

Энергетический  
бюллетень

октябрь 2020

89

# Водородная энергетика



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



НАУКА  
И ИННОВАЦИИ  
РОСАТОМ

### Введение

Водородная энергетика находится еще на ранней стадии развития: регулярно появляются инновации на уровне идей, но многие сразу переходят в эксперименты компаний или исследовательских центров с различными источниками финансирования. Современное поколение инженеров, экономистов и энергетиков оказалось на гребне волны нового энергоперехода, который характеризуется большой ролью государства и политики. Государственные и международные стратегии используют всевозможные стимулы, субсидии, налоговые инструменты и финансирование НИОКР и пилотных проектов для продвижения основных целей: декарбонизации энергетике, обеспечения надежности снабжения энергетических систем. Технические возможности декарбонизации пока соседствуют с высокими издержками производства, сложностями хранения и доставки водорода потребителям. В настоящее время он активно используется в промышленности, причем рецессия 2020 года негативно сказалась и здесь. Гонка различных энергетических технологий в 2020-х годах будет идти с нарастающей интенсивностью. Победят технологии декарбонизации энергетике не только коммерчески дешевые по текущим и инвестиционным издержкам, но и достаточно простые при широком внедрении и возможности использования инфраструктуры больших рынков.

В современном мире энергетический переход идет в совершенно разных условиях по набору собственных (менее дорогих) ресурсов, при разных комбинациях использования в экономике, разных дистанциях доставки, потребностях хранения, разных степенях озабоченности стран энергетическими и климатическими проблемами. Водородная энергетика становится важным компонентом энергетического комплекса сначала в локальных масштабах, но может значительно расширяться за счет транспортировки по трубопроводам, замещая традиционный газ или используя его как ресурс. Энергостратегия России учитывает потенциальные возможности пока в основном для экспорта водорода, а научные и инженерные ресурсы «Росатома» и «Газпрома» становятся фактором сохранения масштабной роли российской науки и энергетике в обозримом будущем.

*профессор Леонид Григорьев  
главный советник руководителя  
Аналитического центра*

## Краткое содержание

### Статистика

#### Макроэкономика

4

В конце лета – начале осени 2020 г. восстановление экономики многих стран замедлилось. Месячные темпы прироста промпроизводства в августе и сентябре в ведущих экономиках не превышают 1%, местами становятся отрицательными (в т. ч. в России и США). Исключением является Китай, где экономика все более приближается к докризисным темпам роста

#### Нефть и нефтепродукты

6

В октябре цены на нефть были поддержаны перебоями добычи в США и Норвегии, однако ухудшение ситуации с Covid-19 в мире и рост добычи и экспорта нефти из Ливии не позволили ценам существенно вырасти. В России в сентябре 2020 г. среднесуточная добыча нефти и конденсата осталась на уровне августа 2020 г. (+0,6%); производство бензина и дизтоплива продолжает восстанавливаться, но пока на 1-2% меньше уровня 2019 года

#### Природный газ

10

В сентябре цены на газ сильно выросли к августу в Европе (+50,8%, индекс ТТФ) и Азии (+31,7%, индекс N-E Asia LNG), но были заметно ниже уровня сентября 2019 г. (-24,5% и -9,6% соответственно). В России добыча газа в сентябре стабилизировалась после 8 месяцев падения, а трубопроводный экспорт газа в августе вырос (+4,2% г/г) впервые с начала 2020 года

#### Уголь

12

В сентябре 2020 г. в России добыча угля снизилась на 10,9% г/г, а экспорт вырос на 9,1%. Цены энергетического угля в сентябре в Европе и Азии возросли (+8,2% и +5,4% к августу 2020 г. соответственно). Цена коксующегося угля выросла на 15% (для премиальных марок)

#### Электроэнергетика

13

Потребление электроэнергии в России по итогам 9 месяцев 2020 года сократилось на 2,8% в годовом выражении, а экспорт и импорт электроэнергии – на 40,3% и 16,2% соответственно. Причина – пандемия новой коронавирусной инфекции

### Стратегии продвижения водорода в разных странах

14

Прогнозы МЭА предполагают, что 2020 год становится переломным в развитии низкоуглеродной водородной энергетики. К этому моменту многие государства подготовили свои «водородные» стратегии, но им предстоит преодолеть существенные препятствия, чтобы обеспечить экономическую обоснованность внедрения этих перспективных технологий

### Водород: развитие технологий и прогноз спроса

19

Традиционные способы получения водорода энергозатратны и связаны с выбросами углекислого газа. Для декарбонизации индустрии необходимо снизить себестоимость получения водорода с низким углеродным следом. Ограничением использования водорода являются также его хранение и транспортировка, где возможно значительное снижение стоимости

### Развитие водородной энергетики в России

24

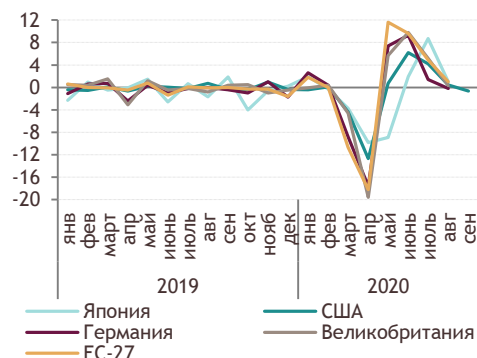
В России растет интерес к развитию водородной энергетики: утверждена соответствующая «дорожная карта», реализуются пилотные проекты. Перспективы отрасли в России связывают с экспортом водорода, однако потенциал его использования есть и на внутреннем рынке

## Статистика

### Макроэкономика

#### Промышленное производство крупнейших развитых экономик, прирост (% к предыдущему месяцу, сезонное сглаживание)

В августе месячный темп прироста промпроизводства в развитых странах не превысил 1%. Хотя глобальная эпидемиологическая ситуация в августе стабилизировалась, этого было недостаточно для полноценного восстановления промышленности. В ЕС и Японии промышленный выпуск в августе возрос лишь на 1%, и их промпроизводство остается ниже предкризисного февральского уровня на 5% и 11% соответственно. В США по итогам сентября этот разрыв составил 7%, а месячный прирост промпроизводства и вовсе стал отрицательным (-0,6%).



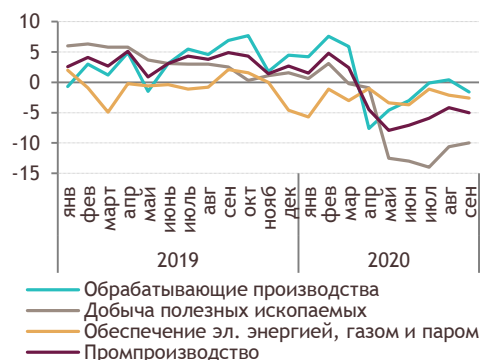
#### ВВП и промышленное производство Китая, прирост (% к соответствующему периоду предыдущего года)

Темпы промышленного роста в Китае вошли в привычное русло, ВВП пока отстает. В сентябре прирост китайского промпроизводства к сентябрю 2019 г. достиг 6,9%, что является не только самым высоким результатом для текущего года, но и превышает обычные темпы прошлого года, а также заметно превосходит консенсус-прогноз. ВВП Китая в III квартале 2020 г. увеличился на 4,9% в годовом выражении, что остается ниже стандартных для последних лет 6–7%, но, судя по темпам восстановления промышленности, это временное отставание.



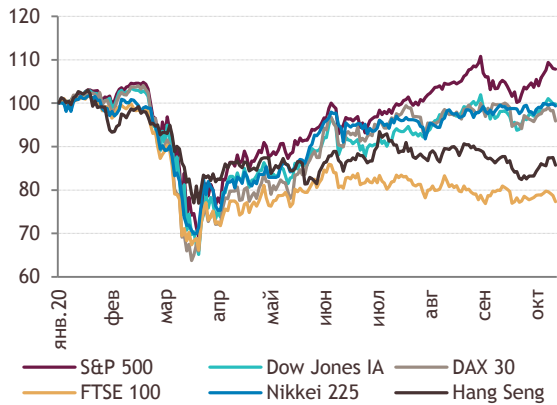
#### Промышленное производство России, прирост (% к соответствующему периоду предыдущего года)

Росстат несколько улучшил оценки динамики промпроизводства, но в сентябре восстановление приостановилось. В середине октября Росстат провел пересмотр оценок роста промпроизводства за прошедшие периоды с их существенным повышением. Но в любом случае российская промышленность далека от предкризисного уровня, и в сентябре это отставание еще чуть-чуть усугубилось: промышленный выпуск вновь перешел к снижению (-0,2% к предыдущему месяцу, с учетом сезонного и календарного факторов).



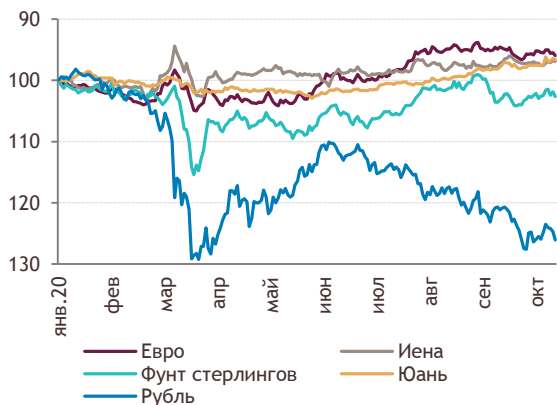
Источник: национальные статистические службы, ОЭСР

### Важнейшие биржевые индексы в 2020 году (1 января 2020 г. = 100)



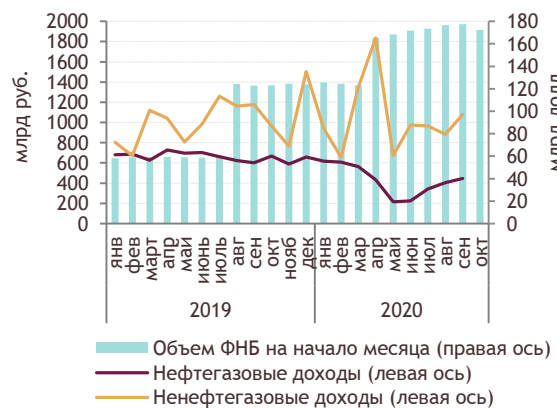
В конце сентября начался трехнедельный рост фондовых индексов, но в середине октября последовала коррекция. Повышение индексов наблюдалось с 23 сентября по 12–13 октября и в наибольшей степени коснулось американских Dow Jones (+7,8%) и S&P 500 (+9,2%). Эта динамика в значительной мере связана с ожиданиями нового пакета стимулирующих мер (около 2 трлн долл.), который должен быть принят в США. Но переговоры ключевых партий затянулись, что стало фактором коррекции в середине месяца.

