

An aerial photograph of a two-lane asphalt road stretching through a dense, lush green forest. The road is flanked by thick vegetation on both sides. A few cars are visible on the road, including a dark car in the foreground. The overall scene is bright and vibrant, suggesting a natural, green environment.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДО 2050 ГОДА

Обращение Президента ПАО «ЛУКОЙЛ»



2021 год стал очень показательным для нефтяной отрасли. Экономика планеты постепенно выходит из кризиса, быстрыми темпами растут объемы потребления энергоресурсов. Очевидно, что звучавшие в начале пандемии прогнозы относительно того, что мир уже прошел пик потребления нефти в 2019 году, не оправдались. Напротив, мы рискуем столкнуться с глобальным дефицитом энергии в связи с многолетним недоинвестированием в отрасли из-за ценовых шоков и стремления как можно скорее отказаться от ископаемого топлива.

Прошедшая в Глазго Конференция ООН по изменению климата также показала, что крупнейшие экономики мира не смогли достичь компромисса по ряду ключевых вопросов. Мы еще раз увидели, как сложны в одновременном достижении цели по снижению углеродного следа и повышению глобальной доступности энергии. При этом все участники конференции были едины в стремлении замедлить темпы глобального потепления и установили долгосрочные и промежуточные цели по сокращению выбросов.

В подготовленном нами прогнозе оцениваются три возможные траектории декарбонизации, включая сценарий «Трансформация», предполагающий агрессивный отказ от углеводородов и максимально эффективное и быстрое развитие возобновляемой энергетики и электротранспорта. При этом, по нашим оценкам, сегодня развитие мировой энергетики идет, скорее, по сценарию «Эволюция», который не позволяет достичь целей Парижского соглашения.

В связи с этим необходимо еще больше сфокусироваться на декарбонизации производства, создании стимулов для развития возобновляемой энергетики и других низкоуглеродных технологий, повышении энергоэффективности. При этом важно минимизировать возможные негативные последствия от ускоренного энергетического перехода, включая значительное удорожание энергоресурсов. Поэтому необходимо действовать на основе взвешенных и продуманных решений, стремиться к максимальной синергии усилий государств, бизнеса и общества.

ЛУКОЙЛ еще в 2016 году принял на себя публичные обязательства по снижению эмиссии парниковых газов, а в 2021 году представил основные положения климатической стратегии и обновленные цели по сокращению эмиссии. Наша миссия – «Ответственный производитель углеводородов». Пока спрос на нефть и газ сохраняется, наша качественная ресурсная база и развитые экологические компетенции позволят удовлетворить его с минимальным углеродным следом. Мы также будем работать над развитием возобновляемых энергоресурсов и стремиться к достижению чистых нулевых выбросов. Все это будет содействовать эффективному глобальному энергетическому переходу и выполнению обязательств России в рамках Парижского соглашения.

Надеюсь, что публикация Отчета «Перспективы развития мировой энергетики до 2050 года» будет способствовать интенсификации общественной дискуссии по наиболее важным проблемам, связанным с энергетикой, экологией и благосостоянием населения.

Президент ПАО «ЛУКОЙЛ»
В.Ю. Алекперов

Введение

Глобальное изменение климата является огромным вызовом для всего человечества. На протяжении многих десятилетий рост потребления энергии был неразрывно связан с увеличением выбросов углекислого газа, который способствует нагреву атмосферы планеты. Сохранение тенденции к росту антропогенных выбросов парниковых газов будет сопровождаться подъемом уровня Мирового океана, интенсификацией ураганной активности и таянием вечной мерзлоты, то есть колоссальными убытками для общества в целом.

Несмотря на рост генерации из возобновляемых источников в последние годы, на долю ископаемых топлив приходится более 80% потребления первичной энергии в мире. Недавняя ситуация с резким ростом цен на газ в Европе ярко свидетельствует о том, насколько высокой остается зависимость промышленно развитых стран от ископаемых топлив.

Новым вызовом для мировой экономики стала пандемия COVID-19. В результате вводимых карантинных ограничений критически снизился спрос во многих отраслях, изменилась модель потребительского поведения: многие специалисты перешли на удаленный режим работы, пострадали глобальные цепочки поставок товаров. После создания вакцин экономики большинства стран стали восстанавливаться, что требует дополнительных объемов энергоносителей.

Пандемия COVID-19 и изменения в климатической политике ведущих индустриальных стран, произошедшие в 2020–2021 годах, привели к необходимости пересмотра энергетических сценариев, используемых в компании «ЛУКОЙЛ». Обновленные прогнозы учитывают наиболее актуальные климатические цели ведущих экономик по результатам 26-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP26), проходившей в Глазго в ноябре 2021 года.

В отличие от предыдущих отчетов, которые были посвящены преимущественно анализу тенденций на рынке жидких углеводородов, в отчете 2021 года предпринята попытка сформировать сбалансированные сценарии для мировой энергетики в целом. Более широкий отраслевой охват позволяет лучше описать основные вызовы, которые стоят перед компанией «ЛУКОЙЛ», и возможные направления ее дальнейшего развития.

В рамках подготовки отчета были разработаны три сценария развития мировой энергетики. Сценарий «Эволюция» предполагает поступательное изменение энергетических рынков в рамках действующей международной климатической политики и национальных программ с учетом существующих технологических возможностей отдельных стран. В сценарии «Равновесие» соблюдается баланс между достижением климатических целей и развитием экономики. В основе сценария «Трансформация» лежит предположение о радикальной перестройке мировой энергетики и промышленности для достижения углеродной нейтральности ведущими экономиками к 2050 году. Такой сценарный подход дает возможность более отчетливо очертить масштаб неопределенности, связанный с наиболее важными тенденциям развития мировой энергетики.






Отдельный раздел отчета посвящен российской энергетике. В нем приведены сценарии потребления основных энергоносителей и соответствующие им траектории сокращения выбросов парниковых газов, а также проанализирован потенциал сокращения эмиссий в России за счет различных источников.

The background features a dynamic, abstract composition of light. On the left, there's a soft, glowing blue area. From the center, a dense field of white and light blue bokeh lights radiates outwards, creating a sense of depth and movement. Overlaid on this are numerous thin, dark lines that resemble fiber optic cables or data paths, some of which are illuminated at their ends, adding a technological or energetic feel to the overall image.

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Климатическая конференция COP26 зафиксировала рост амбиций ведущих индустриальных стран по сокращению эмиссий парниковых газов

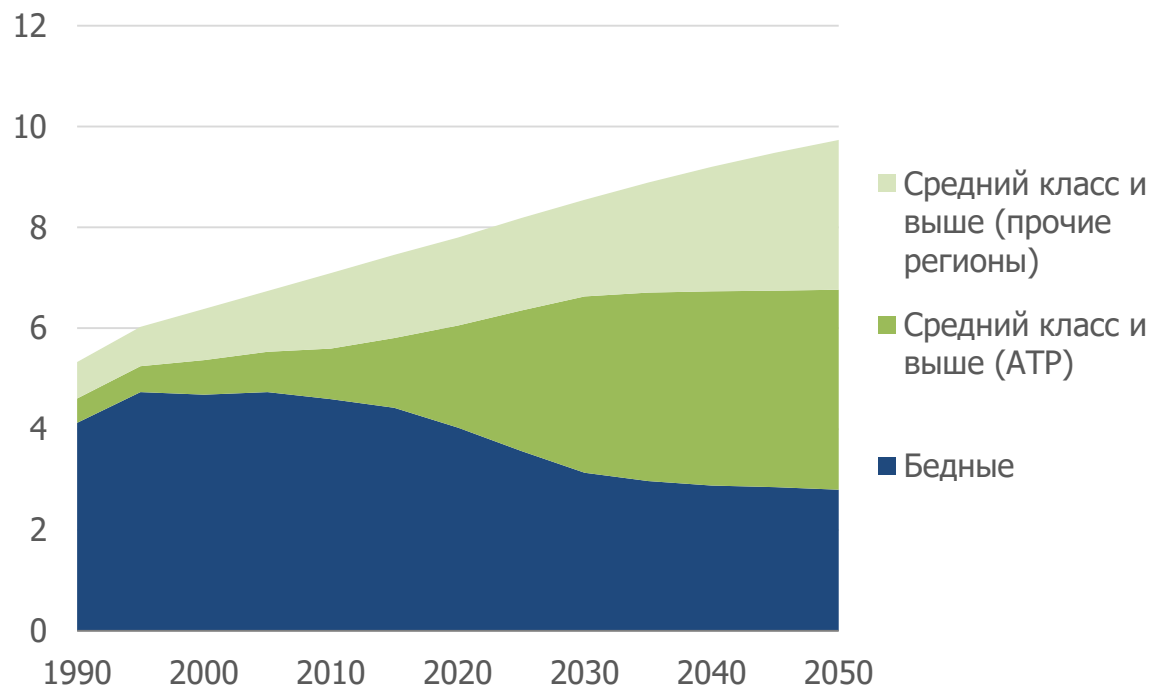
Заявленные цели крупнейших экономик по сокращению выбросов парниковых газов

Страна					
	Китай	США	Евросоюз	Индия	Россия
Эмиссии в 2020 году*	14 млрд т CO ₂ -экв.	6 млрд т CO ₂ -экв.	3,2 млрд т CO ₂ -экв.	2,9 млрд т CO ₂ -экв.	2 млрд т CO ₂ -экв.
Промежуточная цель	>65% сокращение выбросов CO ₂ к ВВП к 2030 году от уровня 2005 года Прохождение пика эмиссий до 2030	50-52% сокращение выбросов парниковых газов к 2030 году от уровня 2005 года (включая поглощения в землепользовании и лесном хозяйстве)	≥55-60% сокращение выбросов парниковых газов от уровня 1990 года к 2030 году	33-35% сокращение углеродоемкости ВВП от уровня 2005 года к 2030 году	70% от уровня 1990 года к 2030 году с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем
Целевой год достижения климатической нейтральности	2060	2050	2050	2070	2060

* Эмиссии парниковых газов без поглощения в землепользовании и лесном хозяйстве

Восстановление мировой экономики будет сопровождаться ростом потребления энергии

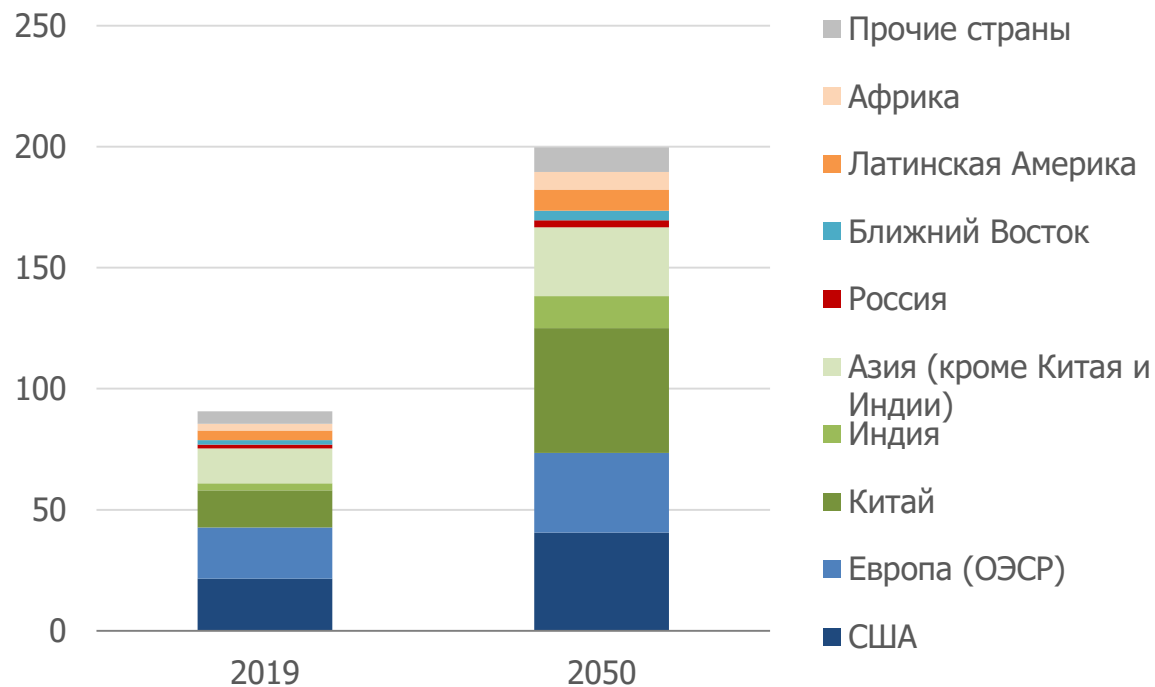
Мировое население и потребительский класс, млрд



Источники: ООН, World Data Lab

- ▶ По оценкам ООН, мировое население увеличится на 2 млрд человек к 2050 году
- ▶ Рост населения будет сопровождаться процессами урбанизации и ростом потребительского класса
- ▶ К 2050 году потребительский класс будет составлять 6,9 млрд человек (около 70% населения планеты)

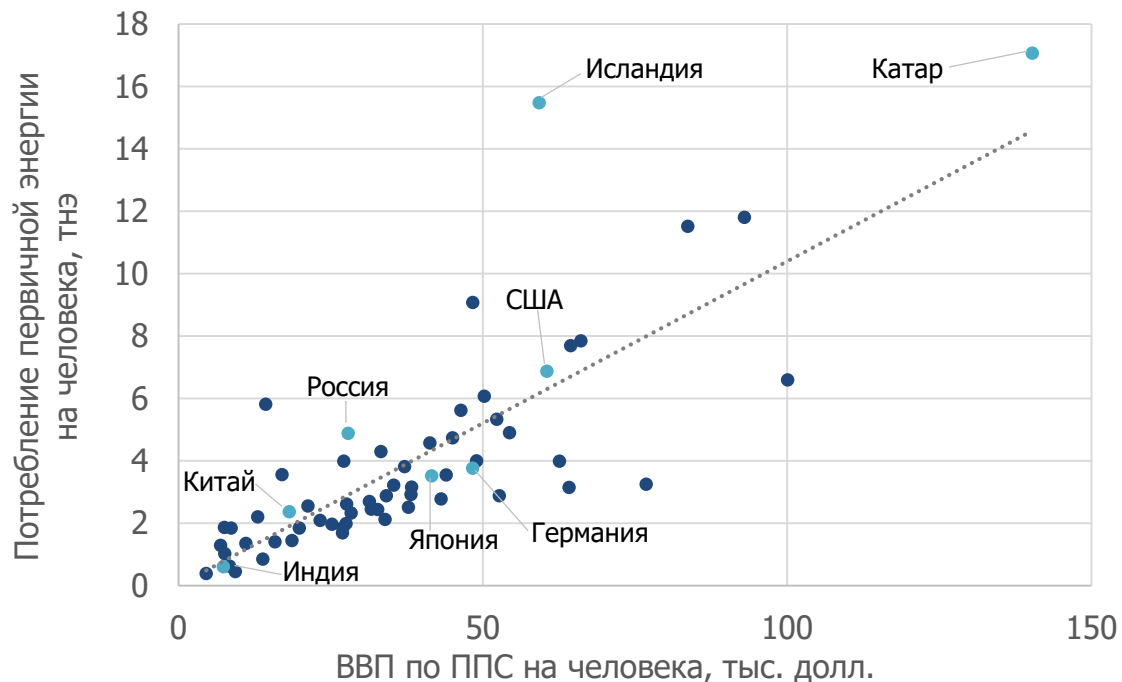
Мировой ВВП по регионам, трлн долл. 2019 года



- ▶ Мировой ВВП вырастет более чем в два раза к 2050 году
- ▶ Наибольший прирост ВВП ожидается в странах Азиатско-Тихоокеанского региона
- ▶ Около половины мирового ВВП к 2050 году будет создаваться в азиатских странах

Для устойчивого развития миру необходимо больше энергии, но меньше выбросов

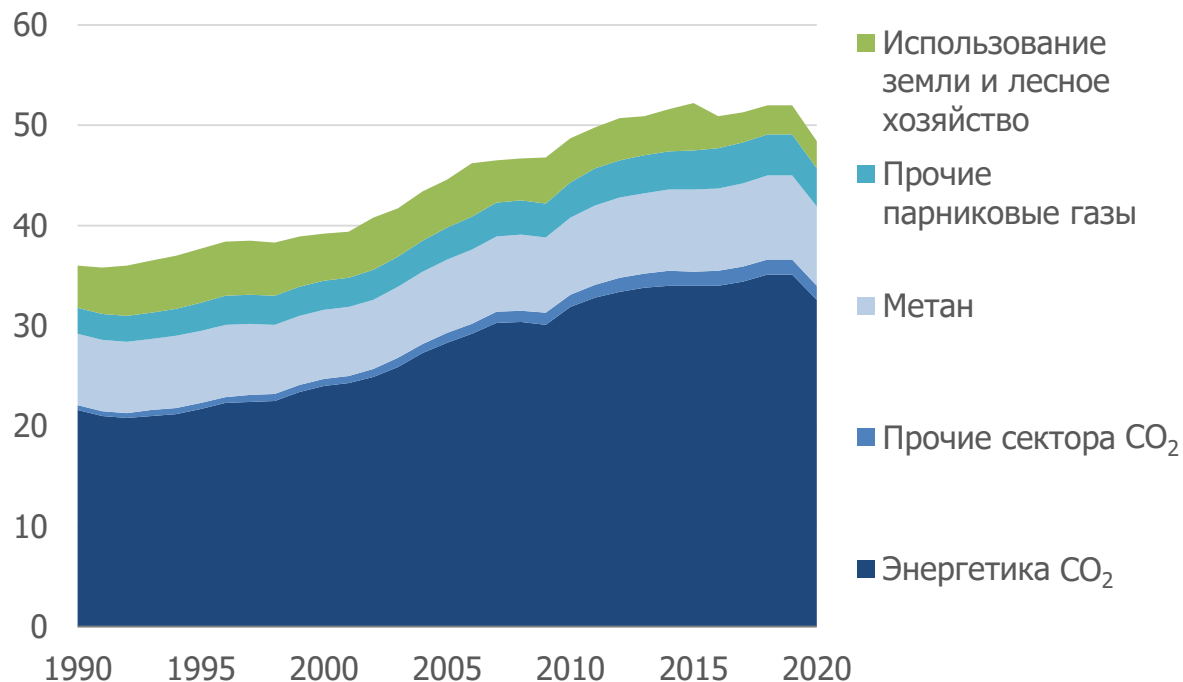
Потребление первичной энергии и ВВП по странам в 2019 году



Источник: Our World in Data

- ▶ Доступ к энергии является необходимым условием для развития мировой экономики
- ▶ Страны с высоким уровнем благосостояния населения потребляют в среднем больше энергии на человека, чем бедные государства

Динамика выбросов парниковых газов, млрд т CO₂-экв.

