи. Такой подход создает дополнительный канал монетизации вложенных в инфраструктуру инвестиций.

Многие строящиеся в настоящий момент кластеры CCS параллельно интегрируют в проект и водородную инфраструктуру: так, проект HyNet North West в Великобритании предполагает строительство установки по производству «голубого» водорода на нефтеперерабатывающем заводе, который впоследствии будет транспортироваться по трубопроводу для обеспечения нужд промышленности, дорожного транспорта и генерации в момент пиковых нагрузок, а оставшаяся часть произведенного водорода будет поступать в газотранспортную систему региона. Кроме того, для эффективного использования водорода для нужд электроэнергетической системы планируется его хранение в соляной пещере, в то время как CO_2 будет транспортироваться по другому маршруту для закачки в пласт истощенного офшорного месторождения.

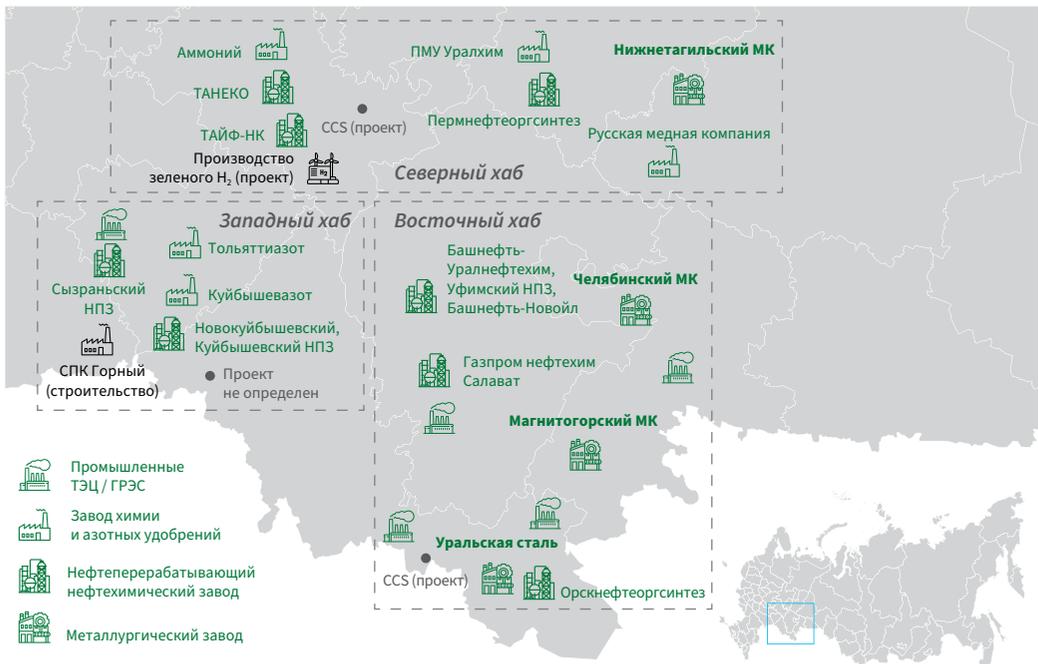
ПОТЕНЦИАЛ CCS-КЛАСТЕРОВ В РОССИИ

Если говорить о России, то одним из наиболее перспективных для развития водородных инфраструктурных кластеров, расположенных вблизи крупных источников выбросов, может стать Приволжский федеральный округ и граничащие с ним области Уральского ФО. Эти районы характеризуются наличием большого количества крупных производственных источников выбросов углерода, развитой инфраструктурой и подходящих для закачки нефтяных и газовых коллекторов. Повышение нефтеотдачи путем закачки CO_2 может иметь большой экономический эффект для истощенных нефтеносных пластов в Татарстане, Башкортостане, Самарской и Оренбургской областях. При этом расположение кластера CCS в нефтегазоносной провинции имеет и другое преимущество: вместе с дополнительным фактором монетизации через повышение нефтеотдачи, дает возможность использования существующих трубопроводов, скважин.

Анализ географического положения крупных эмиттеров выбросов, представленных промышленными объектами генерации, по-

Рисунок 3. Перспективный CCS-кластер Урало-Поволжья

Источники: данные компаний, ПАО Сбербанк



тенциальных участников рынка низкоуглеродного водорода и аммиака, среди которых отрасли металлургии, нефтепереработки, химии и азотных удобрений, а также потенциальных геологических объектов для захоронения CO₂, о которых уже заявили «Газпром нефть» (Оренбургская область) и «Татнефть» (Татарстан), позволяет выделить три хаба перспективного CCS-кластера Урало-Поволжья (Рисунок 3). При этом «Западный» хаб, расположенный в Самарской области, несмотря на богатый опыт присутствующих в регионе компаний, необходимые технологии в области закачки CO₂ и подходящие для хранения геологические резервуары пока не имеет своего проекта CCS.

Как и в случае с ACTL, развитие CCS-хабов в России целесообразно начать с реализации «якорных» проектов, предусмотрев рост количества «абонентов» в плановой производительности CCS-инфраструктуры. Одни лишь металлургические предприятия Урало-Поволжья в год выбрасывают почти 50 млн т CO₂-экв., что в 2.5 раза превосходит объем плановой производительности крупнейшего из всех действующих и близких к завершению мировых проектов CCS — Integrated Mid-Continent Stacked Carbon Storage Hub в США (мощность до 19.4 млн т). Кроме того, как минимум в границах одного хаба («Северный») уже анонсирован проект по производству зеленого водорода, полученного путем электролиза воды с использованием возобновляемых источников энергии. Таким образом, «Северный» хаб может стать пилотной площадкой CCS с фокусом на водородные решения (см. HyNet North West).

В будущем существуют возможности расширения эксперимента CCS и на другие регионы в Центральном, Северо-Западном, Сибирском и на востоке Уральского ФО — в последнем «Роснефть» планирует запуск двух пилотных проектов — при этом потенциальная стоимость улавливания, транспортировки и хранения для них оценивается в \$60–85 за тонну CO₂¹.

Несмотря на отсутствие планов по введению национального углеродного ценообразования в обозримой перспективе, факторы внутреннего спроса на водород и потребность в снижении углеродного следа экспортной промышленной продукции могут создать спрос на технологии CCS в коммерческом масштабе на горизонте 2035 года.

Организация CCS-кластеров с высокой концентрацией разработчиков, производителей и потребителей поможет объединить инфраструктуру и преодолеть сетевой эффект, ограничивающий развитие водородной отрасли.

Но стоит иметь в виду, что весь процесс проектирования и строительства кластера, включая изучение пригодности геологических хранилищ, может занять более 10 лет, что подчеркивает актуальность начала разработки нормативной базы и документов стратегического планирования уже сегодня.

¹ Для сравнения, текущая цена тонны CO₂ в системе торговли выбросами ЕС составляет \$88, что соответствует верхней границе общих затрат CCS.