### Курсы основных валют в 2020 году, за доллар США (1 января 2020 г. = 100)



Курс рубля приблизился к годовому минимуму, курс фунта колеблется в зависимости от переговоров по Brexit. Фунт стерлингов несколько укрепился на фоне переговоров о возможной сделке Великобритании и ЕС по Brexit. Однако переговоры продолжаются, и к середине октября очевидного результата не было. Курс рубля подошел близко к отметке 80 руб./долл. в условиях рисков новых санкций, конфликтов в Нагорном Карабахе и Беларуси, непростой эпидемиологической ситуации в России.

### Доходы федерального бюджета России и объем Фонда национального благосостояния



Государство поддержало «Аэрофлот» за счет ФНБ. В середине октября Минфин России сообщил о закупке пакета акций «Аэрофлота» за счет средств ФНБ (свыше 40 млрд руб.). Компания переживает трудности из-за кризиса, как и другие авиаперевозчики. Для ее поддержки было решено провести допэмиссию акций, часть которых выкупило государство, но по меркам ФНБ масштабы этой операции невелики. Новое повышение расходов бюджета в сентябре обусловило рост накопленного дефицита почти до 1,8 трлн руб.

Источник: Thomson Reuters, Минфин России

## Нефть и нефтепродукты

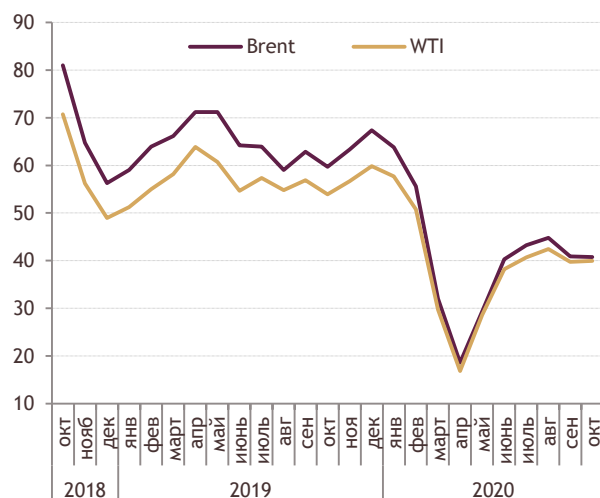
### Цены на нефть

Показатель	Ед. измер.	24 сен.	1 окт.	8 окт.	15 окт.	Изм. за мес. (%)	К аналог. мес. пред. года (%)
Нефть Urals (Primorsk FOB)	долл./бarr.	40,7	40,0	41,0	40,8	+5,9	-29,3
Нефть ESPO blend (FOB)	долл./бarr.	42,0	42,0	42,7	42,6	+7,0	-36,6
Нефть Brent (Crude FOB)	долл./бarr.	41,2	39,8	42,0	41,6	+5,2	-33,0
Нефть WTI (Cushing FOB)	долл./бarr.	40,1	38,5	41,0	40,8	+6,7	-26,3
Нефть Dubai (Spot FOB)	долл./бarr.	41,8	39,6	42,3	42,2	+4,1	-30,0
Нефтяная корзина ОПЕК	долл./бarr.	41,2	39,9	41,1	41,3	+4,9	-32,6
Бензин (цена ARA FOB)	долл./т	387,3	396,8	413,0	379,5	-0,5	-33,2
Дизель (цена ARA FOB)	долл./т	317,3	319,8	347,3	342,3	+8,8	-42,8
Мазут 3,5% (цена ARA FOB)	долл./т	225,5	216,5	232,0	241,8	+8,7	-5,9

\* Здесь и далее на странице цены спот за октябрь 2020 г. рассчитаны как средние за период 1-15 октября.

**COVID-19 усиливает давление на нефтяные цены.** В первой половине октября 2020 г. цены на нефть остались вблизи значений сентября 2020 г. В начале октября они опустились к минимальным значениям с июня 2020 г. из-за ухудшения эпидемической обстановки в мире и новости о [заболевании](#) COVID-19 Д.Трампом. Выздоровление Д.Трампа, [забастовка](#) нефтяников в Норвегии, а также ураган «Дельта», из-за которого временно [приостановилось](#) более 90% добычи нефти в Мексиканском заливе, в первой половине октября смогли поддержать цены на нефть. Однако краткосрочность влияния этих факторов, [восстановление](#) добычи нефти в Ливии, затронувшее крупнейшее месторождение страны «Шарара», а также угроза ослабления спроса на нефть из-за новых карантинных мер ограничивали рост цен на нефть.

Среднемесячные цены на нефть WTI и Brent (долл./бarr.)



Прогноз цен на нефть<sup>1</sup> (долл./бarr.)

Марка нефти	IV кв. 2020	2020	2021
Brent (Thomson Reuters <sup>2</sup> )	43,3	42,5	50,4
WTI (Thomson Reuters <sup>2</sup> )	41,6	38,7	46,5
Brent (УЭИ США <sup>3</sup> )	42,3	41,2	47,1
WTI (УЭИ США <sup>3</sup> )	40,8	38,8	44,7
Средняя цена <sup>4</sup> (МВФ)	-	41,7	46,7
Средняя цена <sup>4</sup> (ВБ)	-	35,0	42,0

<sup>1</sup> Среднее значение за указанный период.

<sup>2</sup> Консенсус-прогноз – сентябрь 2020 г.

<sup>3</sup> Прогноз – октябрь 2020 г.

<sup>4</sup> Средняя цена нефти, прогноз МВФ – октябрь 2020 г., прогноз ВБ – апрель 2020 г.

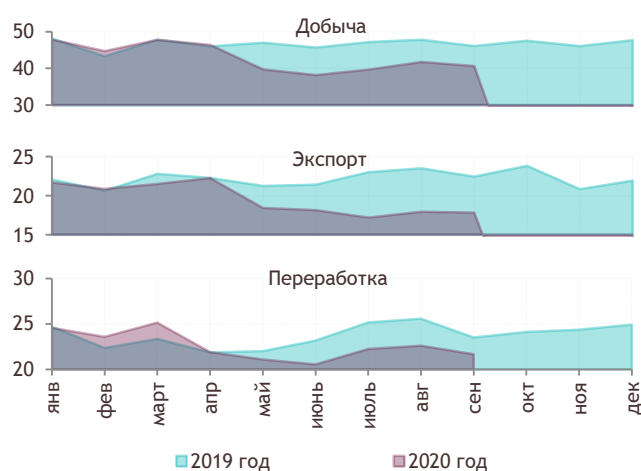
Источник: Thomson Reuters, УЭИ США, МВФ, Всемирный банк

## Нефть в мире (млн барр./день)

	2019		2020			III кв. 2020 / III кв. 2019, %
	III	IV	I	II	III	
Производство нефти						
ОПЕК	34,4	34,7	33,6	30,8	29,2	-15,2
Сауд. Аравия	11,4	11,8	11,8	11,2	10,7	-6,8
США	17,2	17,9	18,0	16,0	16,2	-5,8
Россия	11,6	11,6	11,6	10,4	10,1	-13,0
Мир	100,3	101,6	100,3	92,2	91,3	-9,0
Потребление нефти						
Китай	13,8	14,1	11,9	14,2	14,4	4,3
Европа (ОЭСР)	14,7	14,1	13,3	11,0	13,1	-11,1
США	21,0	21,0	19,7	16,4	19,0	-9,4
Мир	100,8	100,9	94,1	83,0	93,6	-7,2

**Предложение на мировом рынке нефти в сентябре сократилось.** По данным МЭА, предложение нефти в сентябре 2020 г. к августу 2020 г. сократилось на 0,6 млн барр./день. Основное снижение добычи нефти пришлось на ОАЭ (-0,4 млн барр./день), которые вернулись к соблюдению квот после их превышения летом, а также Бразилию (-0,2 млн барр./день) и Норвегию (-0,2 млн барр./день). Наибольший рост добычи наблюдался в США (+0,5 млн барр./день) благодаря восстановлению нефтедобычи в Мексиканском заливе после ураганов в августе. В октябре МЭА сохранило прогноз спроса на нефть в 2020 и 2021 гг. на уровнях 91,7 млн барр./день (-8,4% к 2019 году) и 97,2 млн барр./день соответственно.

## Нефть в России (млн т)

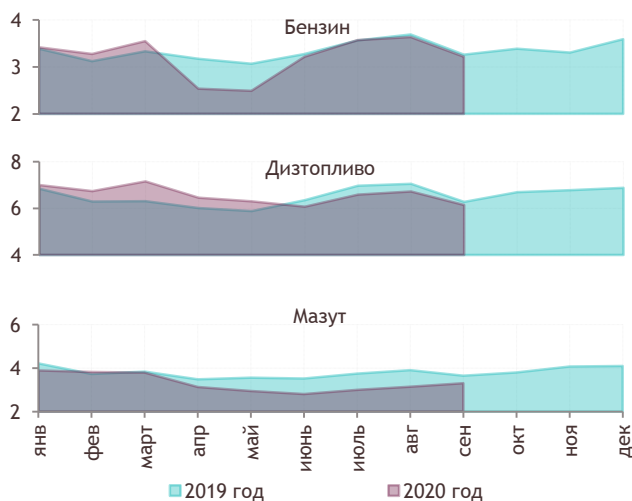


Добыча	
сентябрь 2020 (млн т)	40,7
% к сентябрю 2019	-11,8%
янв. – сен. 2020 (млн т)	386,8
% к янв. – сен. 2019	-7,7%
Экспорт	
сентябрь 2020 (млн т)	17,8
% к сентябрю 2019	-20,6%
янв. – сен. 2020 (млн т)	175,9
% к янв. – сен. 2019	-11,8%
Переработка	
сентябрь 2020 (млн т)	21,7
% к сентябрю 2019	-7,9%
янв. – сен. 2020 (млн т)	203,3
% к янв. – сен. 2019	-3,9%

**В сентябре 2020 г. среднесуточная добыча нефти в России выросла на 0,6% к августу.** Увеличение среднесуточной добычи нефти в сентябре продолжилось после роста в августе (+5,2% к июлю) за счет ослабления ограничений по добыче нефти в рамках сделки ОПЕК+. В годовом выражении снижение добычи нефти и конденсата в сентябре составило 11,8% (-12,7% в августе 2020 г. г/г). В сентябре продолжилось падение экспорта нефти из России (-20,6% к сентябрю 2019 г.), вызванное сокращением добычи.