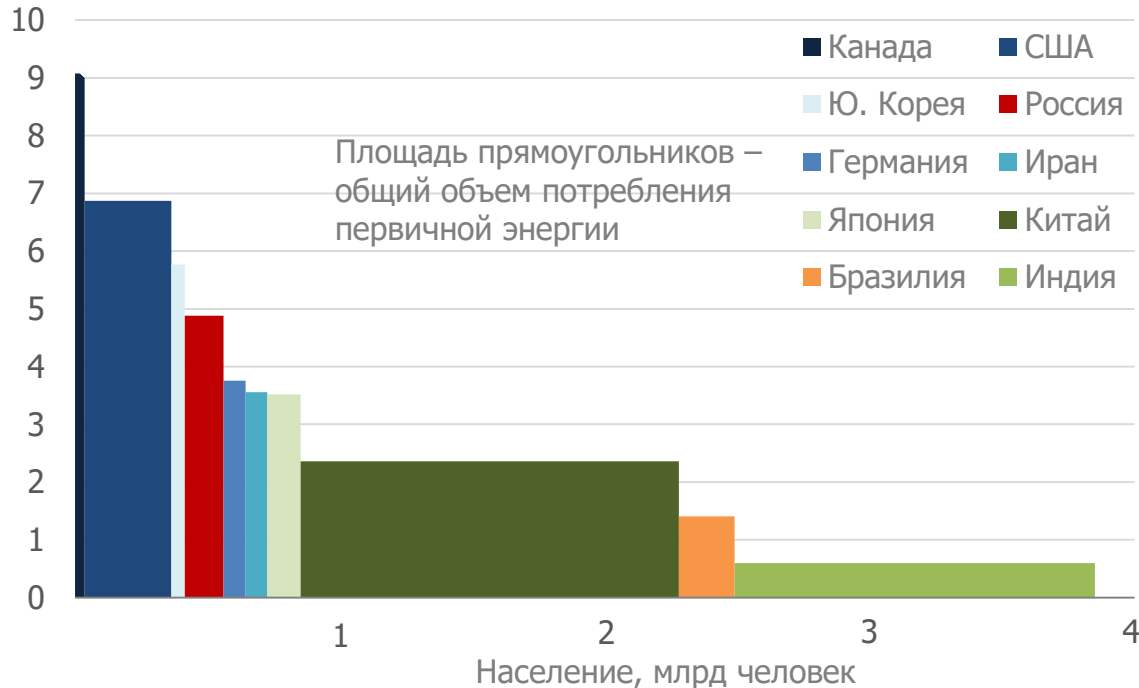


Источники: Climate Watch, Climate Action Tracker

- ▶ Повышение потребления энергии развивающимися странами исторически сопровождалось ростом эмиссий парниковых газов
- ▶ Обеспечить растущее население Земли доступной энергией и одновременно снизить выбросы парниковых газов – крайне сложная задача, требующая прорывных технологических решений

Высокий уровень энергетического неравенства в мире осложняет процесс декарбонизации экономики

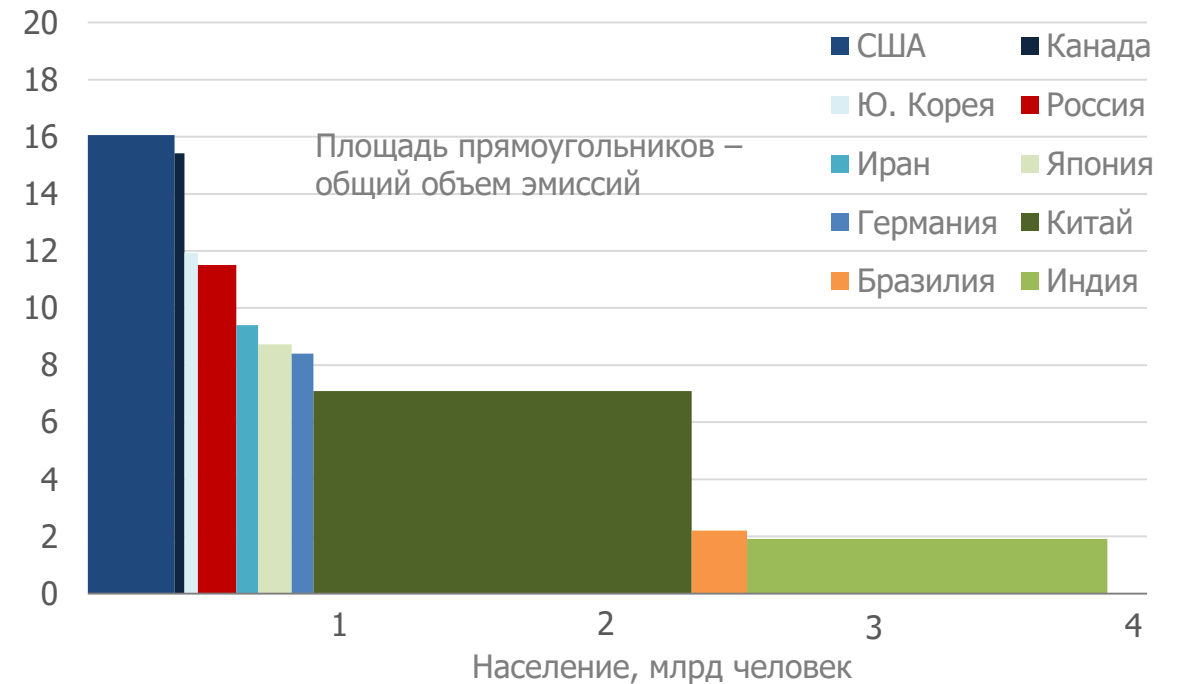
Потребление первичной энергии крупнейшими потребителями энергии в 2019 году, тнэ на человека



Источник: Our World in Data

- ▶ На долю населения развитых стран приходится более трети мирового потребления первичной энергии
- ▶ Почти 1 миллиард людей в развивающихся странах не имеет доступа к электроэнергии
- ▶ По оценкам МЭА, в 2020 г. из-за пандемии около 90 млн человек лишились возможности платить за электроэнергию

Энергетические выбросы CO₂ крупнейших потребителей энергии в 2019 году, т CO₂-экв. на человека



Источник: Our World in Data

- ▶ Разрыв в потреблении энергии на человека между развитыми и развивающимися странами остается высоким, несмотря на некоторое сокращение в последнее десятилетие
- ▶ Потребление энергии на человека в развитых странах снижается благодаря повышению энергоэффективности, а в развивающихся – растет из-за улучшения благосостояния населения

Чтобы лучше понять будущие структурные изменения в мировой энергетике, мы рассматриваем три сценария

Эволюция



- ▶ Приоритет экономического развития и снижения энергетического неравенства
- ▶ Ограничение выбросов парниковых газов в рамках объявленных национальных целей по сокращению эмиссий и существующих технологических возможностей
- ▶ Умеренная скорость структурных изменений на энергетических рынках

Климатические риски



ВЫСОКИЕ

Инфляция



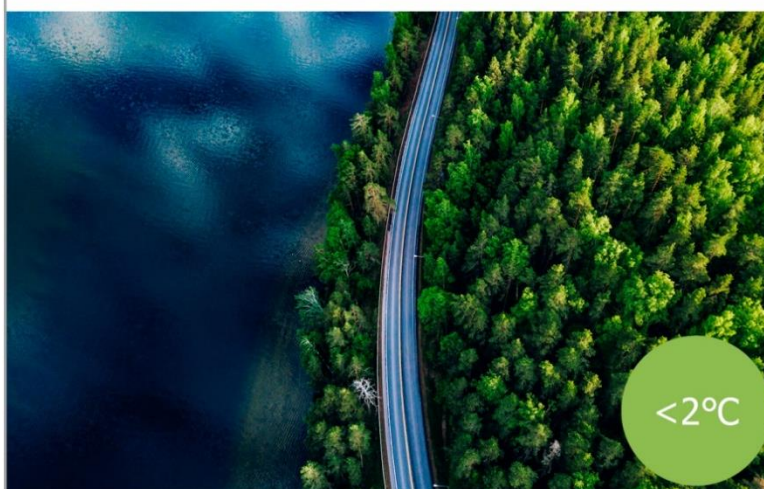
НИЗКАЯ

Доступность энергии



ВЫСОКАЯ

Равновесие



- ▶ Баланс между достижением климатических целей и развитием экономики
- ▶ Достижение цели Парижского соглашения по удержанию роста глобальной температуры ниже 2°C
- ▶ Консолидация международных усилий для достижения целей устойчивого развития

Климатические риски



УМЕРЕННЫЕ

Инфляция



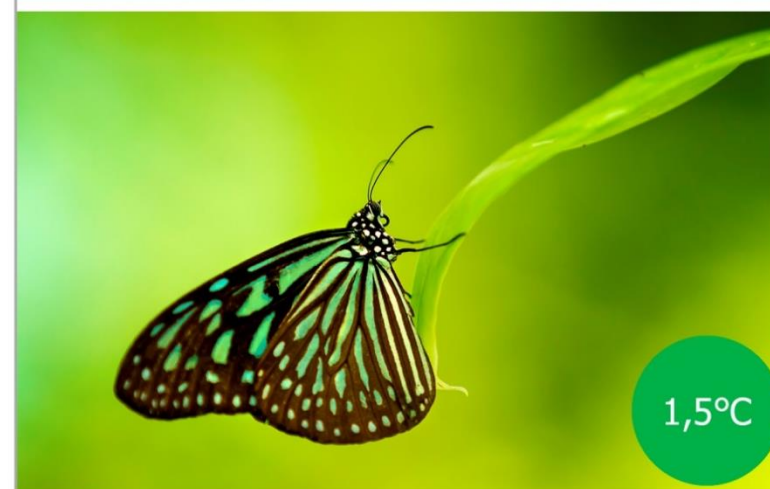
УМЕРЕННАЯ

Доступность энергии



УМЕРЕННАЯ

Трансформация



- ▶ Фокус на климатических целях
- ▶ Беспрецедентный уровень международного сотрудничества и отсутствие ограничений на финансирование климатических проектов
- ▶ Радикальная трансформация мировой энергетики и промышленности
- ▶ Углеродная нейтральность ведущих экономик к 2050 году

Климатические риски



НИЗКИЕ

Инфляция



ВЫСОКАЯ

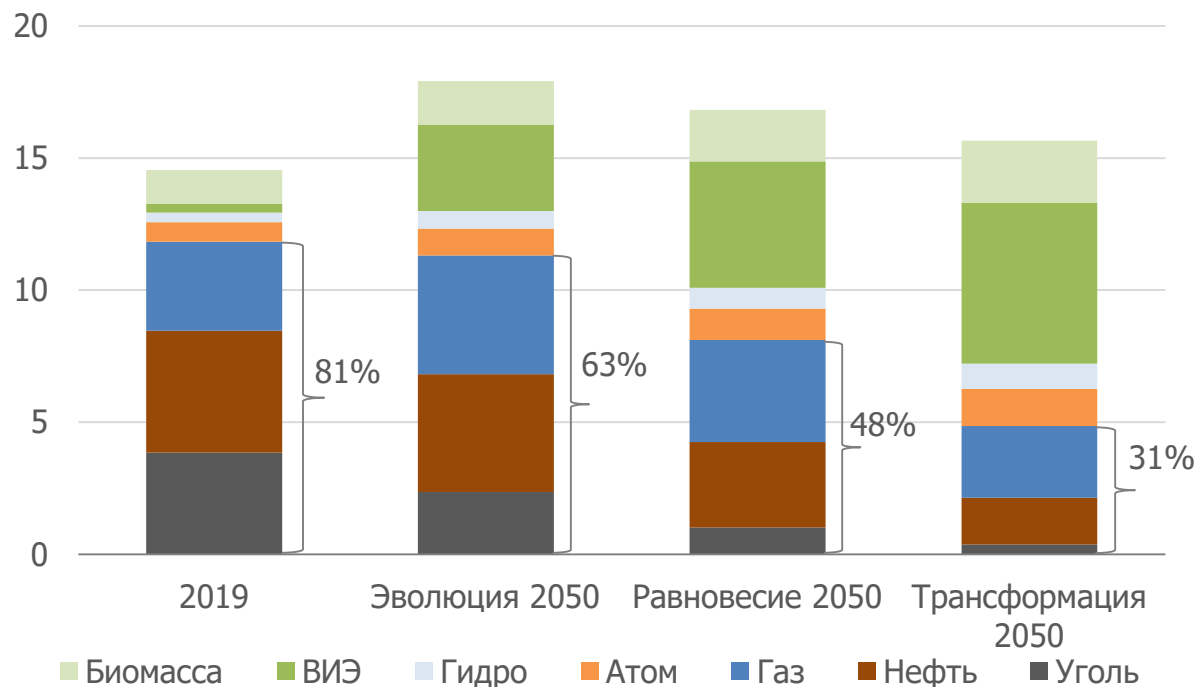
Доступность энергии



НИЗКАЯ

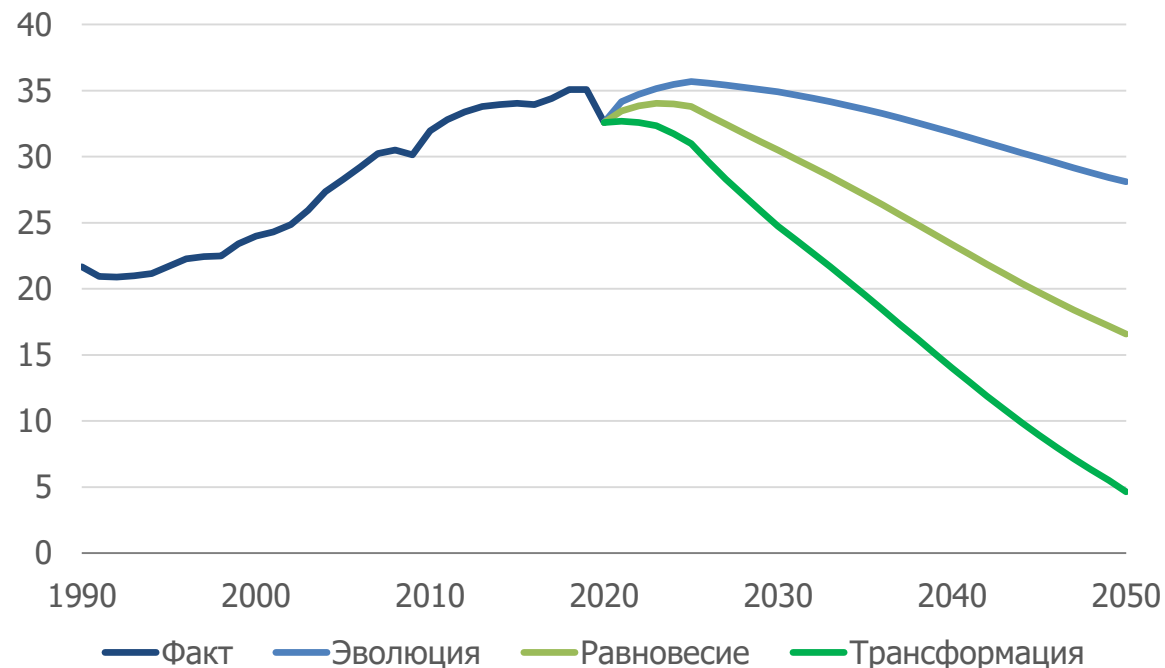
Во всех рассматриваемых сценариях ожидается рост потребления первичной энергии

Прогнозы потребления первичной энергии, млрд тнэ



- ▶ Структура потребления первичной энергии будет меняться в сторону увеличения доли современных возобновляемых источников в энергетическом балансе
- ▶ Доля ископаемых топлив в первичном потреблении энергии будет снижаться, оставаясь при этом значительной

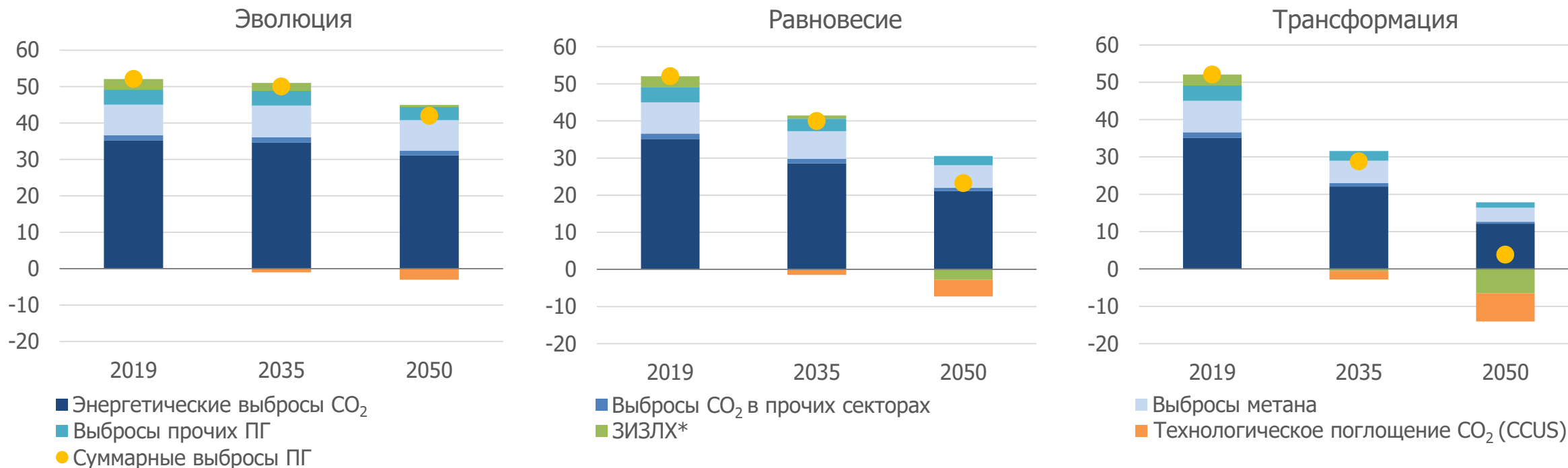
Траектории выбросов CO₂ в энергетике, млрд т CO₂-экв.



- ▶ Изменение топливной структуры потребления первичной энергии будет способствовать сокращению энергетических выбросов парниковых газов
- ▶ Скорость сокращения эмиссий будет различаться в зависимости от сценария

Достижение климатической нейтральности потребует использования как промышленных, так и естественных поглотителей CO₂

Структура выбросов парниковых газов в различных сценариях, млрд т CO₂-эquiv.