Источник: МЭА, Минэнерго России

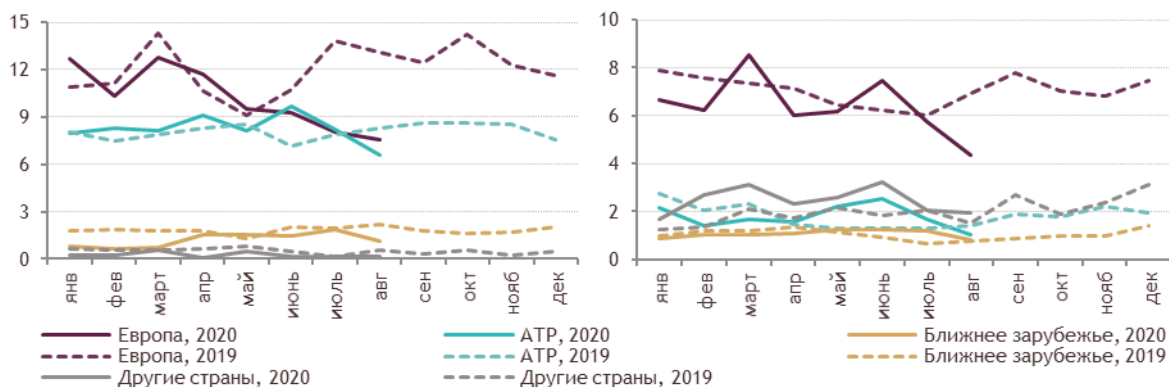
### Производство нефтепродуктов в России (млн т)



Бензин	
сентябрь 2020 (млн т)	3,2
% к сентябрю 2019	-1,3%
янв. — сен. 2020 (млн т)	28,9
% к янв. — сен. 2019	-3,2%
Дизтопливо	
сентябрь 2020 (млн т)	6,1
% к сентябрю 2019	-2,1%
янв. — сен. 2020 (млн т)	59,2
% к янв. — сен. 2019	2,1%
Мазут	
сентябрь 2020 (млн т)	3,3
% к сентябрю 2019	-9,5%
янв. — сен. 2020 (млн т)	29,9
% к янв. — сен. 2019	-11,3%

В сентябре 2020 г. продолжилось снижение переработки нефти в России в годовом выражении. Снижение нефтепереработки в сентябре (-7,9% г/г) было отмечено пятый месяц подряд и вызвано сужением внутреннего и внешнего спроса. Сокращение производства бензина и дизтоплива оказалось менее существенным (-1,3% г/г и -2,1% г/г соответственно). В сентябре производство моторных топлив сократилось по сравнению с августом в связи с начавшимся ремонтом на ряде НПЗ. По данным ПАО «Лукойл» на начало сентября, спрос на топливо в России восстановился до 95% от докризисного уровня.

### Экспорт нефти (слева) и нефтепродуктов (справа) из России (млн т)

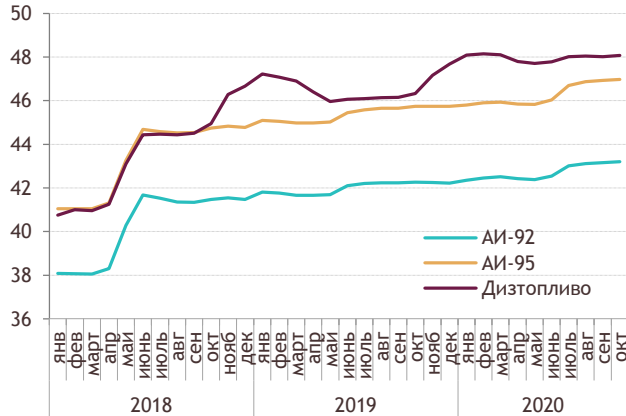


В августе 2020 г. экспорт нефти и нефтепродуктов из России продолжил сокращаться по всем основным направлениям. По данным ФТС России, в январе-августе 2020 г. относительно января-августа 2019 г. экспорт нефти из России в страны ближнего зарубежья сократился на 34%, в страны Европы — на 13%, а в страны АТР увеличился на 4%. В августе к июлю 2020 г. объемы поставок нефти из России сократились в страны АТР, Европы и ближнего зарубежья — по всем основным направлениям экспорта. Экспорт российских нефтепродуктов в январе – августе 2020 г. относительно января – августа 2019 г. сократился на 8% в страны Европы, но вырос на 2% в страны АТР, на 4% в страны ближнего зарубежья и на 40% в другие страны. При этом в августе к июлю 2020 г. экспорт нефтепродуктов также сократился по всем основным направлениям поставок.

Источник: Минэнерго России, ФТС России

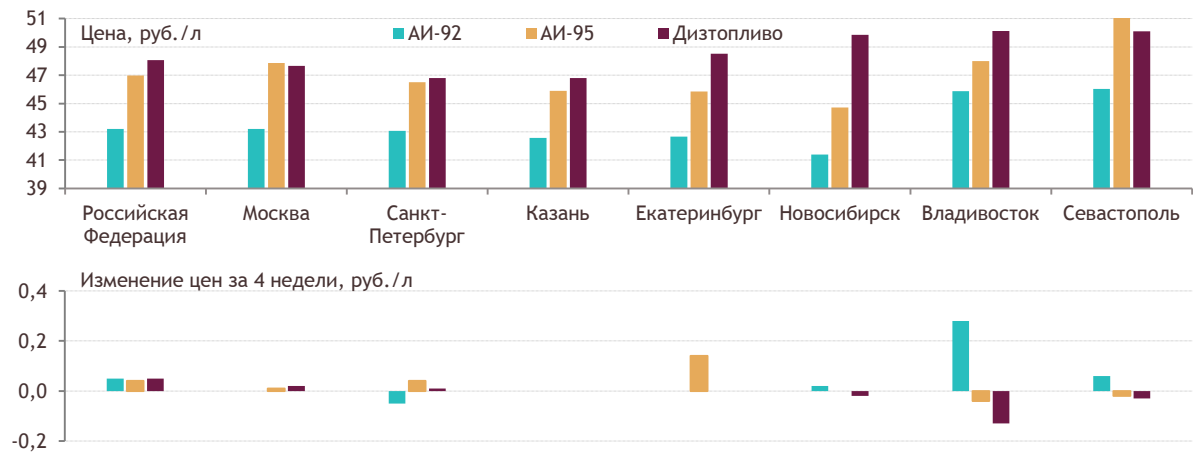


### Розничные цены на бензины и дизтопливо в России (руб./л)



В октябре продолжился медленный рост цен на топливо. С 21 сентября по 19 октября 2020 г. розничные цены на бензины и дизтопливо в среднем по России выросли на 0,04-0,05 руб./л. Замедление роста розничных цен на бензин связано со снижением оптовых цен: цены на АИ-92 в сентябре снизились на 1,8 тыс. руб./т (-3,5%), а цены на АИ-95 — на 2 тыс. руб./т (-3,9%). Рост цен на бензины за период с начала года (на 2,2-2,5%) остается в пределах инфляции (3,2%).

### Розничные цены в регионах России (на 19 октября 2020 г.)



### В фокусе: Изменение потребления нефти в мире в 2020 году к 2019 году



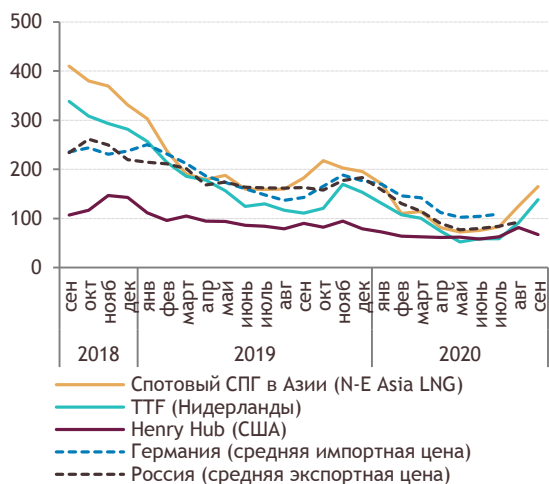
В 2020 году спрос на нефть сократится во всех регионах мира. В большинстве регионов (за исключением Китая) сильнейшее падение спроса на нефть было зафиксировано во II квартале 2020 г. В II-III кварталах кризис, связанный с пандемией COVID-19, значительно всего ударил по спросу на нефть в странах ОЭСР Европы и Америки. Со II квартала спрос на нефть в Китае начал расти за счет снятия большинства карантинных ограничений и перехода к росту экономики.

\* Бывш. СССР - за искл. Эстонии и Латвии (ОЭСР Европа)

Источник: Росстат, МЭА

## Природный газ

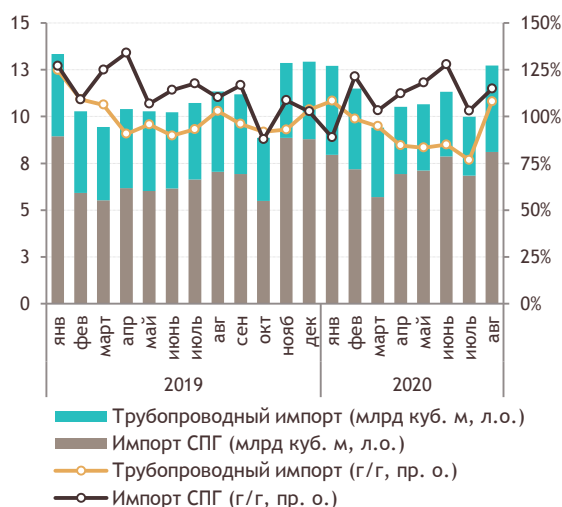
### Цены на газ в мире (долл./тыс. куб. м)



**В сентябре цены на газ сильно выросли в Европе и Азии и снизились в США.** В Европе цены на газ в сентябре сильно выросли (+50,8% к августу, индекс TTF) за счет частичного роста спроса и ограничения предложения из Австралии (частичная остановка СПГ-завода Gorgon), США и Норвегии (технические работы на ряде месторождений). В Азии цены на газ в сентябре также выросли (+31,7% к августу, индекс N-E Asia LNG) из-за ограничения предложения из Австралии и США и сезонного повышения спроса. В США цены на газ в сентябре снизились (-17,1% к августу, Henry Hub) на фоне падения экспорта СПГ из-за урагана Лаура.

**В июле Турция впервые с февраля 2020 г. сократила закупки СПГ.** По [данным](#) EPDK, импорт СПГ Турцией после роста в феврале-июне 2020 г. в годовом выражении в июле упал на 11,2% (поставки сократились из Алжира и прекратились из Катара и США). По [данным](#) Argus, сокращение закупок СПГ Турцией в июле связано с восстановлением импорта трубопроводного газа (показатель падает г/г с марта 2020 г., в июле падение резко замедлилось — до 3,1% г/г против 40-50% г/г в марте-июне, [данные](#) EPDK) за счет падения цен на газ с нефтяной индексацией (из-за снижения цен на нефть в мире в конце зимы — начале лета 2020 года), роста спотовых цен на газ и необходимости выполнения договоров «бери или плати».

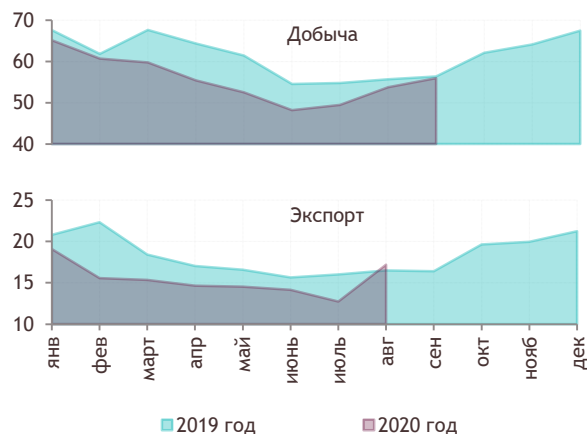
### В фокусе: Импорт газа в Китай в 2019-2020 годах (млрд куб. м)



**За 8 месяцев 2020 г. импорт газа в Китай вырос на 3,2% г/г.** По [данным](#) Главного таможенного управления Китая\*, рост импорта газа КНР в январе – августе 2020 г. полностью обеспечен увеличением закупок СПГ (+10% г/г) с февраля (в январе 2020 г. из-за COVID-19 они упали на 11,1% г/г). Трубопроводный импорт газа Китаем за 8 месяцев 2020 г. снизился на 7,4% г/г, при этом в августе впервые с февраля 2020 г. он вырос на 7,9% г/г. [Согласно](#) Argus, такая динамика связана с низкими ценами на нефть и газ (спот) в мире в первой половине 2020 года и в результате переносом сроков отбора газа по контрактам с нефтяной индексацией на конец года.

\* Оценка Аналитического центра с использованием коэффициента пересчета  
 Источник: Thomson Reuters, BAFA, GACC, ФТС России

### Добыча и экспорт газа в России (млрд куб. м)



Добыча газа	
сентябрь 2020 (млрд куб. м)	56,0
% к сентябрю 2019	-0,7%
янв. — сен. 2020 (млрд куб. м)	501,0
% к янв. — сен. 2019	-8,1%
Экспорт трубопроводного газа	
август 2020 (млрд куб. м)	17,2
% к августу 2019	+4,2%
янв. — авг. 2020 (млрд куб. м)	123,3
% к янв. — авг. 2019	-14,0%

В сентябре 2020 г. добыча газа в России стабилизировалась после 8 месяцев падения. Добыча газа в России после падения в годовом выражении с начала 2020 года в сентябре почти не изменилась (-0,7% г/г, Росстат) за счет возобновления с августа 2020 г. роста трубопроводного экспорта газа.

### Экспорт газа из России по основным направлениям (млрд куб. м)

	авг. 2020	% к авг. 2019	янв. — авг. 2020	% к янв. — авг. 2019
<b>Экспорт трубопроводного газа*</b>				
Всего	17,2	+4,2%	123,3	-14,0%
Дальнее зарубежье	14,5	+7,0%	100,8	-15,5%
Германия	3,2	+10,4%	21,3	-34,9%
Италия	2,2	+623,2%	13,7	+17,6%
Франция	1,4	+8,4%	7,9	-11,4%
Турция	1,0	-28,8%	6,0	-44,3%
Великобритания	0,3	-79,5%	3,3	-55,7%
СНГ	2,7	-8,7%	22,5	-6,3%
Беларусь	1,4	-3,2%	11,7	-9,2%
Казахстан	0,9	-18,0%	7,5	-4,3%
<b>Экспорт сжиженного природного газа</b>				
Всего	3,4	+3,3%	27,4	+3,1%

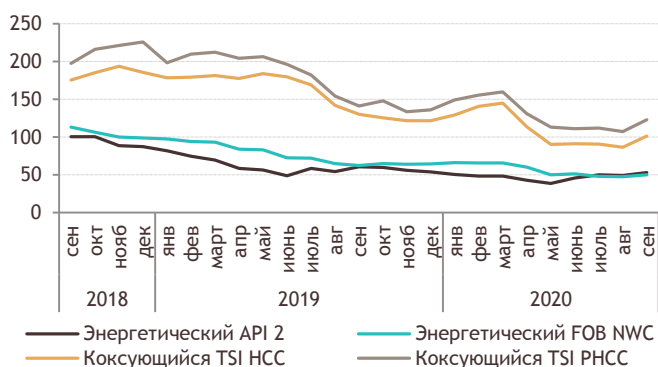
В августе вырос экспорт газа из России. В августе впервые с начала 2020 года вырос трубопроводный экспорт газа из России (+4,2% г/г) за счет роста поставок в дальнее зарубежье (+7% г/г) (ФТС России). В августе в дальнем зарубежье закупки российского газа увеличили все крупнейшие импортеры, кроме Турции и Великобритании. В августе также возобновился рост экспорта СПГ из России (завершение техобслуживания заводов «Сахалин-2» и «Ямал СПГ»).

В III квартале 2020 г. ПАО «НОВАТЭК» увеличило добычу газа, но сократило его реализацию. По предварительным данным ПАО «НОВАТЭК», в III квартале 2020 г. добыча природного газа компанией выросла на 4,5% г/г (до 19,1 млрд куб. м); за 9 месяцев 2020 г. показатель увеличился на 1,5% г/г (до 56,7 млрд куб. м). В III квартале 2020 г. реализация природного газа компанией снизилась на 0,8% г/г (до 16,6 млрд куб. м); за 9 месяцев 2020 г. показатель сократился на 6,1% г/г (до 54,2 млрд куб. м). Снижение продаж газа компанией главным образом связано с сокращением реализации СПГ на международных рынках (-29,6% г/г за 9 месяцев 2020 г.) из-за уменьшения доли продаж «Ямал СПГ» на спотовом рынке через акционеров и увеличения доли прямых продаж по долгосрочным контрактам.

\* Общие поставки по контрактам (с возможностью своповых операций и перепродажи).  
Источник: Росстат, ФТС России, ЦДУ ТЭК

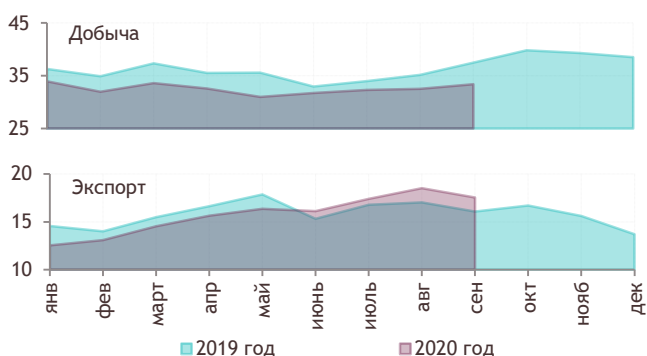
## Уголь

### Цены на уголь в мире (долл./т, среднее за месяц)



В сентябре 2020 г. цена на энергетический уголь в Европе и Азии увеличилась. Цена на энергетический уголь в Европе в сентябре возросла (на 8,2% к августу 2020 г.) на фоне увеличения спроса на уголь в связи с ростом цен на газ. В Азии рост цен составил +5,4% к августу за счет роста импорта в Китае. Цена на коксующийся уголь также увеличилась (+15% для премиальных марок).

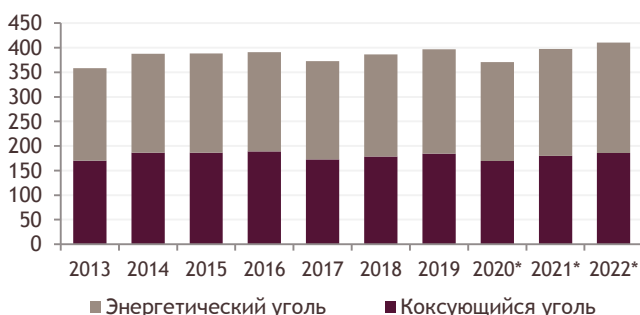
### Добыча угля в России и его экспорт (млн т)



Добыча угля	
сентябрь 2020, млн т	33,4
% к сентябрю 2019	-10,9%
янв. — сентябрь 2020, млн т	293,1
% к янв. — сентябрю 2019	-8,2%
Экспорт угля	
сентябрь 2020, млн т	17,5
% к сентябрю 2019	+9,1%
янв. — сентябрь 2020, млн т	141,8
% к янв. — сентябрю 2019	-1,4%

В сентябре 2020 г. продолжилось снижение добычи угля в России по сравнению с аналогичным периодом 2019 года. Добыча угля в сентябре 2020 г. продолжила сокращаться на 10,9% г/г в условиях снижения спроса и низких цен на уголь в Европе, при этом экспорт угля из России, напротив, вырос — на 9,1% г/г преимущественно за счет увеличения поставок в страны АТР.