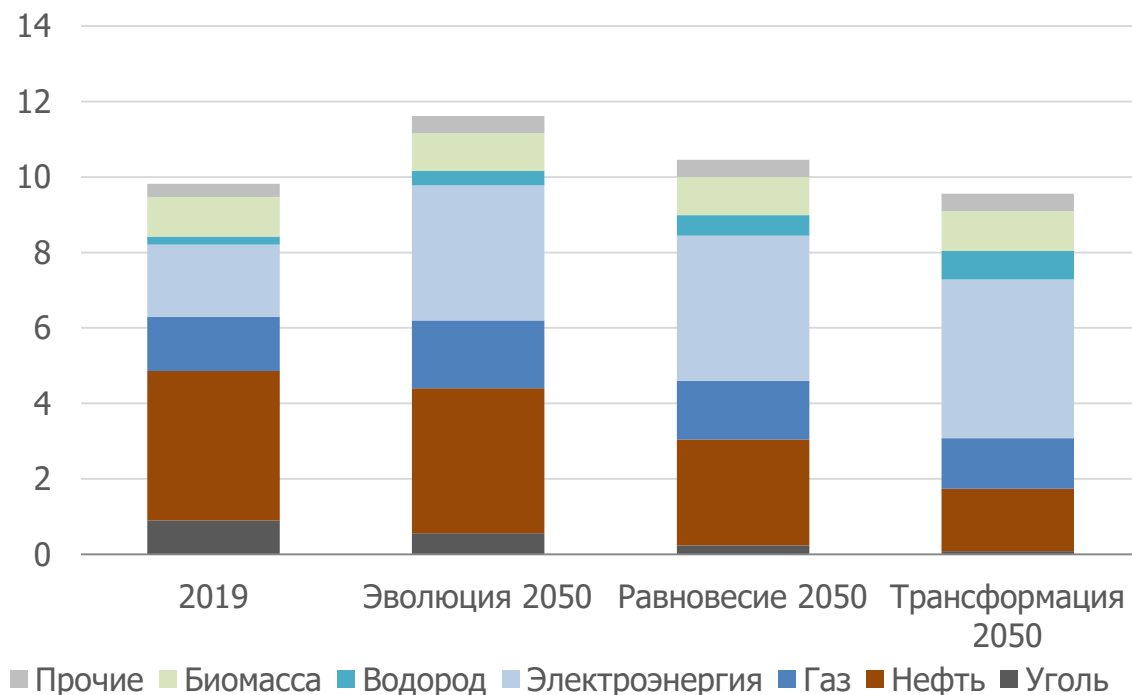


* ЗИЗЛХ – сокр. землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство

- ▶ Сокращение выбросов парниковых газов требует глубоких технологических изменений не только в энергетике, но и в других отраслях промышленности, сельском хозяйстве и землепользовании
- ▶ Важную роль во всех сценариях играет применение технологий по улавливанию, утилизации и хранению CO₂ (CCUS и BECCS), а также использование естественных поглотителей углекислого газа, таких как леса и болота
- ▶ К 2050 году объем поглощения эмиссий может составить от 3 млрд до 13 млрд т CO₂-эquiv. в год

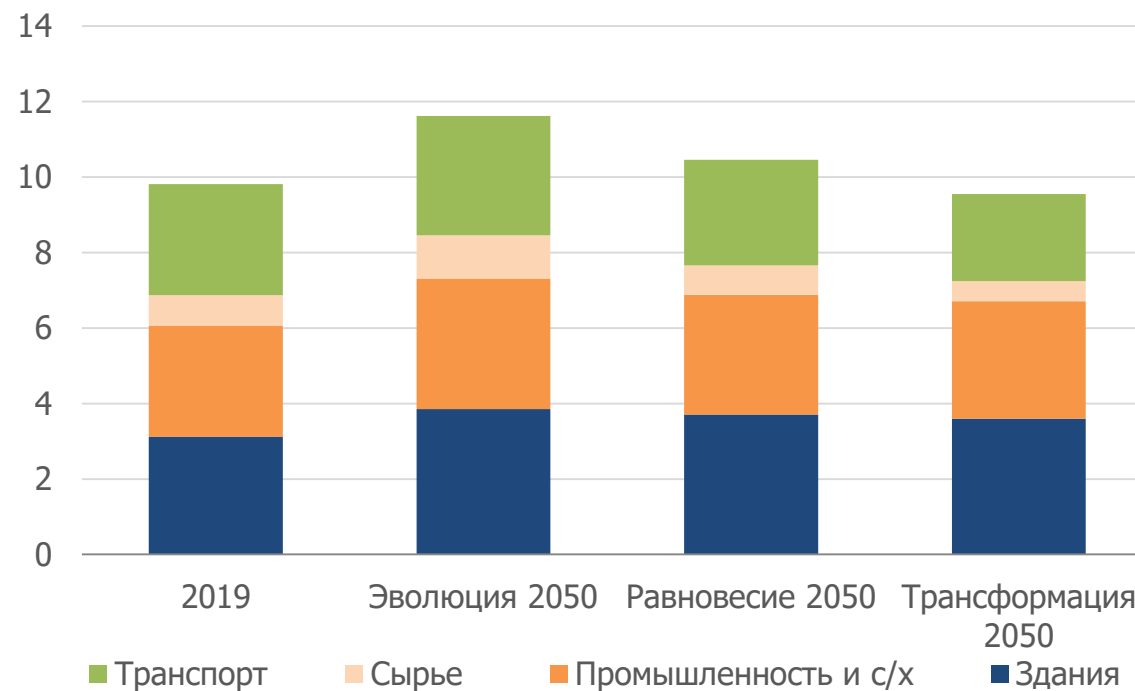
Ожидается увеличение доли электроэнергии в потреблении конечной энергии

Потребление конечной энергии по источникам, млрд тнэ



- ▶ Постепенная электрификация транспортного сектора и промышленности приведет к росту доли электроэнергии в конечном потреблении энергии
- ▶ В сценарии «Эволюция» доля электроэнергии в конечном потреблении вырастет с 20 до 31%, а в сценарии «Трансформация» – до 44%

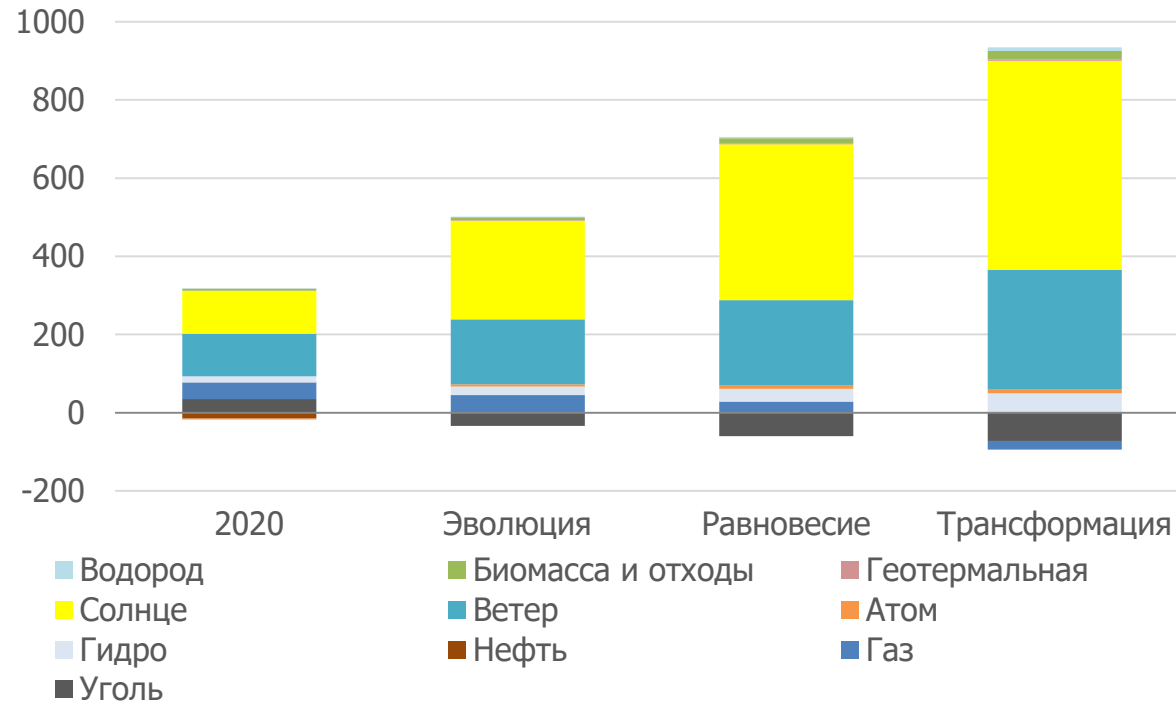
Потребление конечной энергии по секторам, млрд тнэ



- ▶ Высокие темпы электрификации дорожного автопарка приведут к сокращению потребления конечной энергии транспортным сектором в сценариях «Равновесие» и «Трансформация»
- ▶ Потребление конечной энергии зданиями и промышленностью будет расти во всех сценариях

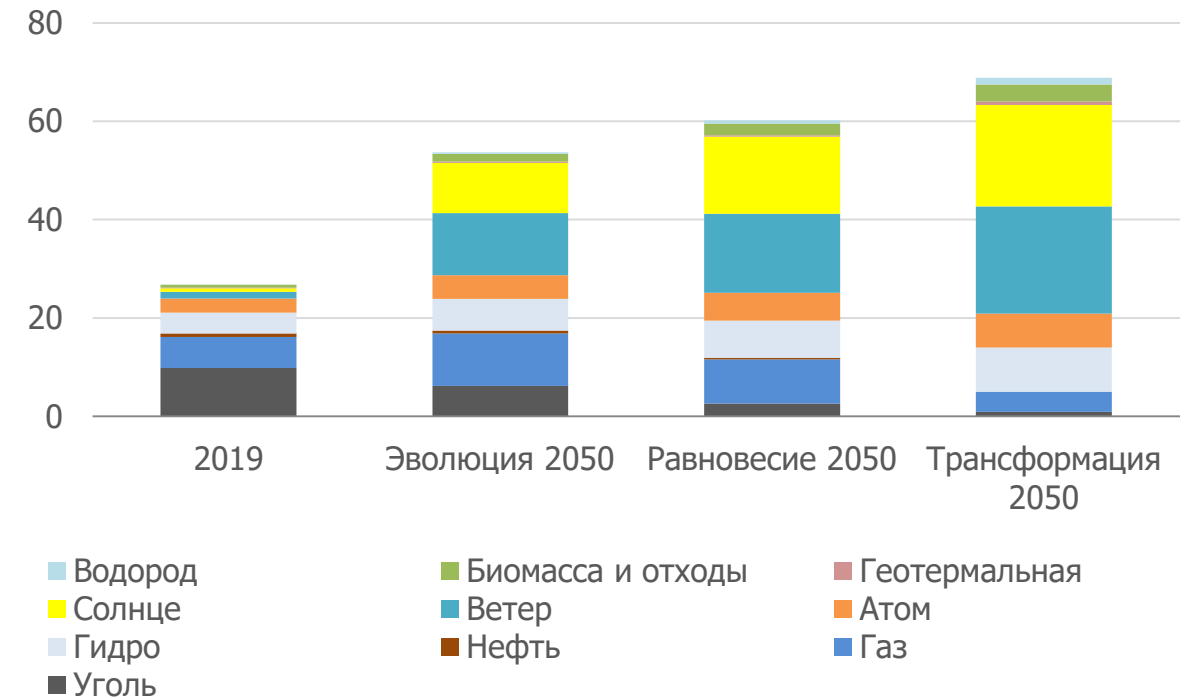
Сокращение эмиссий потребует масштабной перестройки сектора производства электроэнергии

Среднегодовой чистый прирост генерирующих мощностей, ГВт



- ▶ Ожидается, что основной прирост генерирующих мощностей будут обеспечивать солнечные и ветровые электростанции
- ▶ Угольная генерация будет постепенно выводиться из эксплуатации
- ▶ Электрификация транспортного сектора потребует наращивать генерирующие мощности быстрее, чем в предыдущие десятилетия

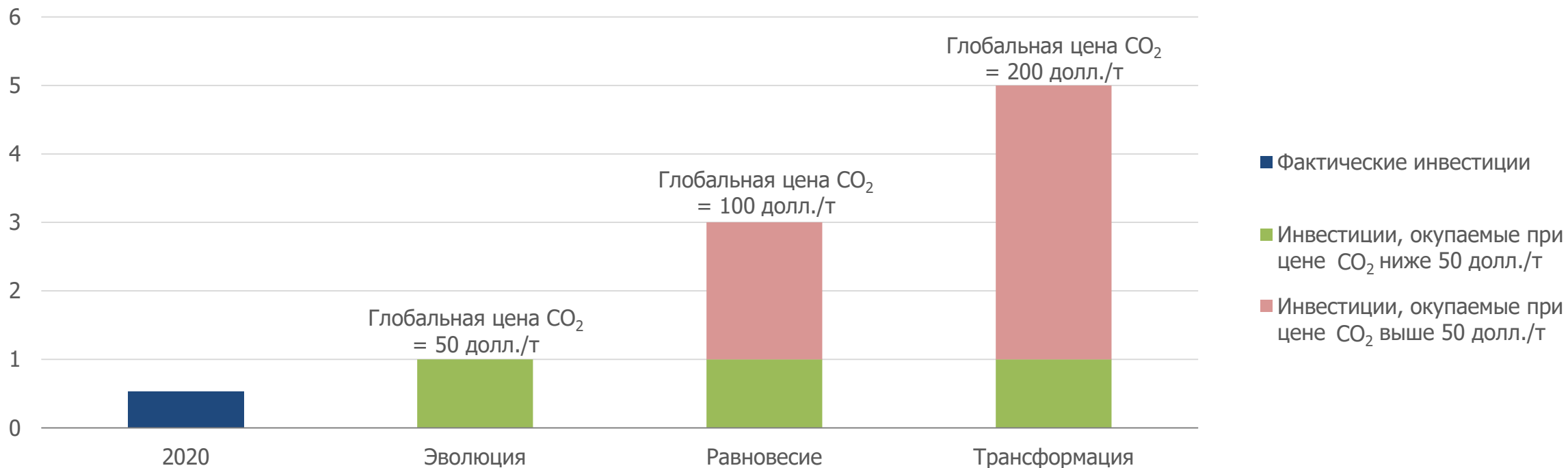
Прогнозы генерации электроэнергии по источникам, тыс. ТВт·ч



- ▶ В сценарии «Эволюция» на долю ВИЭ (включая гидроэнергетику) будет приходиться около 60% генерации электроэнергии к 2050 году
- ▶ Для поддержания высокой доли ВИЭ в энергетическом балансе и обеспечения стабильности работы энергетических систем потребуются значительные инвестиции в инфраструктуру хранения и распределения электроэнергии

Для достижения климатической нейтральности необходим многократный рост инвестиций в низкоуглеродную энергетику

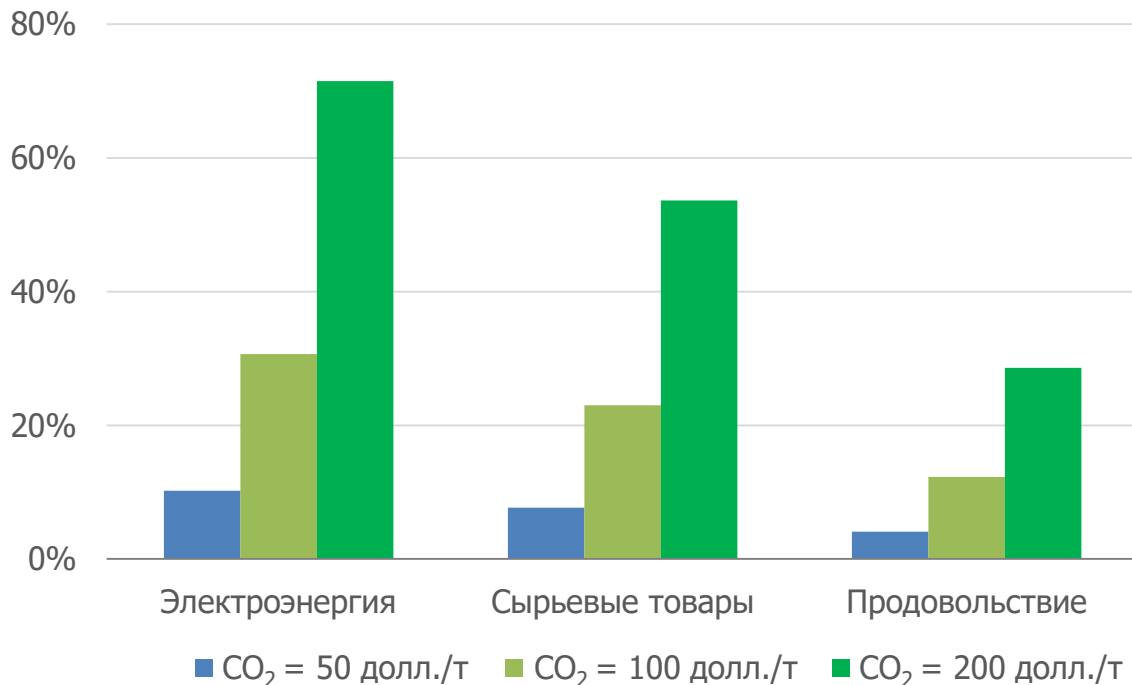
Среднегодовые инвестиции в низкоуглеродную энергетику за 2021–2050 годы, трлн долл. 2020 года



- ▶ Декарбонизация энергетического сектора потребует дополнительных инвестиций в электрификацию промышленности и транспорта, производство и потребление новых видов топлив (водорода и биотоплив), повышение энергоэффективности, улавливание, утилизацию и хранение CO₂ и развитие лесного хозяйства
- ▶ В сценарии «Эволюция» среднегодовые инвестиции в низкоуглеродную энергетику должны увеличиться в два раза по сравнению с текущим уровнем, тогда как сценарий «Трансформация» предполагает десятикратный рост инвестиций
- ▶ Для обеспечения окупаемости инвестиций в сценарии «Трансформация» средняя цена CO₂ должна увеличиться до 200 долл./т в постоянных ценах

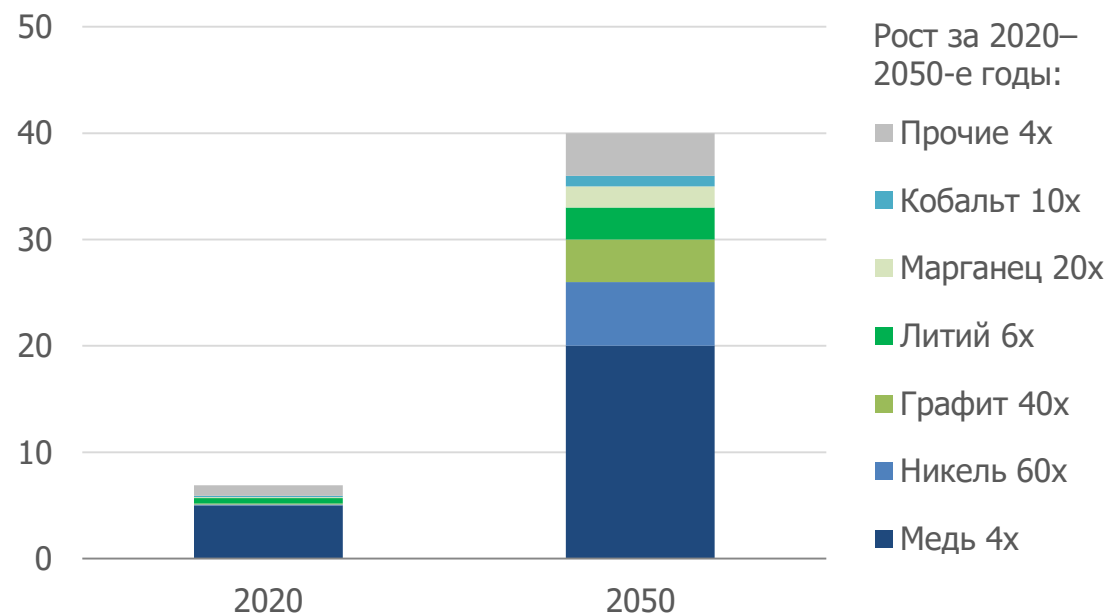
Декарбонизация энергетики способна усилить инфляцию