### В фокусе: Экспорт угля из Австралии (млн т)



В 2020 году ожидается снижение экспорта угля из Австралии. Правительство Австралии ожидает сокращения экспорта коксующегося и энергетического угля суммарно на 6,5% в 2020 году, что связано со снижением мирового спроса на уголь. Ряд угледобывающих компаний Австралии уже анонсировали сокращение добычи в связи со снижением цен на уголь. По прогнозам, с ростом цен увеличение экспорта страны возобновится и достигнет 411 млн т к 2022 году.

\* прогноз  
Источник: Thomson Reuters, Argus, Минэнерго России, Правительство Австралии

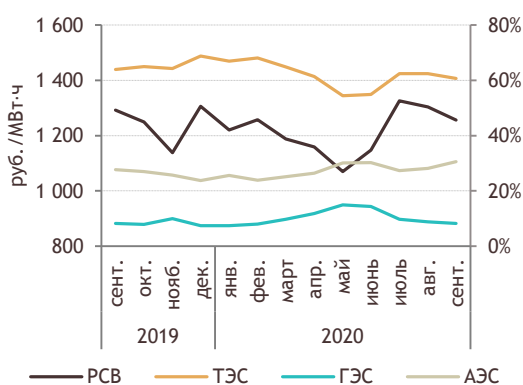
## Электроэнергетика

### Баланс электроэнергии ЕЭС России (млрд кВт·ч)

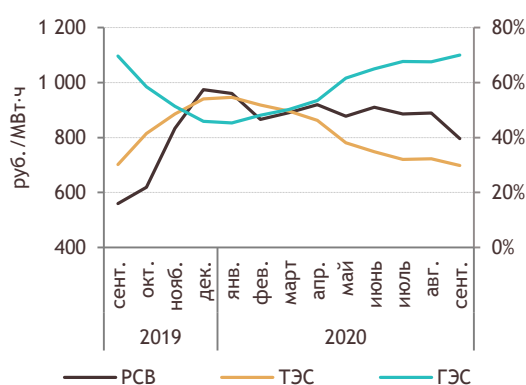
Статья баланса	Сентябрь 2020	Прирост к 2019	9 месяцев 2020	Прирост к 2019
Потребление	78,5	-3,0%	750,6	-2,9%
Производство, в т.ч.:	80,0	-3,4%	760,1	-3,6%
ТЭС (тепловые)	39,0	-9,3%	400,5	-10,8%
ГЭС (гидравлические)	17,4	-0,7%	155,7	12,4%
АЭС (атомные)	18,2	6,0%	153,8	0,0%
ЭПП (промпредприятия)	51,0	1,5%	47,6	4,0%

Потребление электроэнергии в России по итогам 9 месяцев 2020 г. сократилось на 2,8% г/г (на 2,9% г/г в ЕЭС России). Экспорт электроэнергии из России за этот же период, по [данным](#) ЦДУ ТЭК, сократился на 40,3% г/г (до 8,7 млрд кВт·ч), а импорт — на 16,2% (до 0,9 млрд кВт·ч). Причина — пандемия новой коронавирусной инфекции.

#### Индексы РСВ на покупку и структура планового производства электроэнергии в первой ценовой зоне



#### Индексы РСВ на покупку и структура планового производства электроэнергии во второй ценовой зоне



Индексы РСВ на покупку в сентябре 2020 г. снизились в обеих ценовых зонах: в 1ЦЗ индекс снизился до 1256,8 руб./МВт·ч (-3,6% к августу 2020 г.), а во 2ЦЗ — до 796,2 руб./МВт·ч (-10,5%). По итогам 9 месяцев индекс РСВ на покупку в 1ЦЗ снизился на 3,8% (к декабрю 2019 г.), а во 2ЦЗ — на 18,3%.

**Динамика задолженности на ОРЭМ и РРЭ.** Задолженность на ОРЭМ в сентябре 2020 г. снизилась второй месяц подряд. В результате в августе-сентябре 2020 г. задолженность снизилась на 4,2 млрд руб., главным образом за счет потребителей Северо-Кавказского ФО (эффект присвоения статуса ГП в указанном регионе ДЗО ПАО «Россети»). Задолженность на РРЭ в августе 2020 г. снизилась (-3,1 млрд руб. к июлю 2020 г.) после резкого увеличения в июле 2020 г. (+18,8 млрд руб. к июню 2020 г.). Основной вклад в снижение внесли промышленные (-4 млрд руб.) и непромышленные (-1,5 млрд руб.) потребители, тогда как задолженность бюджетных потребителей и населения выросла на 1,1 млрд руб. и 0,7 млрд руб. соответственно.

Источник: СО ЕЭС, АО «АТС», АО «ЦФР»

## Стратегии продвижения водорода в разных странах

*Водород привлекает все большее внимание как перспективное средство декарбонизации экономики (в связи с его высоким потенциалом энергоносителя и способностью выступать в качестве средства накопления и хранения энергии). Пока использование водорода преимущественно ограничено традиционными секторами, а его производство опирается на ископаемое топливо, но в будущем рынок водорода, включая водород на базе низкоуглеродной энергетики, может заметно возрасти. Это потребует стимулирования спроса и расширения поддержки водородных проектов, и ряд развитых стран уже представили соответствующие стратегии.*

### «Водородные» перспективы

Водородная индустрия подверглась крайне серьезному влиянию кризиса 2020 года по сравнению с другими секторами энергетики — именно такую оценку [дало](#) МЭА ситуации последних месяцев, указывая на существенные потери в нефтепереработке, химической отрасли и металлургии, которые формируют основную часть современного спроса на водород. Это может поставить в сложное положение цепочки стоимости в отрасли, а следовательно, и инновационные проекты в сфере технологий водородной энергетики. Несмотря на осторожность при оценке воздействия кризиса, базовый прогноз МЭА от 2020 года по производству водорода можно охарактеризовать как весьма позитивный, во всяком случае в части низкоуглеродного производства водорода (График 1). Более того, 2020 год становится «точкой перелома», обозначающей начало экспоненциального развития отрасли, по крайней мере на ближайшие несколько лет.

Стратегические перспективы водорода для развитых стран в значительной мере связаны именно с низкоуглеродной водородной энергетикой, позволяющей сократить выбросы парниковых газов. Такая энергетика предполагает использование водорода, имеющего низкий углеродный след, в качестве энергоносителя. В настоящее время наиболее эффективно производить такой водород возможно либо из природного газа или угля с использованием технологий улавливания и хранения углерода (CCS), либо путем электролиза, используя электроэнергию с низким углеродным следом.

Прямой позитивный эффект применения водорода с климатической точки зрения связан с расширением его использования в качестве топлива вместо ископаемых источников, поскольку при его сжигании не образуется CO<sub>2</sub> (при этом необходимо учитывать,

что выбросы NOx при сжигании водорода превосходят аналогичные выбросы при сжигании природного газа за счет высокой температуры горения).

Наиболее перспективными отраслями для использования водорода как средства декарбонизации, помимо расширения уже существующего применения в промышленности, являются энергетика, транспорт и коммунальное хозяйство. Высокий потенциал декарбонизации имеет сталеплавильная отрасль в случае широкого применения методов прямого восстановления железа. В ближайшем будущем перспективно использование водорода в качестве топлива для автомобилей на водородных топливных элементах. Парк таких автомобилей к концу 2019 года превысил 25 тыс. машин, причем свыше 12 тыс. было продано за последний год. В основном расширение этого парка происходит в Азии (Китай, Япония, Республика Корея), хотя лидером по его размерам остаются США. Другим направлением применения водорода является частичное замещение природного газа с использованием существующей газопроводной инфраструктуры.

**График 1**

#### Низкоуглеродное производство водорода в мире (факт и прогноз)



Источник: IEA. *Hydrogen (Tracking report)*. June 2020

Водород имеет высокий потенциал применения в качестве средства хранения и накопления энергии, а также балансировки нагрузки энергосетей, в особенности с учетом нестабильности потребления электроэнергии и ее генерации (при использовании ВИЭ). В случае недостатка спроса на энергию ее излишки могут расходоваться на производство водорода (методом электролиза), а в случае повышенного спроса наработанный водород может использоваться для генерации электроэнергии.

Существенными ограничениями широкого применения являются высокая стоимость производства низкоуглеродного водорода, а также трудности его транспортировки.



Этим во многом обусловлен локальный характер производства и потребления. В случае успешного развития технологий нормированная себестоимость водорода (с учетом производства, транспортировки и хранения) должна снизиться, а география и объемы потребления — расширяться. По оценке IRENA (2019 год), стоимость 1 кг водорода на базе ветровой энергии составляет в среднем около 4 долл., солнечной — почти 7 долл., тогда как производство из угля или газа обходится в 1,5–2,5 долл. (даже с учетом CCS), и с развитием технологий эта разница исчезнет далеко после 2030 года, хотя в отдельных случаях сопоставимость издержек может быть достигнута и сейчас. Использование в качестве автотоплива сталкивается с проблемой заправочной инфраструктуры.

### *Стратегические ориентиры развития водородных технологий*

Расширение энергетического использования водорода требует государственной поддержки, и эта поддержка растет. [По оценкам МЭА](#), увеличивается и количество мер, направленных на стимулирование водородных технологий, и количество секторов, которые они охватывают. По состоянию на 2018 год в мире [насчитывалось](#) около 50 мер, напрямую поддерживающих энергетическое использование водорода — преимущественно на транспорте (пассажирский транспорт, заправочная инфраструктура, автобусы, грузовой транспорт). В 2019-2020 годах наблюдается смещение акцента государственной политики с отдельных мер на комплексные стратегии развития водородной энергетики. Оно отражает возобновление интереса к одновременному раскрытию потенциала водорода в различных секторах экономики: не только на транспорте, но и в промышленности, тепло- и электроэнергетике и т.д.

Первой страной, сформировавшей свою национальную водородную стратегию, стала Япония. Ее стратегия появилась в декабре 2017 г., а в 2019 году последовала «Стратегическая дорожная карта для водорода и топливных элементов». В 2019 году стратеги-

***Согласно стратегиям развитых стран, расширение использования водорода в целом сохранит позиции стран как импортеров и экспортеров энергоресурсов***

ческие планы по развитию водорода раскрыла Республика Корея. Взгляды этих крупнейших развитых импортеров энергоресурсов в АТР на роль водорода близки: повышение энергетической безопасности за счет диверсификации источников энергии, ориентация на импорт водорода, развитие технологий на экспорт и выполнение климатических обязательств (Таблица 1).

На заинтересованность ключевых региональных энергопотребителей в водороде и благоприятные прогнозы мирового спроса оперативно отреагировала Австралия — крупнейший экспортер энергоресурсов в АТР среди развитых стран. Ее национальная водородная стратегия увидела свет также в 2019 году. Она направлена на усиление экспорта



ных позиций за счет освоения новой рыночной ниши и переход к более устойчивым энергетическим технологиям внутри страны (в т.ч. технологиям CCS). Австралия [уже](#) организовала партнерство с Японией по развитию пилотного проекта по созданию цепочки энергетических поставок водорода и подписала соглашение о намерениях с Республикой Корея о достижении сотрудничества по экспорту и импорту водорода.

МЭА [отмечает](#), что в условиях кризиса, связанного с распространением Covid-19, важно не упустить момент для продвижения водородных технологий и не снижать поддержку. Растущее количество водородных стратегий (по крайней мере в европейском регионе) позволяет рассчитывать, что водородные технологии продолжат динамично развиваться. В частности, в марте 2020 г. утверждена стратегия Нидерландов, в июне — Германии и Норвегии, в июле — Португалии и ЕС в целом, а в сентябре последовала стратегия Франции. Примечательно, что европейские стратегии (например, Германии и Франции) представлены в контексте планов по восстановлению экономик.

[Таблица 1](#)

**Сравнительная характеристика действующих водородных стратегий<sup>1</sup>**

Страна	Ориентиры	Финансирование	Управление
Япония	<a href="#">Базовая водородная стратегия 2017 года</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Достижение «общества водорода» для повышения энергобезопасности и декарбонизации</li> <li>• Ориентация на импорт водорода (с акцентом на «зеленый» водород после 2040 года)</li> <li>• Основное применение в электроэнергетике</li> <li>• Развитие экспорта автомобилей на топливных элементах (например, Toyota)</li> </ul>	664 млн долл. США в 2020 финансовом году	Министерский совет по ВИЭ, водороду и смежным вопросам
Республика Корея	<a href="#">Дорожная карта водородной экономики 2019 года</a> и Национальная дорожная карта развития водородных технологий 2019 года <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лидерство в производстве топливных элементов для автомобилей и для электростанций</li> <li>• Ориентация на импорт водорода</li> <li>• Развитие экспорта автомобилей на топливных элементах (например, Hyundai) и топливных элементов для электростанций</li> </ul>	2,6 трлн вон (2,2 млрд долл. США) на промышленную экосистему для водородных автомобилей до 2022 года	Министерство торговли и энергетики, а также H2KOREA — государственно-частное партнерство; в январе 2020 г. принято водородное законодательство

<sup>1</sup> В 2019 году первую часть своей стратегии «Видение развития водорода» представила [Новая Зеландия](#), но вторая часть — «Дорожная карта» — пока в разработке.

Страна	Ориентиры	Финансирование	Управление
Австралия	<p><a href="#">Национальная водородная стратегия 2019 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Развитие экспортного направления (в т.ч. инициатива «H2 менее чем за 2 австр. долл. (1,4 долл. США)/кг» — оценка выхода на конкурентоспособность)</li> <li>Создание цепочек энергетических поставок водорода на основе энергии солнца, ветра и воды и крупномасштабной экспортно ориентированной производственной инфраструктуры и использование CCS для получения низкоуглеродного водорода из ископаемых ресурсов (угля и природного газа)</li> </ul>	Около 297 млн долл. США на разных уровнях правительства в 2015-2019 годах с акцентом на R&D, демонстрационные и пилотные проекты	Австралийский водородный совет, объединяющий представителей ТЭК, транспорта, консалтинга и инноваций — при поддержке Правительства Австралии
ЕС	<p><a href="#">Водородная стратегия для климатически нейтральной Европы 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности и отсутствия загрязнения</li> <li>Использование водорода на основе энергии ветра и солнца</li> </ul>	145 млрд евро (170 млрд долл. США) до 2030 года на гранты и субсидии	Европейский альянс чистого водорода, включающий представителей власти, бизнеса и гражданского общества
Германия	<p><a href="#">Национальная водородная стратегия 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности</li> <li>Ориентация на импорт и внутреннее производство «зеленого» водорода</li> <li>Основное применение на транспорте и в промышленности</li> <li>Развитие технологий Power-to-X</li> </ul>	1,4 млрд евро (1,7 млрд долл. США) в 2016-2026 годах на инновации; 1,1 млрд евро (1,3 млрд долл. США) в 2020-2023 годах на R&D и трансфер технологий; 9 млрд евро (10,6 млрд долл. США) — План восстановления	Государственный комитет по водороду (состоящий из министров); Координационный офис по водороду в правительстве; Национальный совет по водороду (экспертный)
Франция	<p><a href="#">Национальная стратегия развития «чистого» водорода 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности</li> <li>Расширение мощностей электролиза и внутреннее производство «зеленого» водорода</li> <li>Основное применение на транспорте и в промышленности</li> </ul>	7,2 млрд евро (8,5 млрд долл. США) до 2030 года — План восстановления	Национальный комитет по водороду; Французская ассоциация по водороду и топливным элементам
Нидерланды	<p><a href="#">Государственная стратегия по водороду 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности</li> <li>Расширение мощностей электролиза и внутреннее производство «зеленого» водорода, в т.ч. с использованием CCS</li> <li>Укрепление роли энергетического хаба</li> </ul>	35 млн евро (41 млн долл. США) ежегодно с 2021 года для «зеленого» водорода	Правительство на разных уровнях
Португалия	<p><a href="#">Национальная водородная стратегия 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности</li> </ul>	7 млрд евро (8,3 млрд долл. США) до 2030 года — инвестиции	Правительство
Норвегия	<p><a href="#">Водородная стратегия 2020 года</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Достижение климатической нейтральности</li> <li>Расширение мощностей электролиза и внутреннее производство «зеленого» водорода, в т.ч. с использованием CCS</li> <li>Основное применение на транспорте и в промышленности</li> </ul>	120 млн крон (13 млрд долл. США) — План восстановления	Правительство

Источник: Аналитический центр на основе стратегий и обзоров Bennett Jones

## Водород: развитие технологий и прогноз спроса

*Водород является перспективным энергоносителем, способным накапливать и хранить энергию. Традиционные способы его производства энергозатратны и связаны с выбросами диоксида углерода. Для декарбонизации индустрии необходимо снизить себестоимость получения водорода с низким углеродным следом. По прогнозам МЭА, переход к чистой энергии потребует ввода новых ядерных мощностей в [объеме](#) 15 ГВт/год. Серьезным ограничением использования водорода являются также его хранение и транспортировка. Технологические и экономические вопросы могут быть решены при значительном увеличении коммерческого спроса на водород, для чего необходима государственная поддержка.*

Водород обладает комбинацией свойств, обуславливающих его промышленное применение при экологической безопасности процессов преобразования энергии, в которых он используется. Эти же свойства создают ряд технических проблем при его использовании. Экологичность водорода является основой его привлекательности в условиях господствующего экологического тренда. Использование водорода для выработки энергии потенциально способно создать замкнутый цикл, в котором ресурсы сырья для производства водорода — воды будут восполняться при его потреблении, что невозможно при использовании какого-либо другого из известных энергоносителей.

Водород в перспективе имеет потенциал создания «распределенной» структуры потребления, когда он производится там и тогда, где и когда имеются в достаточном объеме энергия и сырье для его производства, и используется для выработки энергии там и тогда, где и когда в ней присутствует потребность. Возможность накопления и хранения позволяет использовать водород для создания накопителей энергии.

Серьезным ограничением использования водорода являются его хранение и транспортировка. При значительном спросе на водород за счет господдержки ожидается развитие технологий и снижение нормированной стоимости хранения и транспортировки.

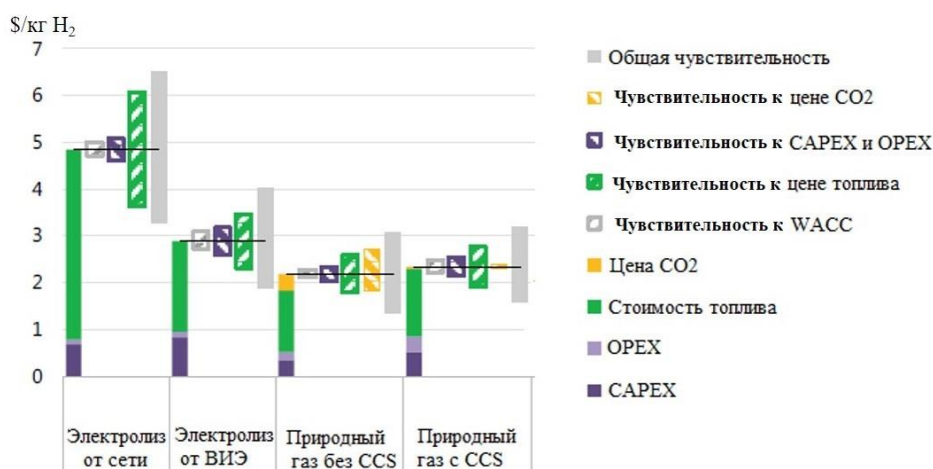
### *Способы получения водорода*

Получать водород возможно многими способами, применяя различные источники энергии. Диапазон затрат на производство водорода различными методами в Европе в 2030 году приведен по данным МЭА и иных источников (Таблица 2).