Изменение цен на отдельные группы товаров в развитых странах в зависимости от цены CO₂, %



- ▶ Введение платы за выбросы CO₂ приведет к росту энергетических затрат по всему миру
- ▶ По нашим оценкам, цены на электроэнергию в развитых странах могут увеличиться более чем на 70% при установлении платы на выбросы на уровне 200 долл./т

Потребность в сырьевых товарах, необходимых для обеспечения климатической нейтральности к 2050 году, млн т

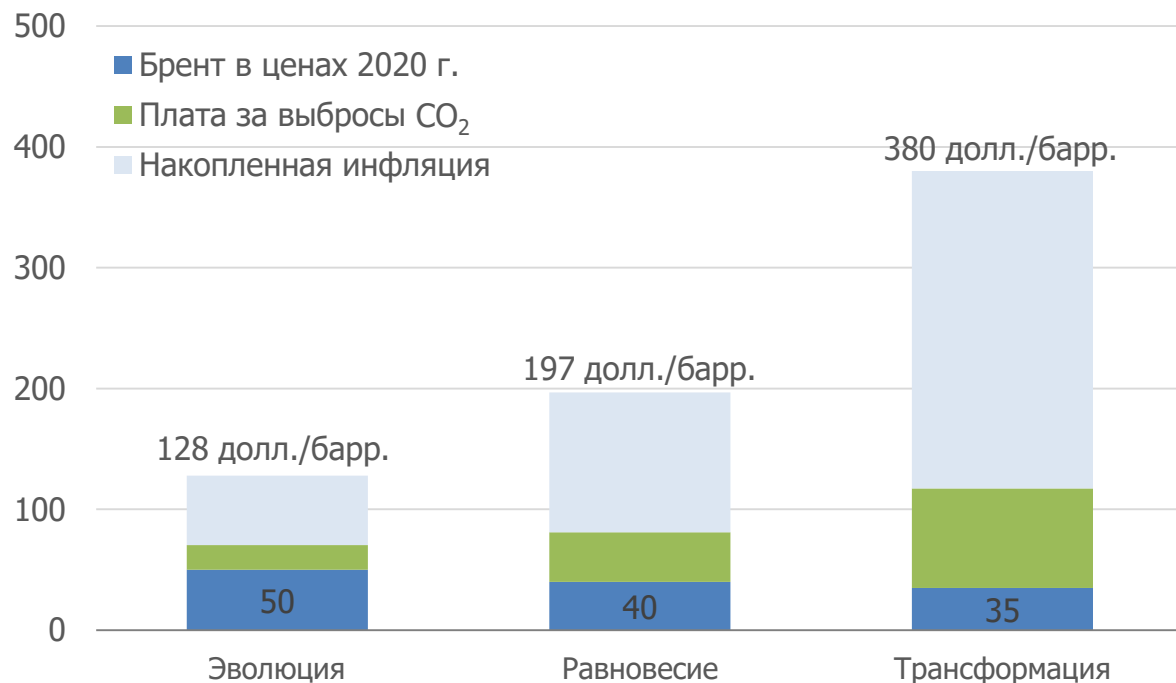


Источник: IEA

- ▶ Нехватка ряда критических сырьевых товаров для низкоуглеродной энергетики может также способствовать росту инфляции
- ▶ По оценкам МЭА, в сценарии нулевых выбросов (NZE) спрос на металлы и сырьевые товары, необходимые для развития низкоуглеродной энергетики, вырастет почти в шесть раз к 2050 году

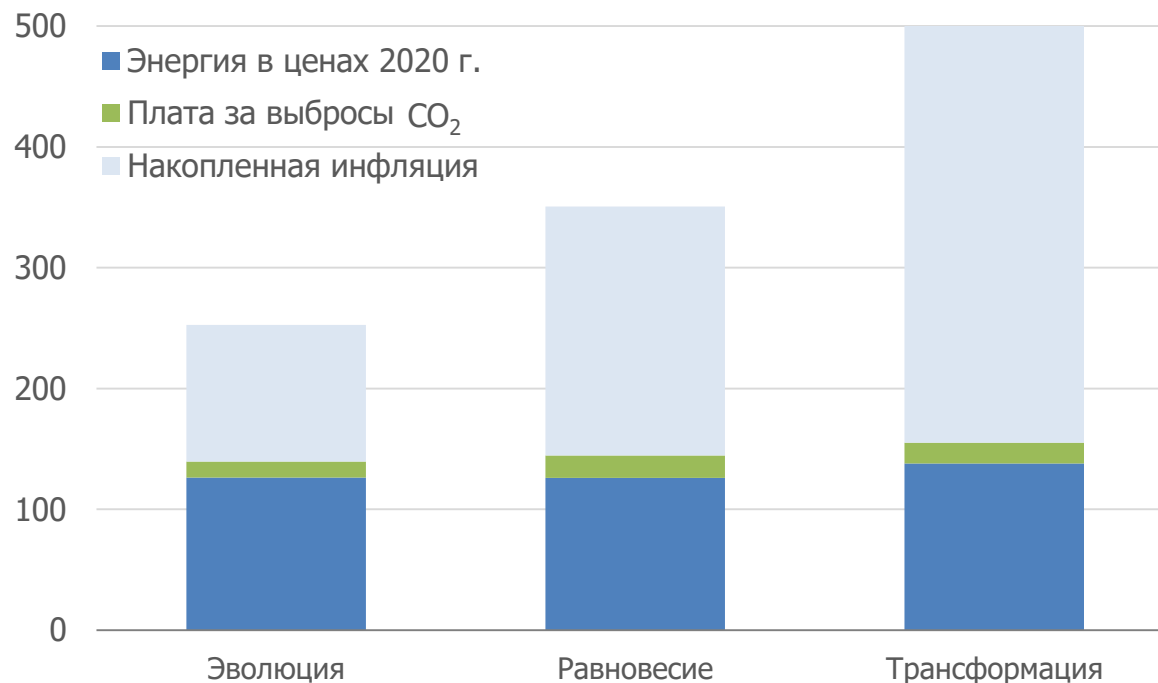
Инфляция может снизить доступность энергии для потребителей

Мировые цены на нефть в 2050 году по сценариям, долл./барр.



- ▶ Цены на нефть с учетом платы за выбросы CO₂ будут сильно отличаться в зависимости от сценария
- ▶ Введение платы за CO₂ вызовет рост цены нефти для конечного потребителя
- ▶ В сценарии «Трансформация» высокие цены на CO₂ и инфляция приведут к повышению мировых цен на нефть до 380 долл./барр.

Средняя стоимость энергии для потребителей в 2050 году по сценариям на примере США, долл./бнэ



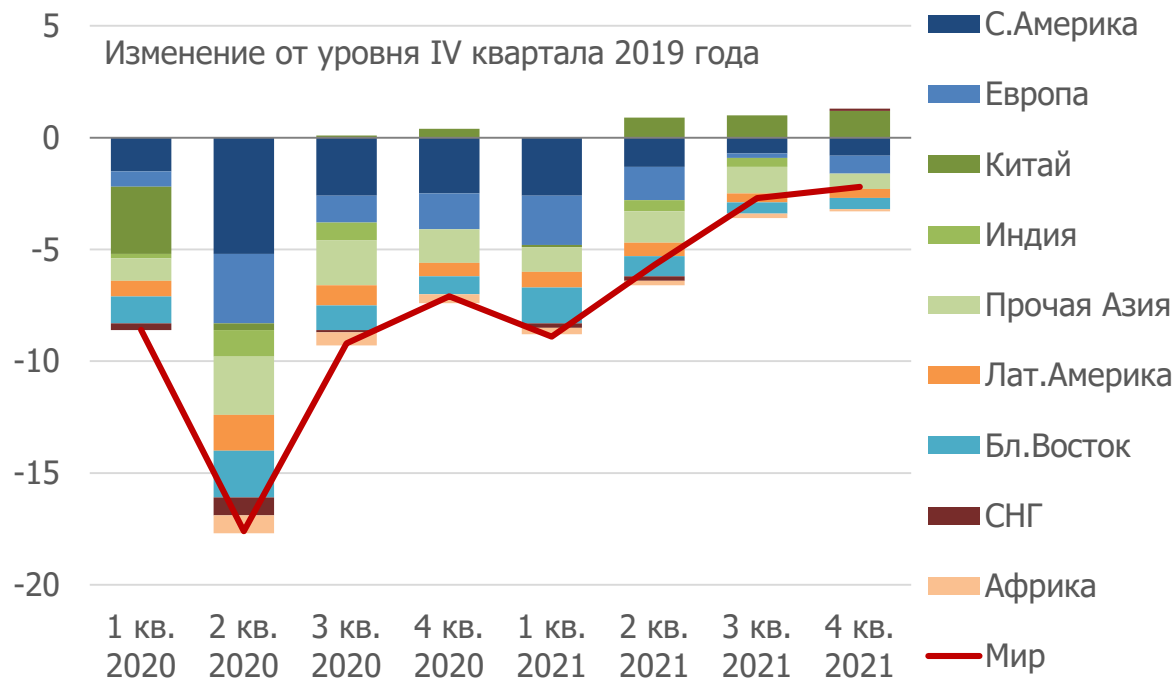
- ▶ Стоимость энергии для конечных потребителей в постоянных ценах будет сопоставима во всех сценариях, поскольку рост стоимости ископаемых топлив будет компенсироваться снижением их доли в энергетическом балансе
- ▶ В результате повышенной инфляции стоимость энергии для конечных потребителей в сценарии «Трансформация» к 2050 году будет существенно выше, чем в сценарии «Эволюция»



РЫНОК УГЛЕВОДОРОДОВ

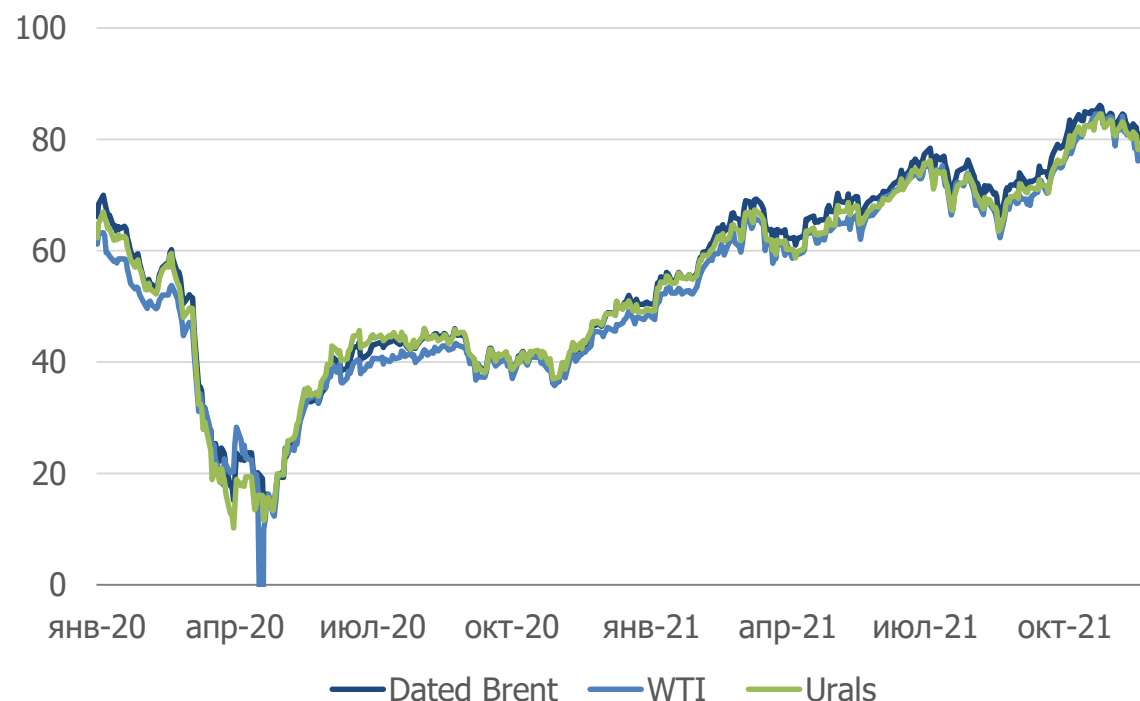
Спрос на нефть постепенно восстанавливается после рекордного падения в 2020 году

Фактическая динамика спроса на нефть по регионам, млн барр./сут.



- ▶ В результате коронавирусных ограничений спрос на жидкие углеводороды сократился на рекордные 18 млн барр./сут. во втором квартале 2020 года
- ▶ По мере снятия ограничений, сдерживающих мобильность населения, спрос постепенно восстанавливается
- ▶ Спрос на нефть в Китае уже превысил уровень 2020 года

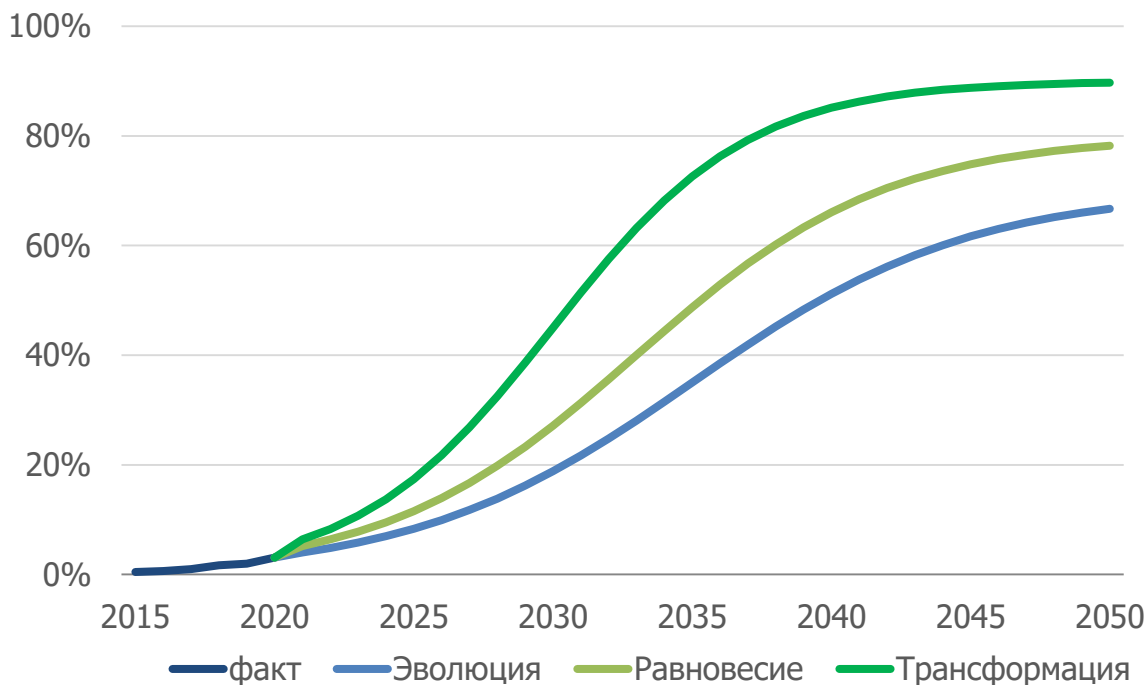
Фактическая динамика цен на нефть, долл./барр.



- ▶ Цены на нефть в 2021 году восстановились после резкого падения весной 2020 года
- ▶ Скоординированные действия участников Соглашения ОПЕК+ по управлению добычей позволили стабилизировать цены на нефть на уровнях, достаточно высоких для поддержания инвестиционной активности в нефтяной отрасли

Структурные изменения автопарка будут определять динамику спроса на нефть в долгосрочной перспективе

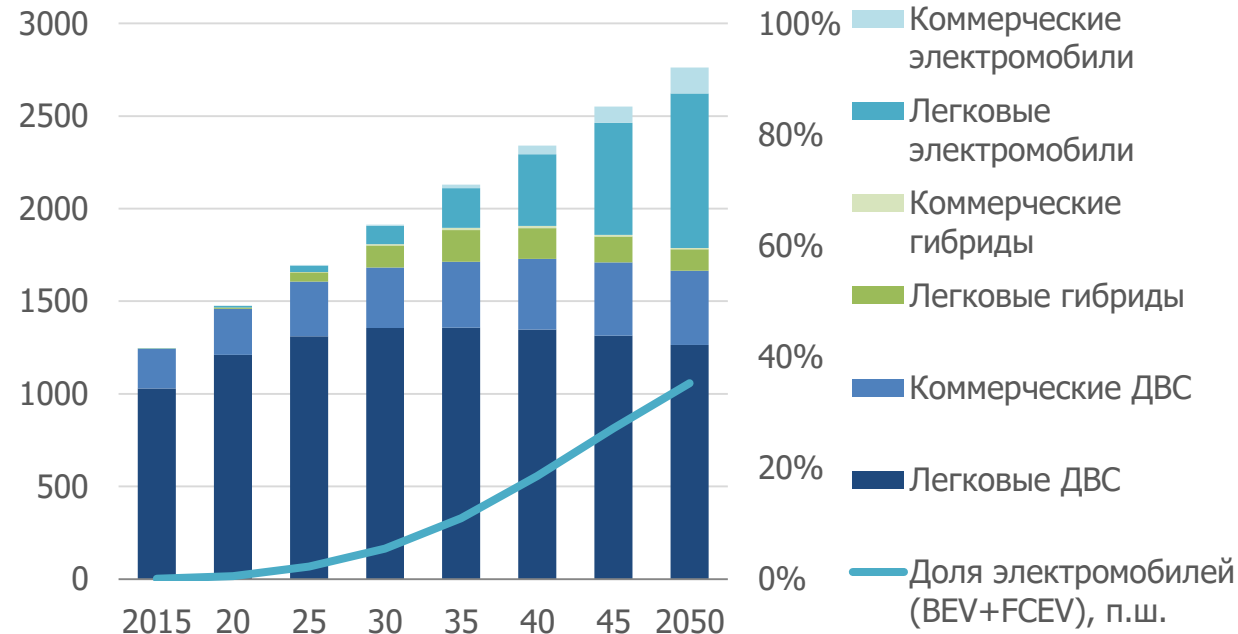
Доля электромобилей (BEV+FCEV*) в мировой структуре продаж легковых автомобилей, %



* BEV – чистые электромобили, FCEV – автомобили на водородных ячейках

- ▶ Продажи электромобилей будут расти благодаря политике по декарбонизации транспортного сектора в Европе, США и Китае
- ▶ Динамика продаж электромобилей будет сильно различаться по регионам
- ▶ Электрификация грузового транспорта будет происходить медленнее электрификации легкового в силу технико-экономических ограничений

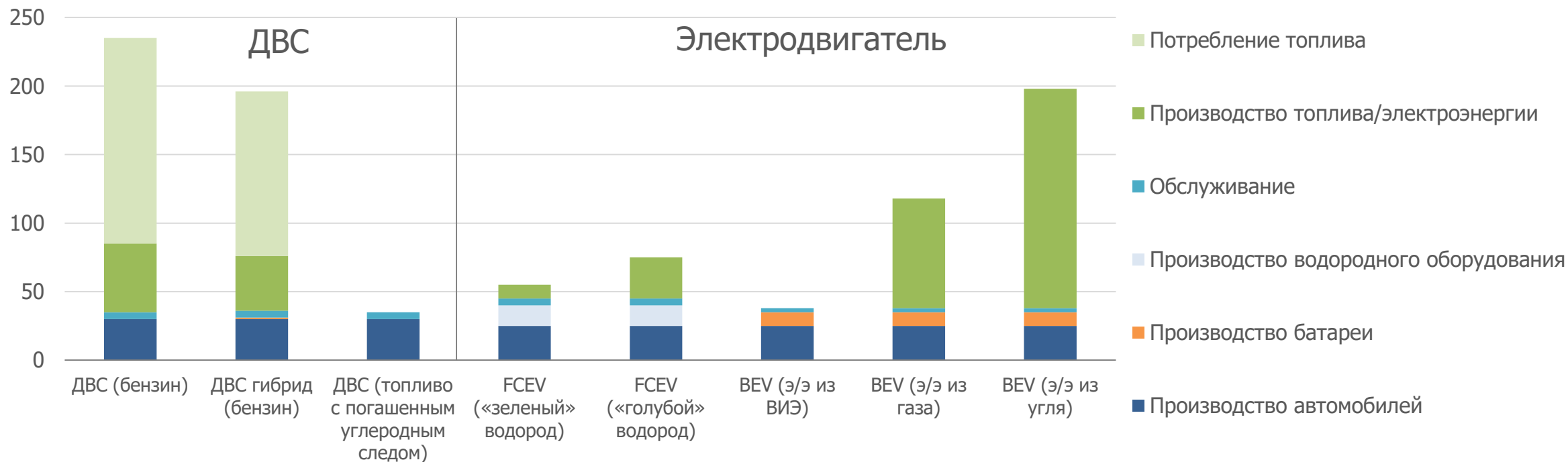
Мировой автопарк по типам двигателя в сценарии «Эволюция», млн ед.



- ▶ Высокий спрос на автомобили в развивающихся странах способствует росту мирового автопарка
- ▶ Парк автомобилей с ДВС по состоянию на 2020 год насчитывает 1,5 млрд единиц. Замещение такого количества автомобилей с ДВС электромобилями займет длительное время
- ▶ В сценарии «Эволюция» доля электромобилей в общем автопарке увеличится с текущего 1% до 35% к 2050 году

Углеродный след от автомобиля с ДВС при определенных условиях может быть сопоставим с углеродным следом от электромобиля

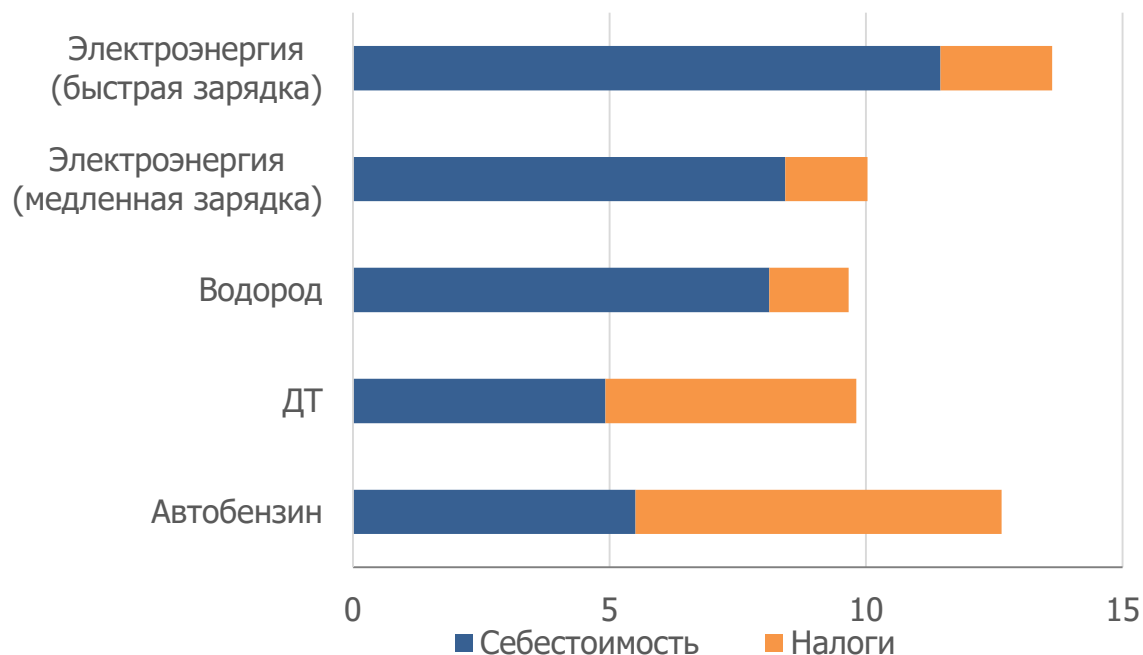
Выбросы CO₂ за весь жизненный цикл (well-to-wheel) для среднего легкового автомобиля, г CO₂/км



- ▶ Выбросы CO₂ при производстве автомобилей с ДВС ниже, чем при производстве электромобилей, а основной объем выбросов автомобиль с ДВС вырабатывает при сжигании топлива
- ▶ Углеродный след от электромобилей сильно зависит от источника электроэнергии: выбросы от электромобиля при использовании электроэнергии, полученной из угля, сопоставимы с выбросами легкового гибрида с ДВС
- ▶ Использование топлива с погашенным углеродным следом (то есть углеродными сертификатами, подтверждающими погашение углеродного следа от производства и потребления топлива) – один из возможных способов значительно снизить эмиссии от автомобилей с ДВС

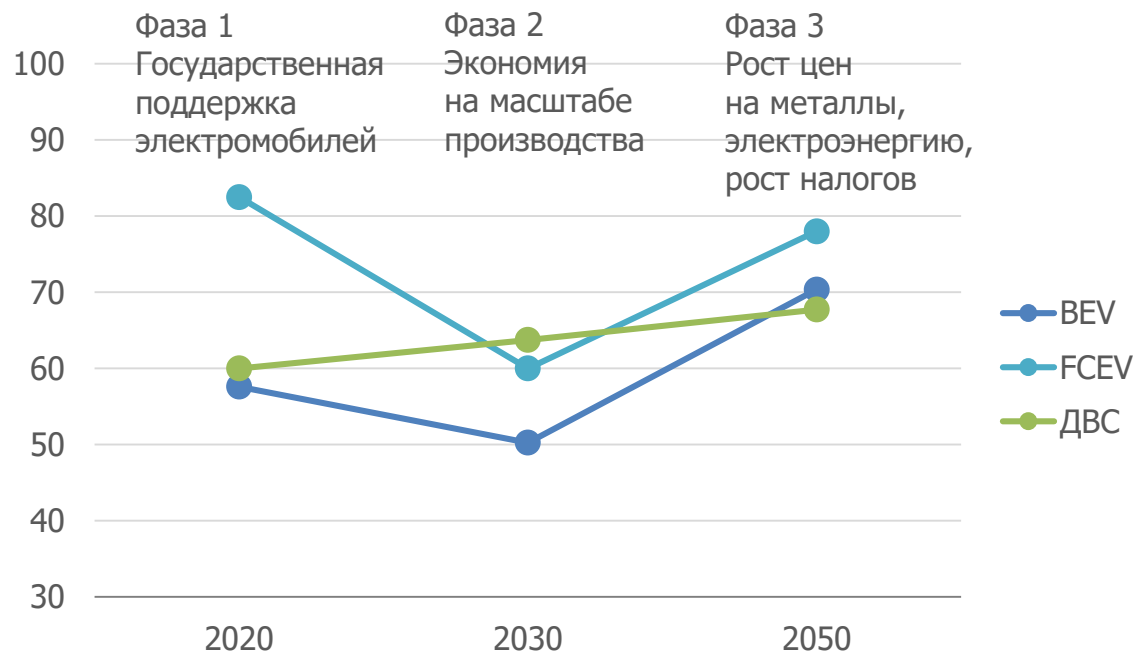
Стоимость владения электромобилем будет постепенно увеличиваться

Стоимость 1 км пробега в Западной Европе для различных видов топлив по состоянию на ноябрь 2021 года, долл./100 км



- ▶ Налоги составляют около 50% от розничной цены традиционных моторных топлив в Европе, что снижает конкурентоспособность ископаемых топлив в транспорте
- ▶ В определенных рыночных условиях, как, например, во второй половине 2021 года, электроэнергия может обходиться потребителям дороже, чем традиционные топлива, особенно при использовании быстрой зарядки электромобиля

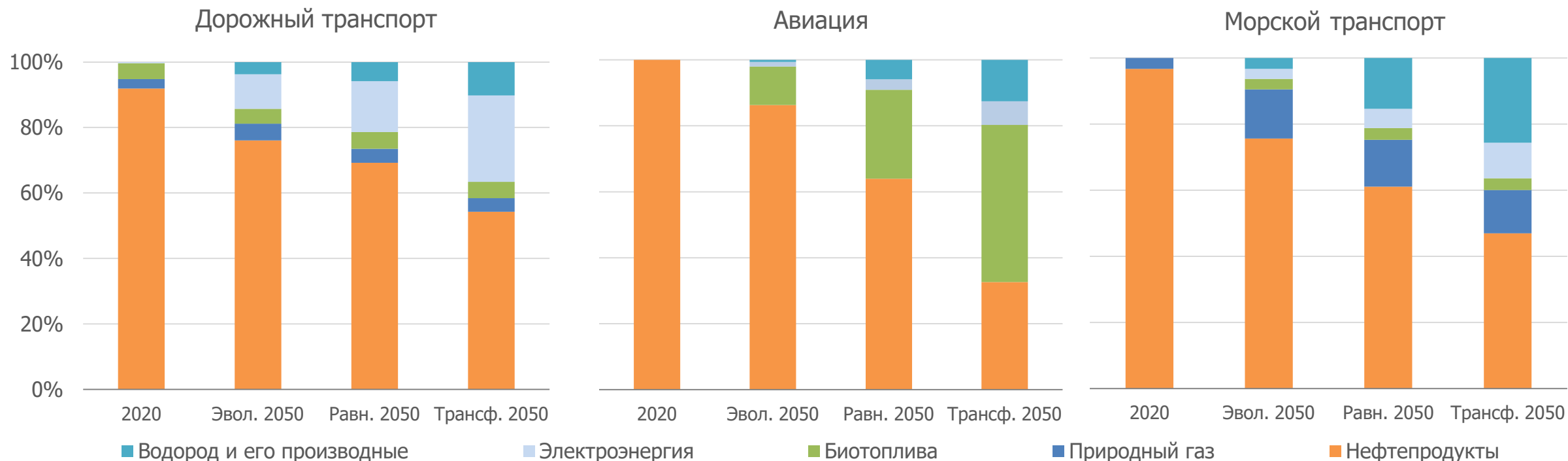
Прогноз полной стоимости владения легковым автомобилем среднего размера в Европе, долл./100 км



- ▶ В среднесрочной перспективе стоимость владения электромобилем будет снижаться за счет увеличения масштабов производства электромобилей
- ▶ В более длительной перспективе стоимость владения электромобилем увеличится из-за роста цен на металлы и электроэнергию, а также из-за необходимости утилизации батарей
- ▶ Повышение налогов на электроэнергию также может стать одной из причин повышения стоимости владения электромобилем

Топливная структура транспортного сектора будет становиться более разнообразной

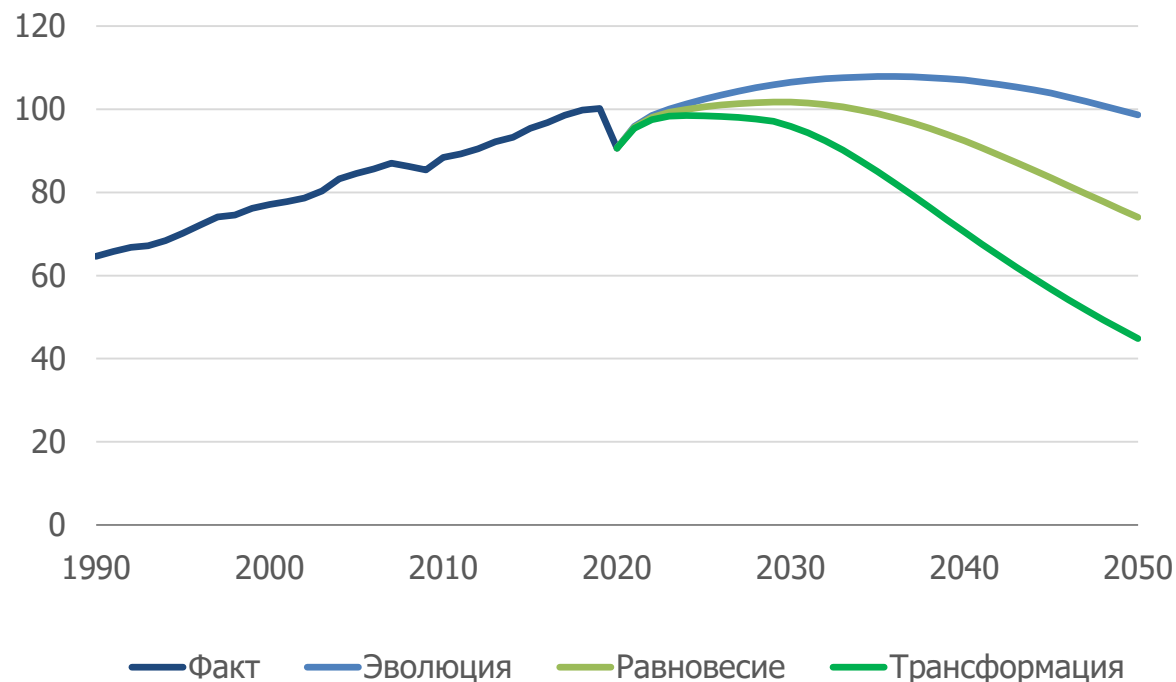
Изменение топливной структуры транспортного сектора, %



- ▶ Топливная структура транспортного сектора будет меняться за счет увеличения доли низкоуглеродных топлив
- ▶ В сегменте дорожного транспорта наиболее заметным будет увеличение потребления электроэнергии и водорода
- ▶ Ожидается рост потребления современных биотоплив (SAF) в секторе авиаперевозок
- ▶ Ужесточение экологических требований в международных морских перевозках будет стимулировать судовладельцев переходить на использование природного газа, водорода и его производных

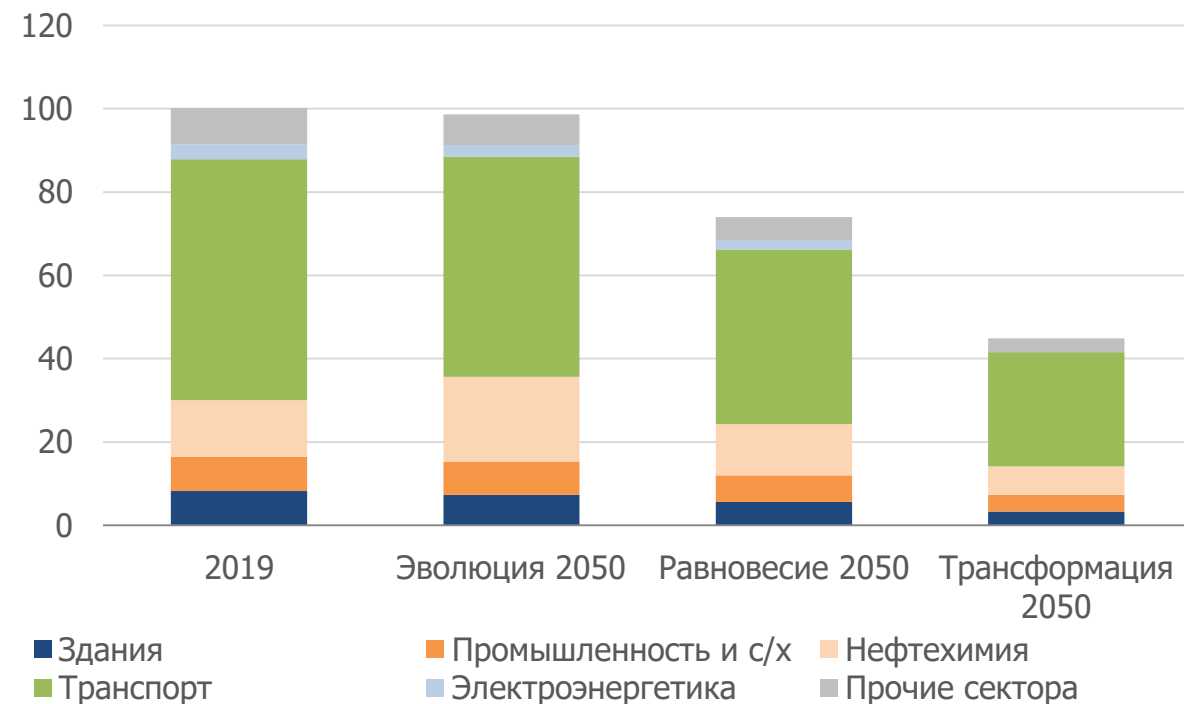
Потребление жидких углеводородов будет оставаться стабильным минимум до 2030 года

Прогнозы мирового спроса на жидкие углеводороды, млн барр./сут.