Наиболее технологически освоенными на сегодняшний день являются методы получения водорода из ископаемого сырья. Это отработанные, наиболее экономически эффективные технологии (График 2). В тоже время им присущи и недостатки — для получения водорода с низким углеродным следом требуются применение технологий улавливания углерода (carbon capture&storage, CCS), высокий расход сырья на технологическое тепло, дополнительная очистка полученного H<sub>2</sub>. Перспективные методы производства водорода (пиролиз, плазменная конверсия, термохимические циклы) имеют положительные стороны: отсутствуют выбросы CO<sub>2</sub>, есть возможность получения побочной продукции и др. В то же время эти методы также энергозатратны, для них характерны высокие температуры (как следствие, высокие потери на тепловое излучение), требующие подбора конструкционных материалов и иные технологические вопросы, требующие решения. В настоящее время на основе данных способов разрабатываются экспериментальные и опытно-промышленные образцы установок получения водорода.

График 2

Чувствительность себестоимости водорода (различные технологии) в 2030 году



Источник: МЭА. *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. June 2019*

Применение атомной энергетики в производстве водорода способно повысить его эффективность с учетом возможностей обеспечения дешевой энергией. Возможны два варианта использования атомной энергии для производства водорода.

Первый вариант представляет собой производство водорода электролизом с использованием электроэнергии, вырабатываемой АЭС, в том числе за счет задействования недоиспользуемой мощности с учетом диспетчерских ограничений в периоды снижения спроса на электроэнергию. Второй вариант для производства водорода предполагает использование технологического тепла, вырабатываемого перспективным высоко-

температурным газоохлаждаемым реактором (ВТГР). Конструкция топлива и конструкционные материалы реакторной установки (РУ) в совокупности с принятыми конструктивными решениями гарантированно исключают плавление активной зоны, что обеспечивает безопасное размещение энергоустановок вблизи промышленных объектов. Данная особенность наряду с высокой температурой теплоносителя на выходе позволяет использовать ВТГР в качестве источника высокопотенциального тепла для производства водорода.

Таблица 2

Сравнение стоимости водорода, произведенного разными способами, при цене электроэнергии 40 долл./МВт·ч

Способ	Средневзвешенная стоимость H <sub>2</sub> , \$/кг	Комментарий
Газификация углеводородов	1,34–1,63 (2017г.)*	
Паровая конверсия углеводородов	1,5–3,0 (2019 г.)**	
Водно-щелочной электролиз	4,5–5,5 (2020 г.) 2,5–3,0 (2030 г.)	CAPEX: 1500 – 2000 долл./кВт (2020 г.) 400 – 850 долл./кВт (2030 г.) КПД: 65% Срок службы: 90–100 тыс. час.
Электролиз с твердым полимерным электролитом	3,0–4,0 (2030 г.)	CAPEX: 650–1500 долл./кВт (2030 г.) КПД: 65% Срок службы: 60-90 тыс. час.
Высокотемпературный электролиз (экспериментальные и опытно-промышленные образцы установок)	2,5–4,5 (2030 г.)	CAPEX: 800-2800 долл./кВт (2030 г.) КПД: 77–84% Срок службы: 40–60 тыс. час.
Пиролиз углеводородов (экспериментальные и опытно-промышленные образцы установок)	1,59–1,70 (2017 г.)*	
Плазменная конверсия (экспериментальные и опытно-промышленные образцы установок) малый масштаб без учета побочного продукта малый масштаб с учетом побочного продукта	7,0 2,5 (2017 г.)***	
Термохимические циклы (экспериментальные и опытно-промышленные образцы установок) S-I Cu-Cl	2,45–2,63 2,17 (2017 г.)*	

Источники: \* Nikolaidis P., Poullikkas A. A comparative overview of hydrogen production processes. - Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2017. - 67. P. - 597-611.

\*\* International Energy Agency. The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. - Report prepared by the IEA for the G20. - IEA Publications. - June 2019. - Japan.

\*\*\* R&D Opportunities for Development of Natural Gas Conversion Technologies for Co-Production of Hydrogen and Value-Added Solid Carbon Products. - PNNL. - November 2017.

Согласно предварительным оценкам ГК «Росатом», схема производства водорода методом паровой конверсии метана с использованием высокопотенциального тепла перспективной РУ ВТГР-200 позволяет производить водород со средневзвешенной стоимостью, оцененной на момент начала проекта при величине ставки дисконтирования 7%, в диапазоне 1,85-2,35 долл./кг без учета его хранения и доставки, в зависимости от цены потребляемого природного газа от 4260 руб./тыс. куб. м до 9000 руб./тыс. куб. м.

### Хранение и транспортировка водорода

Специфические физико-химические свойства водорода обуславливают техническую сложность и высокую стоимость его хранения и транспортировки. Выбор оптимальных способов хранения и транспортировки критически важен для рынка коммерческого водорода, предполагающего разделение производителей и потребителей и необходимость организации логистики водорода.

Хранение и транспортировка водорода имеют ключевое значение в формировании конечной цены продукции для потребителя. При реализации наиболее благоприятного сценария с повышенным спросом и планомерным развитием технологий, ожидается снижение стоимости хранения и транспортировки водорода (График 3, График 4).

График 3

### Нормированная стоимость хранения водорода



Источник: ДСУ Госкорпорации «Росатом», BNEF

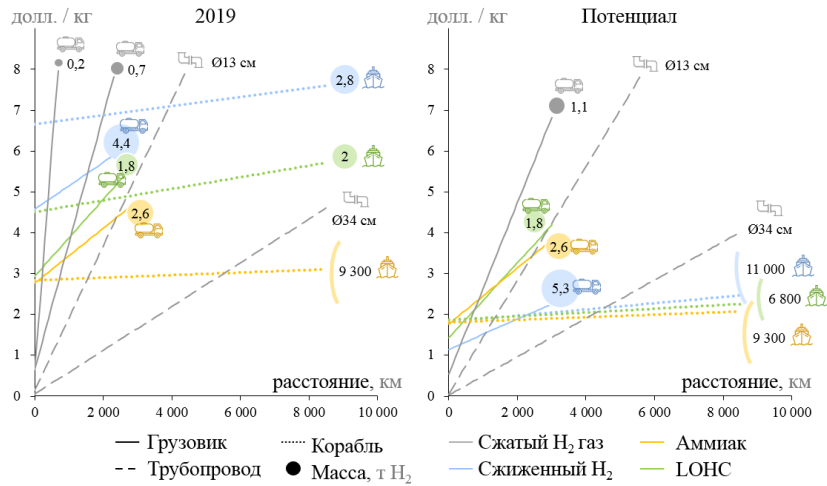
В настоящее время в мире ведутся НИОКР технологий хранения водорода в гидридах металлов, углеродных наноструктурах, металлоорганических комплексах. Все работы находятся на начальных этапах исследований, их роль в развитии коммерческого направления в ближайшее десятилетие несущественна.

Ни одна из форм хранения/транспортировки водорода не может считаться универсальным вариантом для всех возможных применений, для различных задач выбор опти-

мальной комбинации технологий отличается. На выбор комбинации, помимо стоимости, сильное влияние оказывают расстояние транспортировки и объемы водорода.

График 4

Нормированная стоимость транспортировки водорода



Источник: ДСУ Госкорпорации «Росатом», VNEF

Прогноз потребления водорода в мире

В 2018 году потребление чистого водорода в мире составило около 74 млн т, преимущественно в нефтепереработке, химической промышленности и металлургии; на текущий момент водород почти полностью производится с использованием ископаемых видов топлива (природного газа, угля и нефти).

График 5

Прогноз потребления чистого водорода различными отраслями в мире (млн т)



Источник: ДСУ Госкорпорации «Росатом»

Значительный рост потребления водорода на транспорте и в энергетике возможен в случае сохранения мировых трендов на экологичность и использование водорода. Основываясь на приведенной информации о стоимости водорода и прогнозах мирового потребления, к 2030 году в мире можно ожидать спрос в размере ~ 100-114 млн т (+35-55% к 2018 году) водорода в год при себестоимости его производства около 2 долл./кг (График 5).



## Развитие водородной энергетики в России

*За 2019-2020 годы в развитии водородной энергетики в России произошли существенные изменения<sup>2</sup>. Водородная энергетика была включена в перечень перспективных направлений развития энергетики, в октябре 2020 г. утверждена «дорожная карта» развития данного направления в стране. Активизировалось сотрудничество ведущих российских компаний (в т.ч. с зарубежными партнерами) по вопросу реализации пилотных проектов в области водородной энергетики. Перспективы развития отрасли в России связывают прежде всего с экспортом водорода, однако значительный потенциал его использования есть и на внутреннем рынке.*

### *Перспективы развития водородной энергетики в России*

Интерес к развитию водородной энергетики в России растет. В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года (ЭС-2035) водородная энергетика обозначена в качестве одного из перспективных направлений развития энергетики. В октябре 2020 г. утвержден план мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года<sup>3</sup> (План), предусматривающий совершенствование нормативно-правовой базы, формирование и реализацию мер государственной поддержки проектов в области водородной энергетики, укрепление позиций российских компаний на рынках сбыта водорода и проведение НИОКР. При участии ГК «Росатом» и ПАО «Газпром» планируется реализация ряда пилотных проектов, включая создание пилотных установок низкоуглеродного производства водорода, разработка и испытание газовых турбин на метано-водородном топливе, создание опытного образца железнодорожного транспорта на водороде и производство водорода на базе АЭС. В соответствии с Планом к апрелю 2021 г. должна быть разработана концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации, в которой, согласно Минэнерго России, в частности должны быть сформулированы приоритеты развития водородной энергетики в стране на кратко-, средне- и долгосрочную перспективы.