- ▶ В ближайшие несколько лет ожидается восстановление спроса на жидкие углеводороды после шока 2020 года
- ▶ В сценарии «Эволюция» рост потребления жидких углеводородов будет продолжаться до 2035 года
- ▶ Структурные изменения в транспортном секторе начнут влиять на спрос на жидкие углеводороды после 2030 года

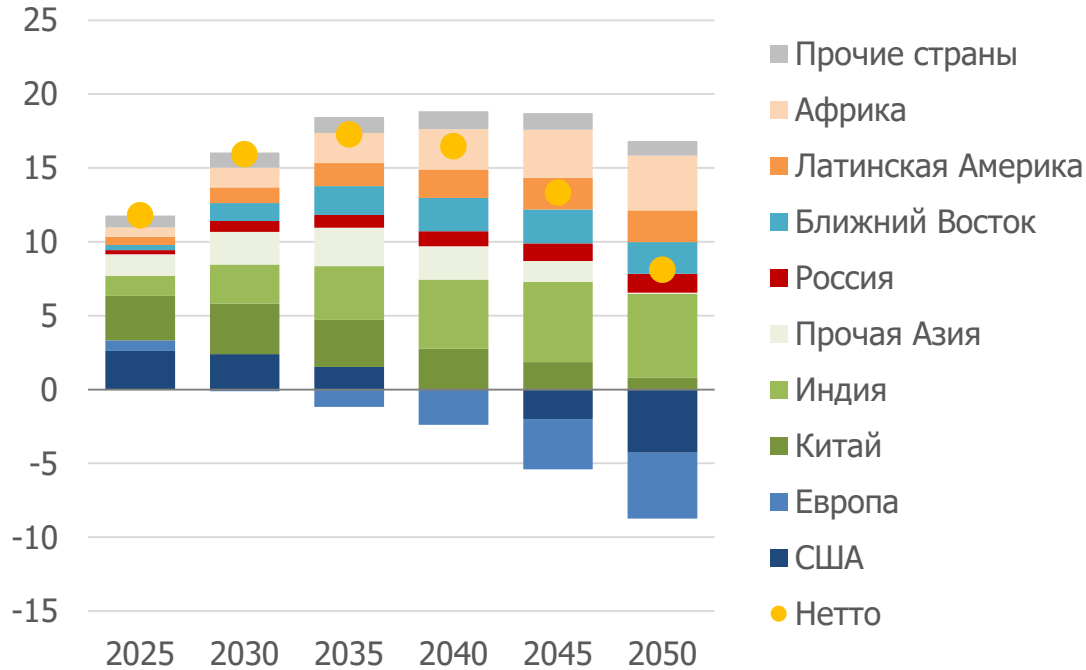
Потребление жидких углеводородов по секторам, млн барр./сут.



- ▶ Транспортный сектор сохранит преобладание в структуре спроса на жидкие углеводороды
- ▶ В сценарии «Эволюция» рост потребления нефтепродуктов со стороны авиации и морских перевозок будет частично компенсировать сокращение потребления моторных топлив в дорожном транспорте
- ▶ Рост потребления углеводородного сырья в секторе нефтехимии будет поддерживать спрос на нефть в среднесрочной перспективе

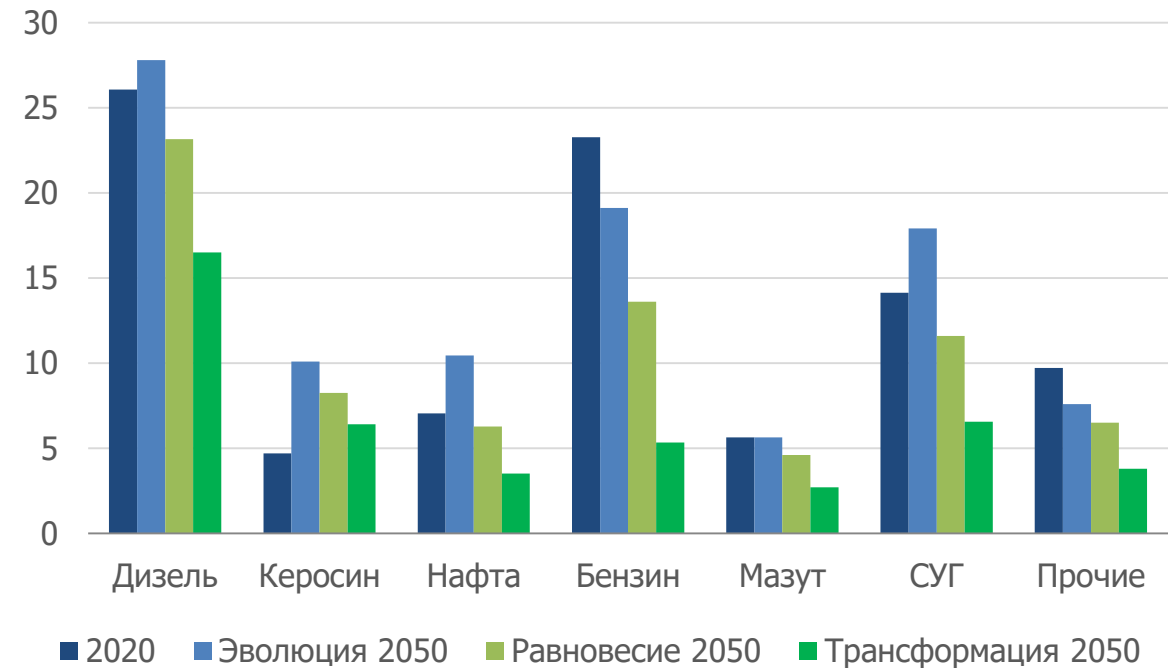
Основной прирост потребления жидких углеводородов в ближайшее десятилетие будет приходиться на страны Азиатско-Тихоокеанского региона

Изменение потребления жидких углеводородов по регионам относительно 2020 года (сценарий «Эволюция»), млн барр./сут.



- ▶ Динамика спроса на жидкие углеводороды будет сильно различаться в зависимости от региона
- ▶ Снижение потребления в Европе и США будет компенсироваться ростом в других регионах
- ▶ Ключевыми точками роста спроса на нефть в долгосрочной перспективе будут Индия и страны африканского континента

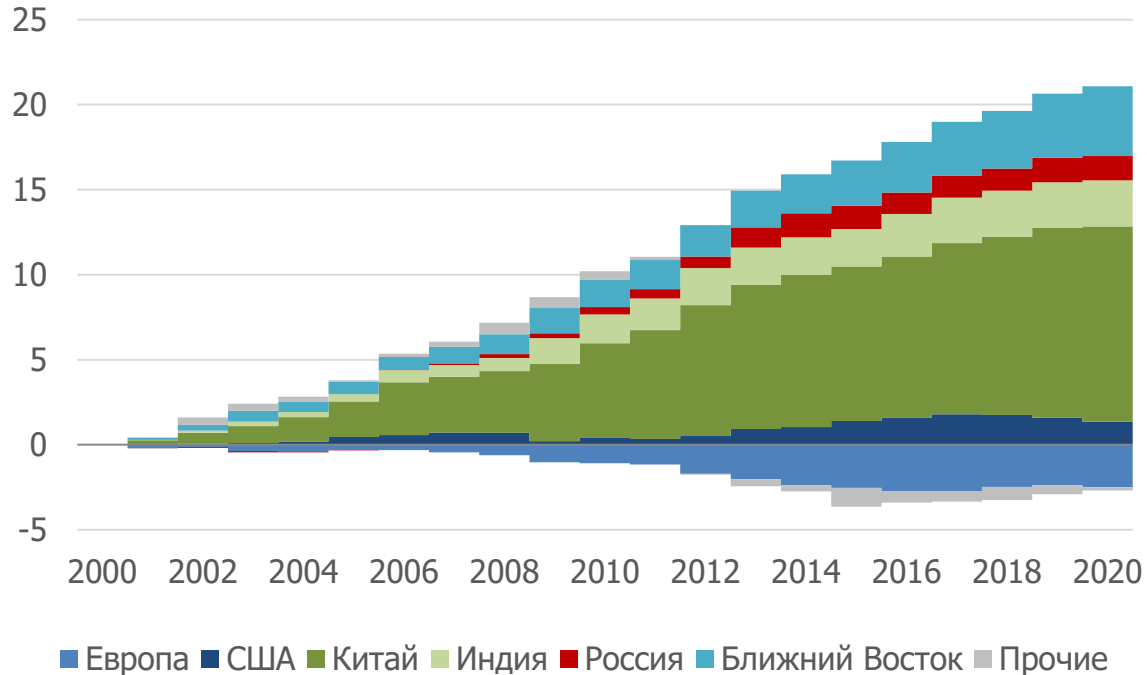
Потребление жидких углеводородов по видам топлив, млн барр./сут.



- ▶ Топливная структура спроса на жидкие углеводороды будет постепенно меняться
- ▶ Потребление бензина будет сокращаться во всех рассматриваемых сценариях
- ▶ Спрос на сырье для нефтехимии, авиакеросин, битумы и масла будет демонстрировать лучшую динамику, чем спрос на традиционные моторные топлива

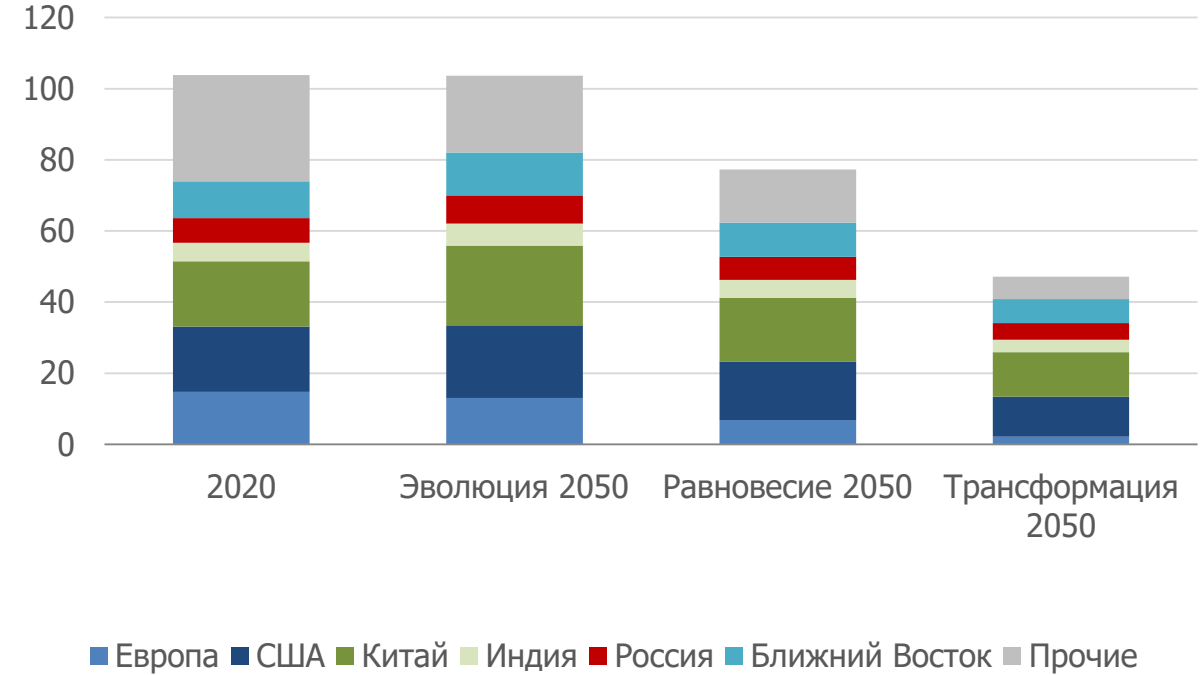
Нефтеперерабатывающая отрасль будет подстраиваться под изменение спроса на нефтепродукты

Изменение мощностей первичной переработки накопленным итогом по регионам, млн барр./сут.



- ▶ В последнее десятилетие новые перерабатывающие мощности вводились преимущественно в Китае и на Ближнем Востоке
- ▶ Усиление конкуренции на мировом рынке нефтепродуктов в результате выхода на рынок новых современных нефтеперерабатывающих заводов приводит к закрытию неэффективных мощностей, многие из которых расположены в европейских странах

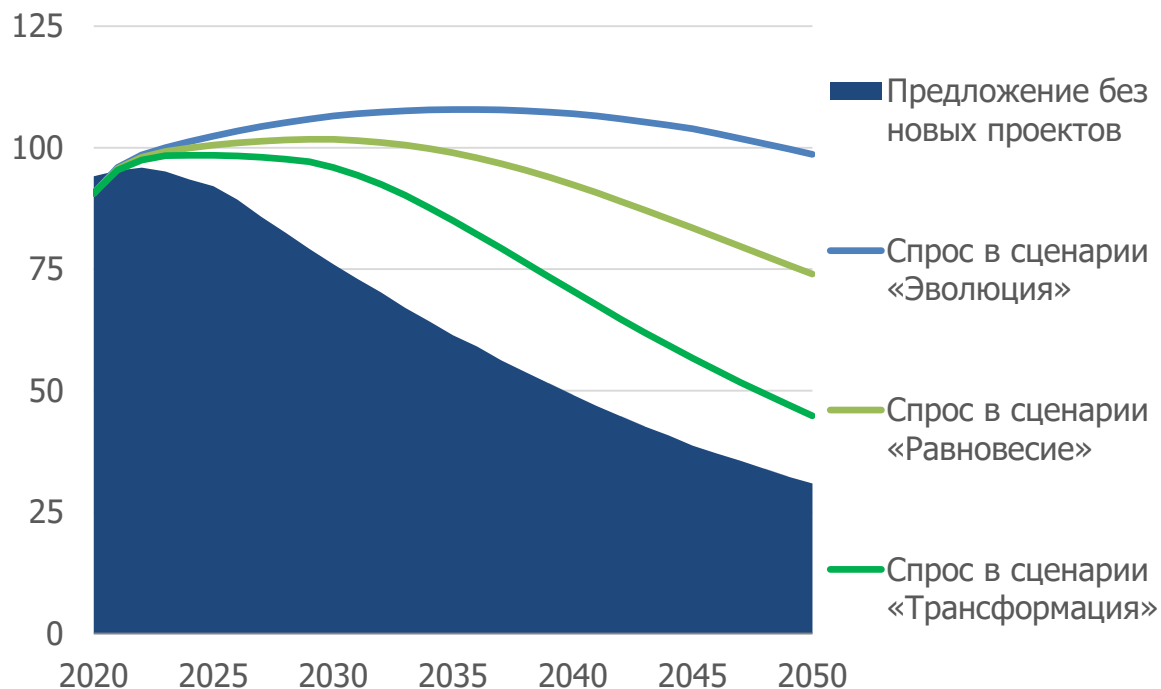
Прогноз мощностей первичной переработки по регионам, млн барр./сут.



- ▶ Мощности первичной переработки будут меняться пропорционально спросу на нефтепродукты
- ▶ В странах с растущим потреблением нефтепродуктов, таких как Китай и Индия, ввод новых перерабатывающих мощностей продолжится
- ▶ Наибольший объем сокращения перерабатывающих мощностей ожидается в европейских странах, где темпы роста потребления нефтепродуктов будут низкими или отрицательными

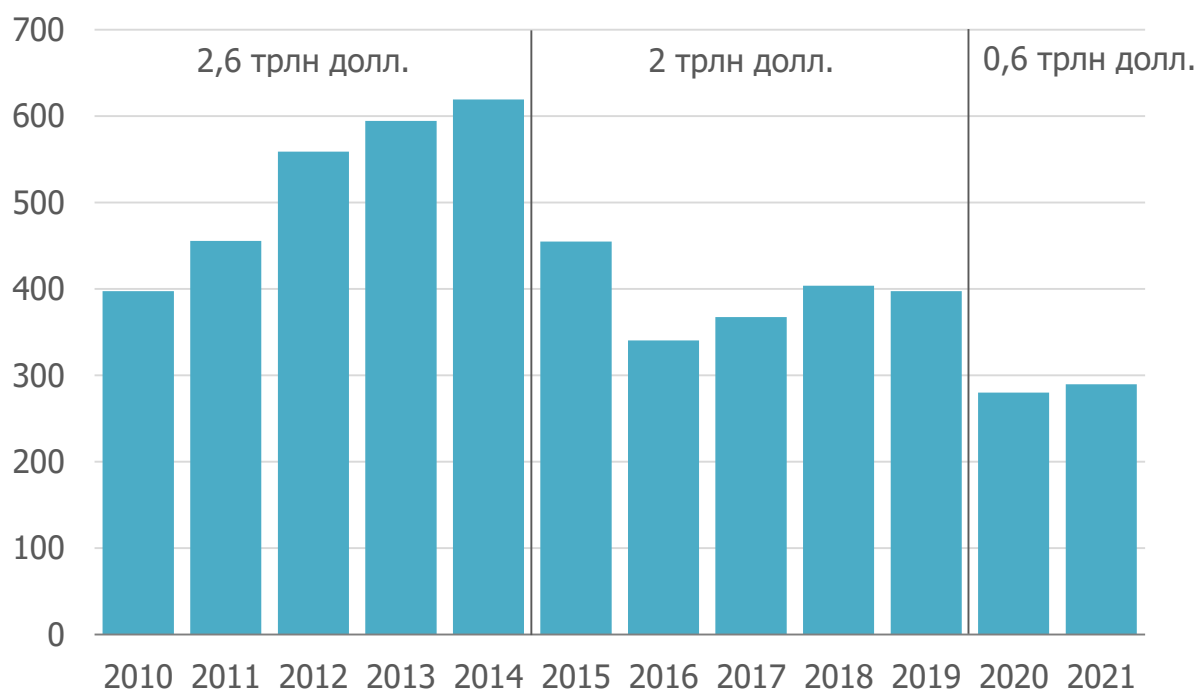
Потребность в инвестициях в нефтедобычу будет сохраняться даже в самом пессимистичном сценарии спроса

Спрос и предложение жидких углеводородов (без новых проектов), млн барр./сут.



- ▶ Значительное количество месторождений нефти находится на поздних стадиях разработки и имеет падающий профиль добычи
- ▶ Естественное падение добычи на таких месторождениях создает потребность во вводе новых проектов для обеспечения спроса
- ▶ В отсутствие инвестиций предложение жидких углеводородов будет ежегодно сокращаться темпом 4–5%

Фактические инвестиции в геологоразведку и добычу нефти, млрд долл.



- ▶ С 2014 года отмечается устойчивая тенденция к снижению инвестиций в геологоразведку и добычу нефти
- ▶ Отчасти сокращение инвестиций обусловлено оптимизацией затрат по новым проектам. Однако существенная часть сокращений связана с переносами или отказами от реализации проектов
- ▶ Недоинвестирование способно привести к устойчивому дефициту предложения на рынке и росту ценовой волатильности

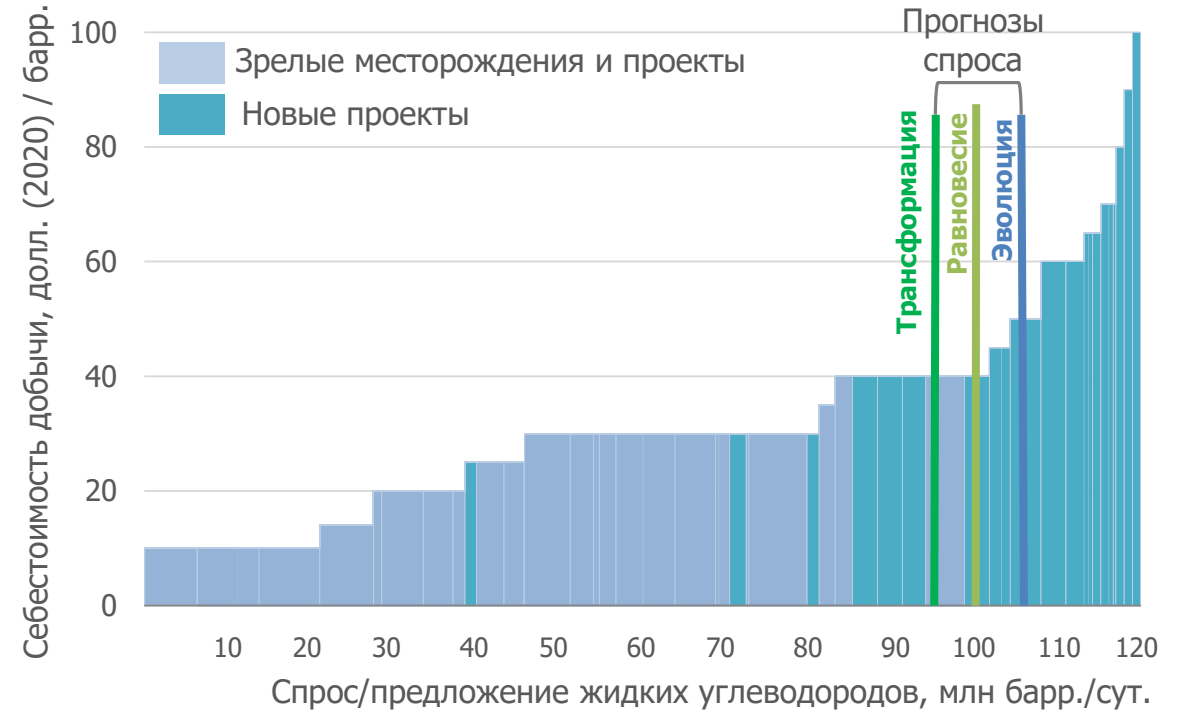
Рынком будут востребованы углеводороды с низкой себестоимостью добычи и низким углеродным следом

Углеродная интенсивность добычи нефти по странам и регионам добычи, кг CO₂-экв./бнэ



- ▶ Усиление климатического регулирования будет стимулировать потребителей приобретать нефть с низким углеродным следом
- ▶ На углеродный след нефти влияет множество факторов, наиболее значимыми среди которых являются плотность нефти, обводненность месторождения, уровень факельного сжигания и утечек метана
- ▶ Наиболее низкую углеродную интенсивность имеет нефть, добываемая в Саудовской Аравии, Норвегии и России

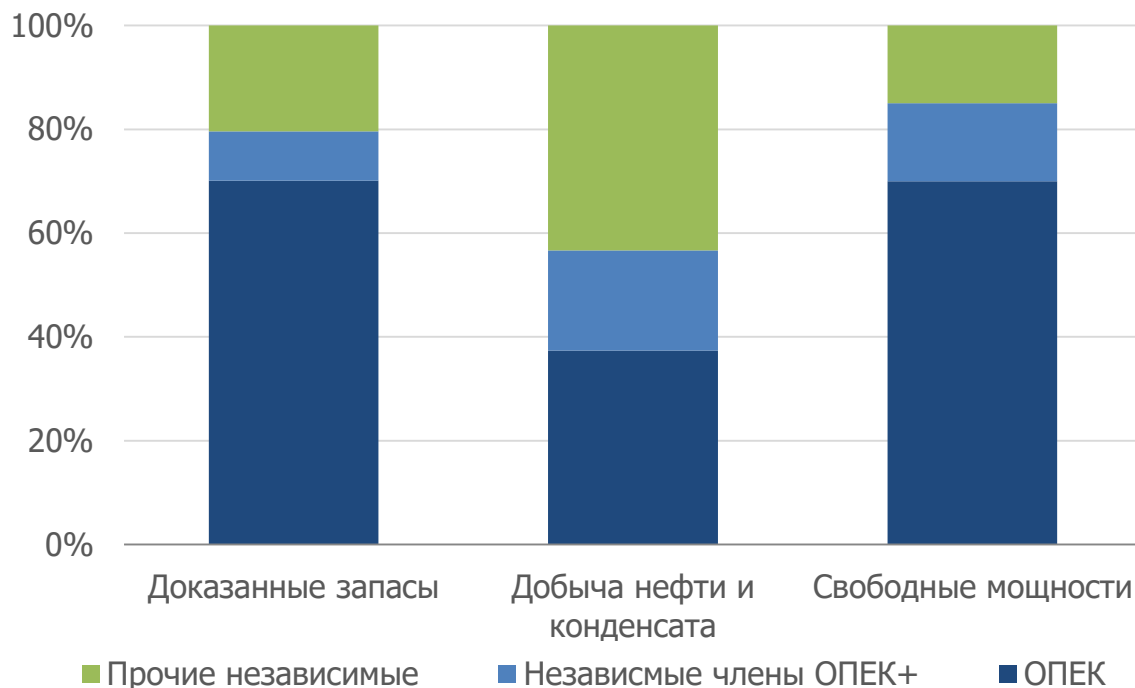
Прогнозы спроса и кривая предложения жидких углеводородов на 2030 год



- ▶ В условиях замедления темпов роста спроса на жидкие углеводороды себестоимость добычи будет являться определяющим фактором для санкционирования новых проектов
- ▶ Значительная часть запасов с высокой себестоимостью добычи, включая арктический шельф, битуминозные пески и тяжелые нефти, может остаться неосвоенной

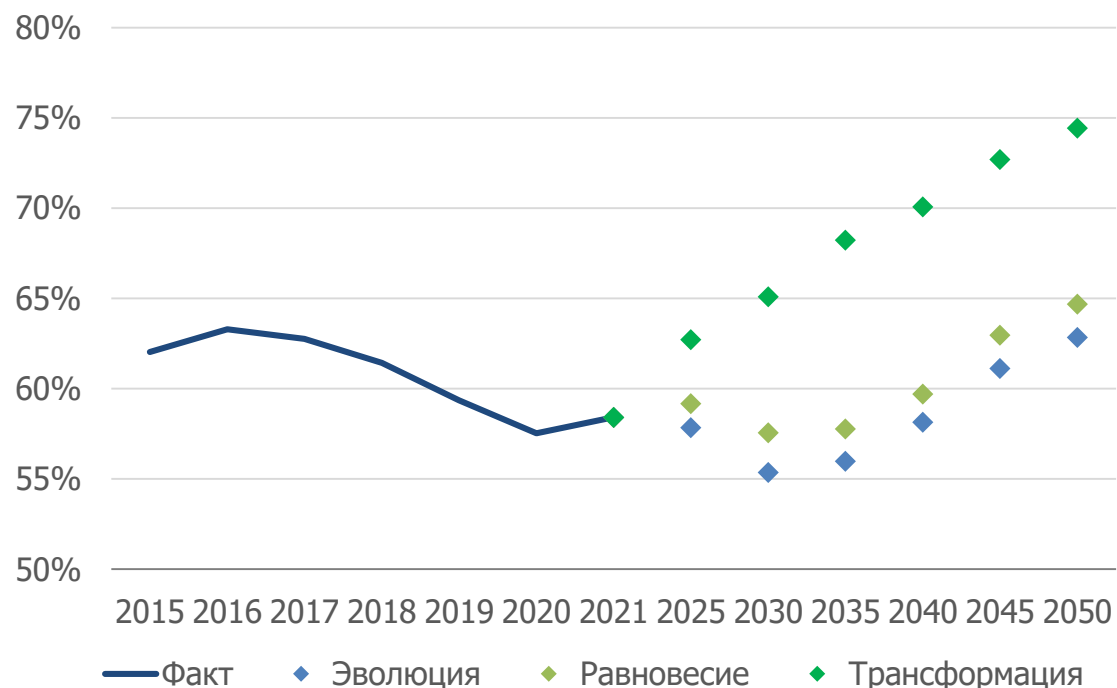
Доля ОПЕК+ в мировой нефтедобыче будет увеличиваться

Позиция ОПЕК+ на мировом рынке нефти в 2019 году



- ▶ ОПЕК остается ключевым регулирующим механизмом на рынке нефти, который продолжает демонстрировать свою эффективность. Благодаря Соглашению ОПЕК+ удалось смягчить шок от беспрецедентного падения спроса на нефть в 2020 году
- ▶ Избыток свободных добывающих мощностей будет способствовать дальнейшему взаимодействию нефтедобывающих стран в формате ОПЕК+

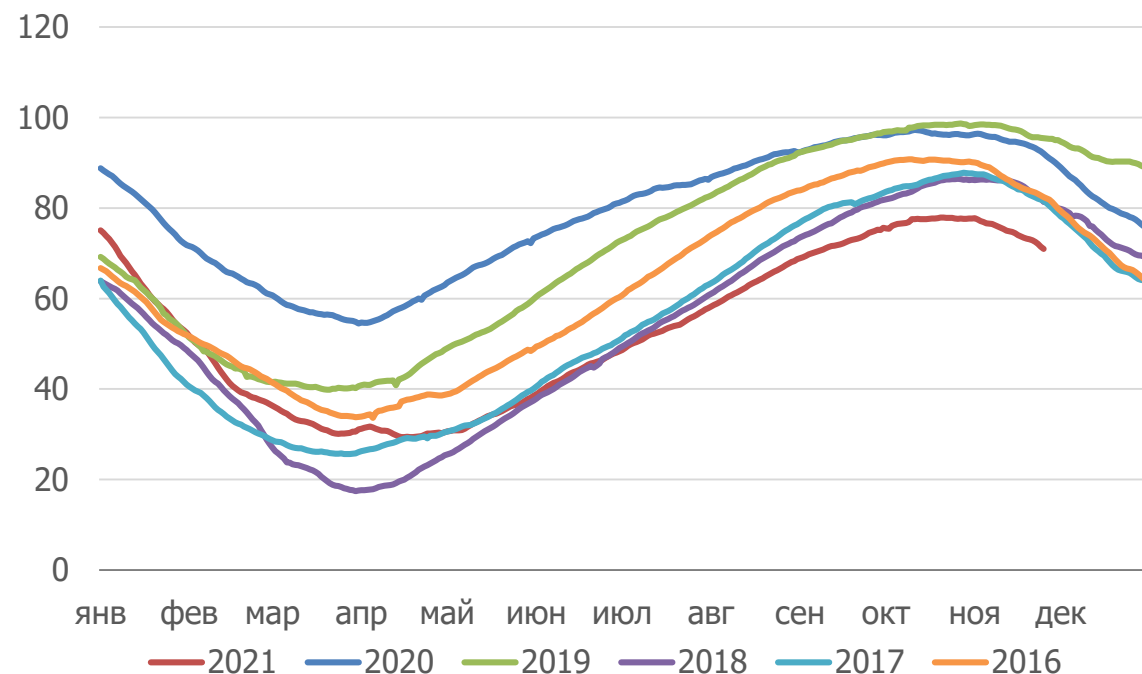
Доля ОПЕК+ в мировой добыче нефти, %



- ▶ Доля участников Соглашения ОПЕК+ в мировой добыче нефти в долгосрочной перспективе будет увеличиваться
- ▶ Новые проекты в странах – участниках Соглашения ОПЕК+ отличаются низкой себестоимостью добычи
- ▶ Углеродный след от добычи нефти в этих странах – участниках ОПЕК+ оценивается как низкий или умеренный

Профицит на рынке газа в 2020 году сменился на дефицит в 2021 году

Динамика запасов в европейских подземных хранилищах газа, млрд м³



- ▶ В 2021 году запасы природного газа в подземных хранилищах Европы снизились до многолетних минимумов
- ▶ Низкий уровень запасов газа на фоне сохраняющегося дисбаланса спроса и предложения в преддверии зимнего сезона спровоцировал рост цен на газ до рекордных уровней

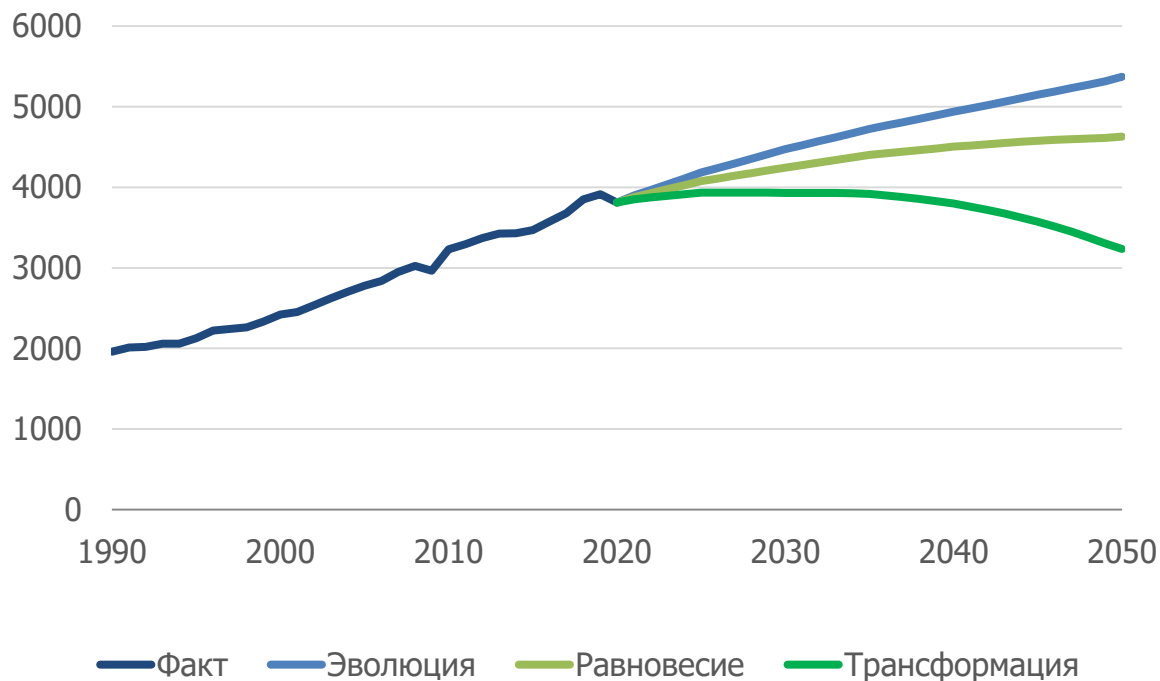
Фактическая динамика цен на газ, долл./млн бте



- ▶ Неблагоприятные погодные условия, восстановление экономической активности, снижение собственной добычи и объемов импорта газа – факторы, способствующие поддержанию европейских спотовых цен на газ на высоком уровне
- ▶ Резкий рост спотовых цен на газ также наблюдается в Азии, где происходит быстрое восстановление экономики после снятия карантинных ограничений

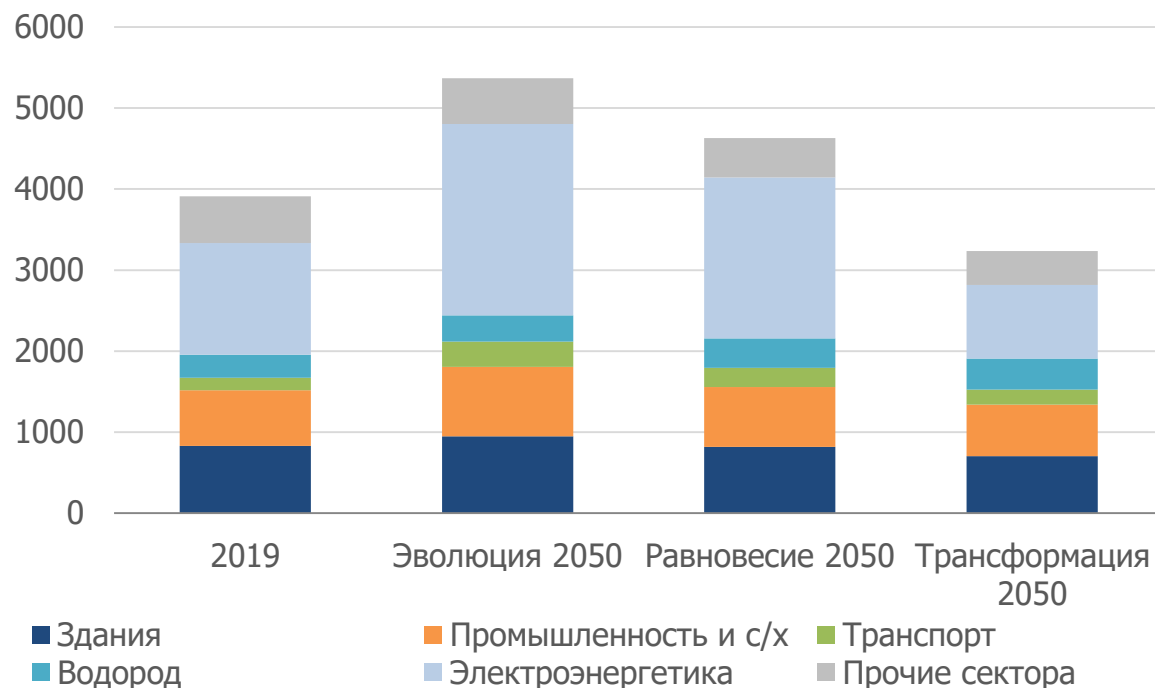
Спрос на газ будет расти быстрее, чем спрос на жидкие углеводороды

Прогнозы мирового спроса на газ, млрд м³



- ▶ Спрос на газ в среднесрочной перспективе будет демонстрировать более высокие темпы роста, чем спрос на жидкие углеводороды
- ▶ Углеродоемкость природного газа существенно ниже, чем нефти и угля, что будет стимулировать использование газа в промышленных странах
- ▶ В сценарии «Эволюция» спрос на газ будет демонстрировать рост на горизонте до 2050 года

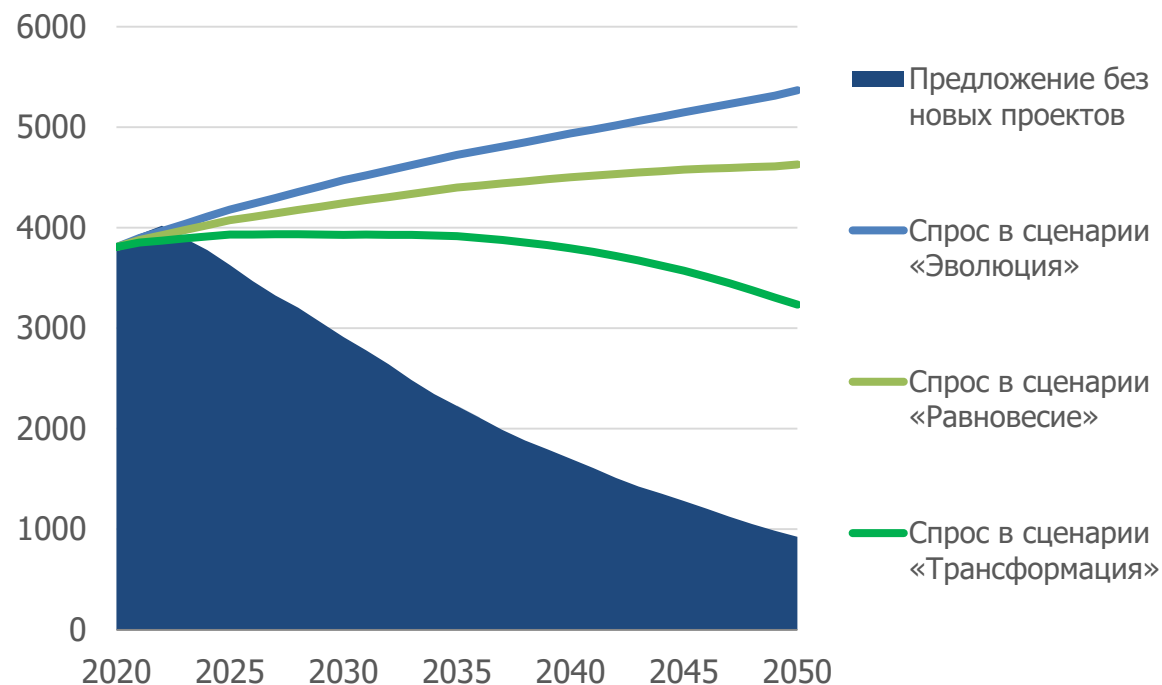
Спрос на газ по секторам, млрд м³



- ▶ Основной рост потребления природного газа ожидается со стороны сектора электроэнергетики
- ▶ Электрификация транспорта вызовет рост потребности в новых генерирующих мощностях, в том числе газовых
- ▶ Газовая генерация позволяет обеспечивать стабильность энергетических систем со значительной долей генерации из ВИЭ