Перспективы развития водородной энергетики в России главным образом связываются с экспортом водорода, что отражено в ЭС-2035 и Плате. В ЭС-2035 поставлена задача по вхождению России в число мировых лидеров по экспорту водорода и установлены

---

<sup>2</sup> См. [«Водородная экономика: новые надежды на успех»](#), Энергетический бюллетень, № 73 июнь 2019 г.

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р.



соответствующие целевые показатели: 0,2 млн т (2,2 млрд куб. м) в 2024 году и 2 млн т (22,2 млрд куб. м) в 2035 году.

Экспортная ориентация водородной энергетики в России связана с наличием конкурентных преимуществ.

К ним, во-первых, можно отнести географическую близость к потенциальным рынкам сбыта водорода (страны АТР и ЕС).

Во-вторых, наличие больших запасов ресурсов (газа, угля и воды), значительный резерв генерирующих мощностей в ЕЭС России и огромный потенциал в сфере зеленой энергетики позволяют развивать производство водорода в России различными методами (паровой конверсией метана, в т.ч. в комбинации с технологиями улавливания и хранения углерода (CCS); электролизом, в т.ч. с помощью энергии от ВИЭ и АЭС). Потенциал производства водорода в России только за счет загрузки неиспользуемых резервных генерирующих мощностей [Минэнерго России](#) оценивает в 3,5 млн т (резерв мощностей — 45 ГВт, КИУМ — 40%), [Фонд «ЦСР»](#) — в 5-6 млн т (резерв мощностей — 45 ГВт, КИУМ — 70-80%), [Инфраструктурный центр EnergyNet](#) — в 1,9-3,5 млн т (при КИУМ 46-85%). Это позволит повысить эффективность использования мощностей в электроэнергетике России.

Декарбонизация и энергопереход на потенциальных рынках сбыта будут формировать определенные требования к экспорту водорода из России (в частности, в [Водородной стратегии ЕС](#) приоритет отдается «зеленому» водороду, произведенному с использованием электроэнергии ВИЭ, но на переходном этапе также признается роль «низкоуглеродного» водорода, полученного из ископаемого топлива в комбинации с технологиями CCS и иных низкоуглеродных источников электроэнергии). В этой связи интерес для России представляет производство «безуглеродного» или «углеродно-нейтрального» водорода на базе электроэнергии ГЭС, АЭС, ВИЭ и традиционных энергоносителей в комбинации с технологиями CCS. Однако из-за незначительных мощностей ВИЭ и сравнительно высокой приведенной стоимости производства электроэнергии (LCOE) на них производство «зеленого» водорода в России в ближайшей перспективе не получит широкого распространения.

В-третьих, это существующая газотранспортная инфраструктура в России и растущая отрасль СПГ, которые создают предпосылки для развития производства водорода из природного газа и экспорта его по трубопроводам и в сжиженном виде. На текущем этапе подмешивание водорода к природному газу в магистральных газопроводах [затруднено](#) (в т.ч. из-за более низкого допустимого уровня концентрации водорода в смеси для промышленных потребителей), но в мире ведется реализация таких пилотных проектов, в частности итальянская Snam [доказала](#) техническую осуществимость под-

мешивания до 10% водорода в магистральные газопроводы. Вместе с тем, по оценкам ООО «Газпром экспорт»<sup>4</sup>, поставки водорода по экспортным газопроводам влекут риски нарушения долгосрочных контрактных обязательств по качеству газа и необходимость дополнительных инвестиций в газотранспортную инфраструктуру, в связи с чем компания рассматривает альтернативу — производство водорода из природного газа после его транспортировки по магистральному газопроводу методом крекинга метана.

Наряду с экспортным направлением водородная энергетика имеет перспективы внутри страны. Во-первых, это возможность снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, прежде всего от транспорта, что актуально в первую очередь для крупных городов. Однако водороду предстоит конкурировать с газомоторным топливом и электромобилями на базе литиевых батарей. В ЭС-2035 транспорт рассматривается как одно из приоритетных направлений использования водорода на внутреннем рынке.

Во-вторых, это обеспечение энергоснабжения изолированных и труднодоступных территорий (ИТТ). Электроэнергетика в ИТТ в России [характеризуется](#) ростом издержек и себестоимости электроэнергии из-за устаревания оборудования и технологий и увеличения цен на привозное топливо. Установление приемлемых тарифов на электроэнергию в ИТТ для населения при росте экономически обоснованных тарифов вызывают планомерное увеличение объема бюджетного субсидирования для компенсации разницы между ними на уровне регионов (20 млрд руб. в 2018 году, [оценка](#) Аналитического центра). Решением проблемы может быть частичная замена энергетических мощностей (дизельных электростанций) на энергетические объекты на основе ВИЭ и малой атомной энергетики. Однако раскрытие потенциала ВИЭ на этих территориях требует систем накопления энергии (СНЭ) большой емкости. По [оценкам](#) Инфраструктурного центра EnergyNet, развитие СНЭ в водородном цикле может позволить снизить затраты на энергоснабжение ИТТ на 27-30%. Ограничивающим фактором здесь является незначительный объем генерирующих мощностей в ИТТ — 0,3% в России (840,3 МВт).

### *Текущий статус развития водородной энергетики в России*

По данным Росстата, с 2010 года производство водорода в России утроилось и в 2019 году составило 1,95 млрд куб. м. По [данным](#) ЦЭНЭФ, в России водород в основном производится и используется в нефтеперерабатывающей, химической и нефтегазохимической промышленности, что соответствует общемировой структуре спроса на водород (по данным [МЭА](#)).

---

<sup>4</sup> General and Contractual Risks of Hydrogen Decarbonization. Presentation for EU-Russia Gas Advisory Council's Work Stream on Internal Market Issues (GAC WS2). Gazprom Export LLC, Brussels, 2019.

Значительный интерес к развитию технологий водородной энергетики в России проявляет корпоративный сектор, прежде всего ГК «Росатом» и Группа «Газпром» — ключевые участники Плана (Таблица 3). Водородная энергетика [включена](#) в перечень приоритетных направлений научно-технологического развития ГК «Росатом». Приоритет отдается производству водорода за счет эффективной электрической и тепловой энергии, генерируемой АЭС и атомными энерготехнологическими станциями (АЭТС), соответственно. В 2020 году начнется реализация мероприятий комплексной программы «Атомная наука, техника и технологии» ГК «Росатом», в т.ч. по развитию водородной энергетики. Для Группы «Газпром» освоение и внедрение водородных технологий также [является](#) одним из перспективных направлений инновационного развития. Производство и применение метано-водородных смесей и водорода рассматривается компанией в качестве перспективного направления диверсификации и повышения эффективности использования природного газа. Компании реализуют проекты по водородной тематике. В 2019 году дан старт двум проектам с участием ГК «Росатом»: [организации](#) в России железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах и пилотному [проекту](#) по экспорту водорода в Японию.

Таблица 3

## Проекты ГК «Росатом» и Группы «Газпром» в области водородной энергетики

Компания	Проекты в области водородной энергетики
ГК «Росатом»	<ul style="list-style-type: none"> <li>В сентябре 2019 г. <a href="#">подписано</a> соглашение между ГК «Росатом», ОАО «РЖД» и АО «Трансмашхолдинг» о сотрудничестве и взаимодействии по проекту организации железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах. В рамках проекта ГК «Росатом» может выступить в качестве поставщика водорода, топливных элементов и другого ключевого оборудования проекта.</li> <li>В сентябре 2019 г. АО «Русатом Оверсиз» и Агентство по природным ресурсам и энергетике Министерства экономики, торговли и промышленности Японии <a href="#">подписали</a> соглашение о сотрудничестве в сфере совместной разработки в 2020-2021 годах. ТЭО пилотного проекта экспорта водорода из России в Японию. Рассматривается возможность производства водорода методом электролиза.</li> <li>В августе 2018 г. АО «Концерн Росэнергоатом» <a href="#">заключило</a> контракт с АО «ОКБМ Африкантов» на обоснование разработки проектных предложений по энергоэффективному и экологически чистому промышленному производству водорода на АЭТС. Сооружение головной АЭТС может быть <a href="#">завершено</a> к 2030 году.</li> </ul>
Группа «Газпром»	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Реализуются</a> два инновационных проекта по получению метано-водородного топлива в качестве топливного газа газоперекачивающих агрегатов на основе адиабатической конверсии метана — в Самаре и Уфе. Эффект от внедрения выражается в экономии топливного газа — до 5%, снижении выбросов CO<sub>2</sub> — на 30% и загрязняющих веществ: NOx — в 4,5 раза, CO — в 5 раз. Следующий шаг — организация блочно-комплектного исполнения оборудования по производству метано-водородного топлива (его унификация) для серийного производства и тиражирование технологии на объектах «Газпрома».</li> <li><a href="#">Ведется</a> работа над созданием полностью безуглеродных технологий производства водорода из природного газа. В качестве перспективной рассматривается инновационная технология разложения природного газа в неравновесной низкотемпературной плазме на водород и углерод.</li> <li><a href="#">Реализуется</a> международный научно-технический проект совместно с немецкими и австрийскими компаниями по проверке возможности безопасного хранения метано-водородных смесей в ПХГ.</li> </ul>

Источник: Аналитический центр на основе материалов Группы «Газпром» и ГК «Росатом»

## АВТОРЫ

Виктория Гимади

Александр Курдин

Алевтина Кутузова

Александра Звягинцева

Александр Амирагян

Олег Колобов

Сергей Колобанов

Лилит Антонян

Ирина Поминова

Александр Мартынюк

Алина Подлесная

Выпуск подготовлен совместно с Госкорпорацией «Росатом»  
(отраслевой Центр аналитических исследований и разработок,  
частное учреждение «Наука и инновации»)

ac.gov.ru



[facebook.com/ac.gov.ru](https://facebook.com/ac.gov.ru)



[twitter.com/AC\\_gov\\_ru](https://twitter.com/AC_gov_ru)



[youtube.com/user/analyticalcentergov](https://youtube.com/user/analyticalcentergov)