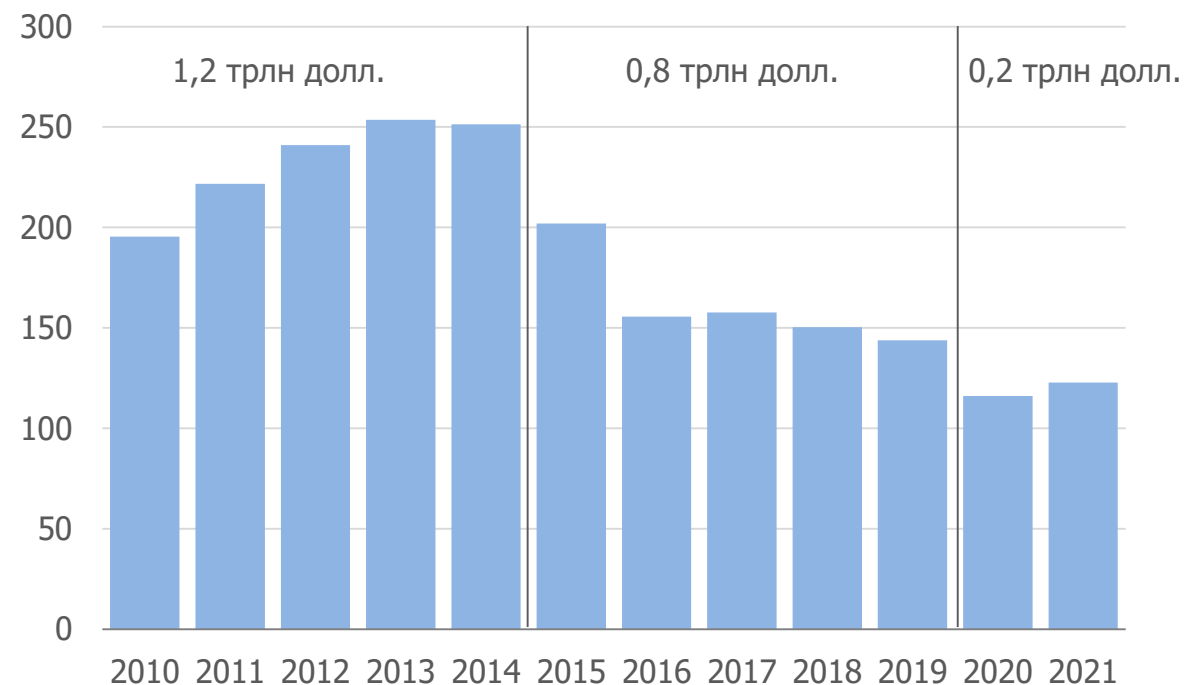
Потребность инвестиций в новые газовые проекты будет оставаться высокой

Спрос и предложение газа (без новых проектов), млрд м³



- ▶ Падение добычи газа на действующих месторождениях вызывает необходимость в разработке существующих запасов газа, а также в поиске новых запасов
- ▶ Потребность в новых проектах добычи газа к 2050 году оценивается в диапазоне от 2,3 трлн до 4,4 трлн м³

Фактические инвестиции в газовые проекты, млрд м³



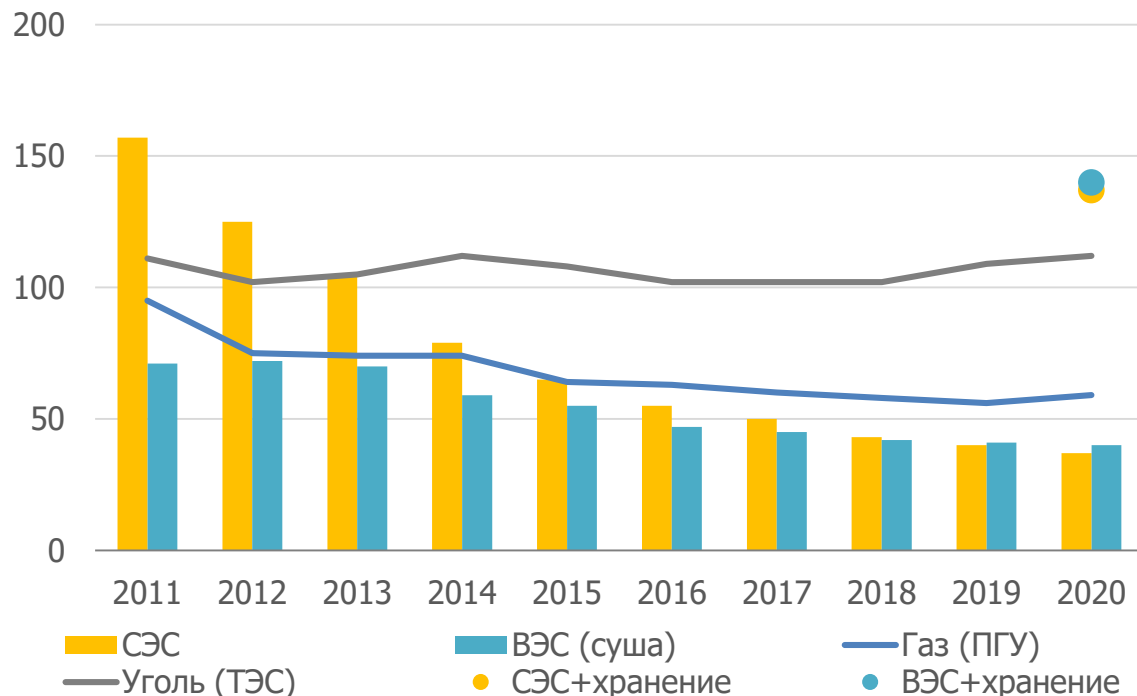
- ▶ Профицит на газовом рынке в результате бурного роста добычи сланцевого газа в США вызвал снижение инвестиций в поиск и разработку газовых запасов
- ▶ Растущая потребность в газе, вероятно, приведет к увеличению объемов инвестиций в газовую отрасль в ближайшие годы



ПРОЧИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ

Потребление энергии из возобновляемых источников будет расти высокими темпами

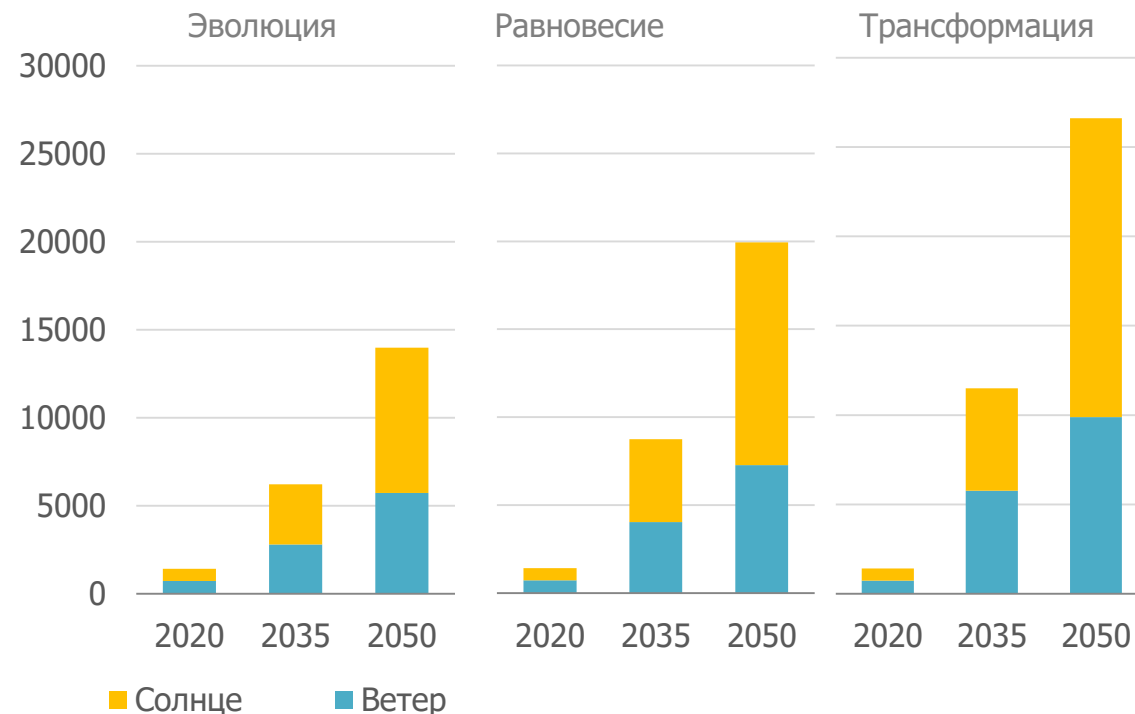
Нормированная стоимость электроэнергии (LCOE*), долл./МВт·ч



* LCOE – Levelized Cost of Energy

- ▶ Нормированная стоимость солнечной и ветровой энергии в 2020 году находилась ниже аналогичного показателя для угольной и газовой генерации
- ▶ Стоимость промышленных аккумуляторов снижается, но их использование в связке с современными ВИЭ все еще менее эффективно, чем производство электроэнергии из ископаемых топлив

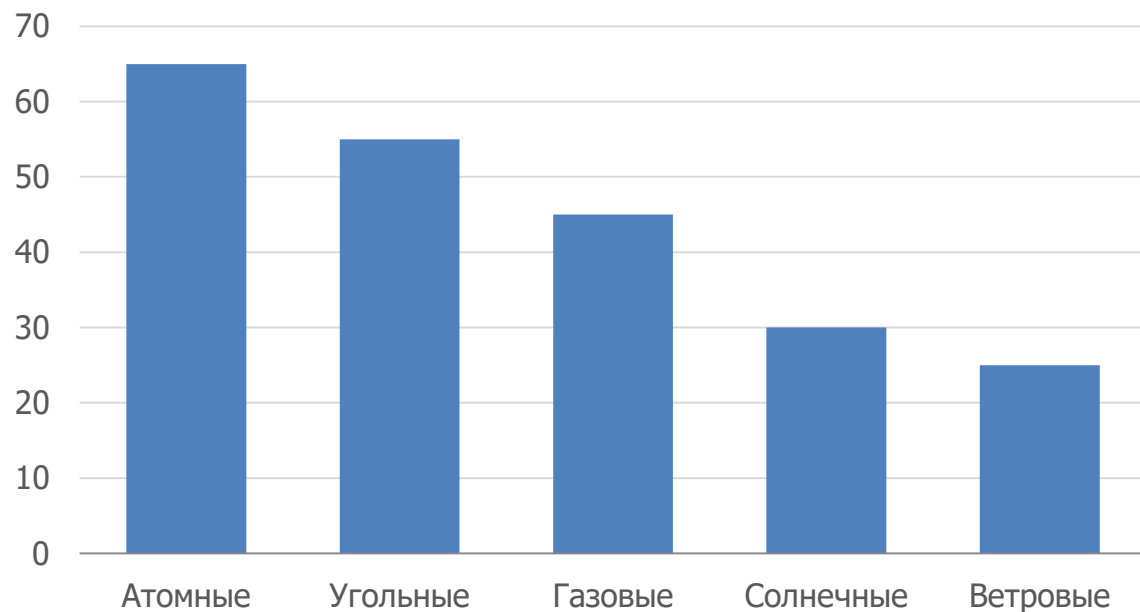
Установленная мощность современных ВИЭ, ГВт



- ▶ Климатическая политика ведущих промышленных стран будет стимулировать строительство солнечной и ветровой генерации
- ▶ Высокая стоимость систем хранения энергии может выступать сдерживающим фактором, ограничивающим возможности интеграции современных ВИЭ в энергетические системы
- ▶ Территориальные ограничения могут стать препятствием для развития ВИЭ в отдельных странах

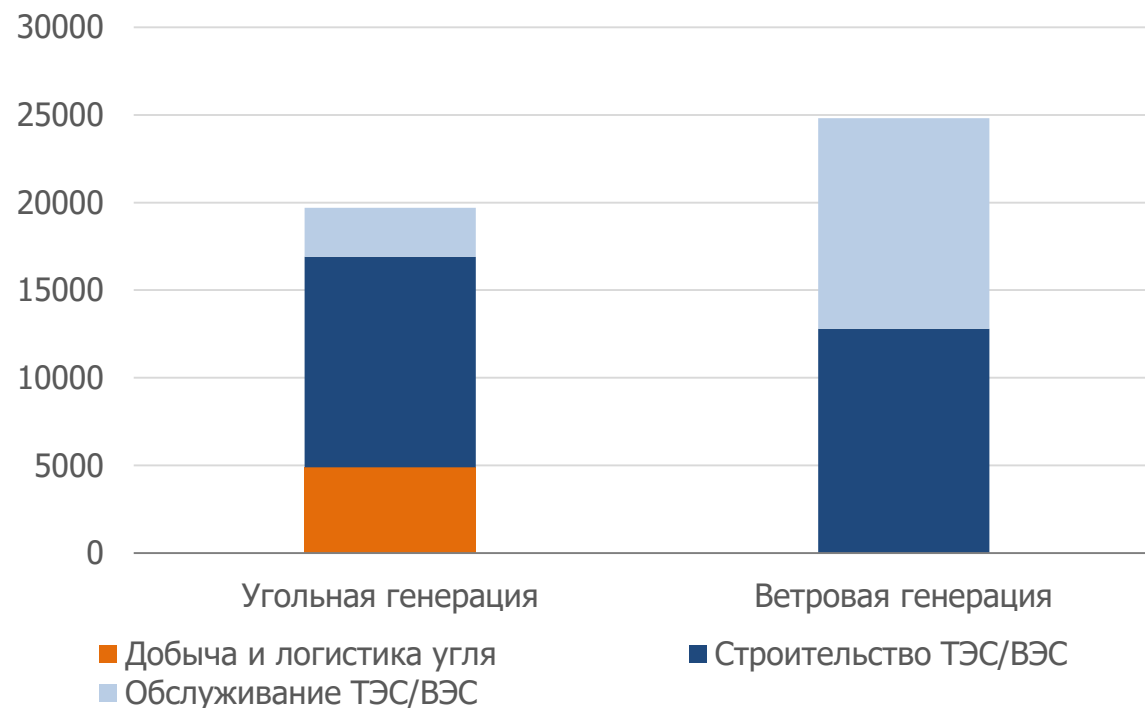
Относительно короткие сроки службы современных ВИЭ будут способствовать росту затрат на декарбонизацию энергетики

Средний срок службы электростанций по типам, лет



- ▶ Современные ветровые и солнечные электростанции имеют более короткий срок эксплуатации, чем традиционные электростанции, использующие ископаемые топлива, или АЭС
- ▶ Потребность в более частом по сравнению с традиционной генерацией обновлении мощностей увеличивает стоимость использования ВИЭ

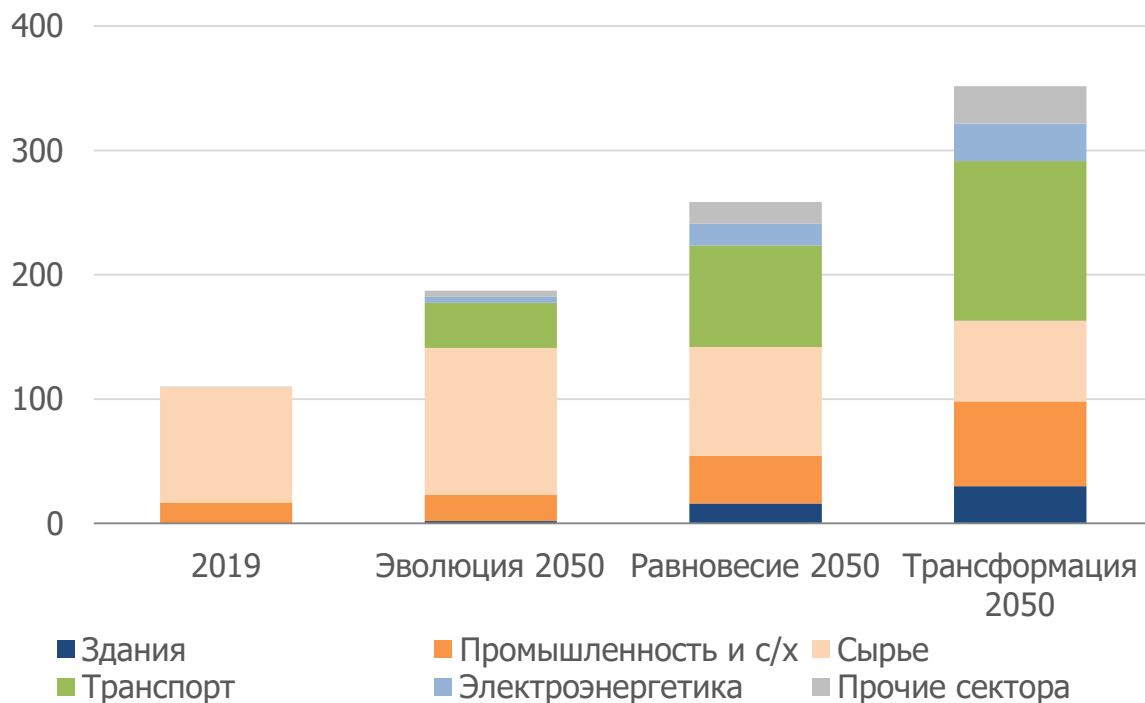
Сравнение потребности в персонале в угольной и ветровой энергетике, чел./100 ТВт·ч



- ▶ Переход на низкоуглеродные способы производства электроэнергии будет сопровождаться масштабным перетоком рабочей силы между отраслями экономики
- ▶ Возобновляемая энергетика требует больше персонала на единицу выработки энергии, чем традиционная
- ▶ Возможен дефицит рабочей силы в энергетической отрасли, что может повлиять на стоимость декарбонизации

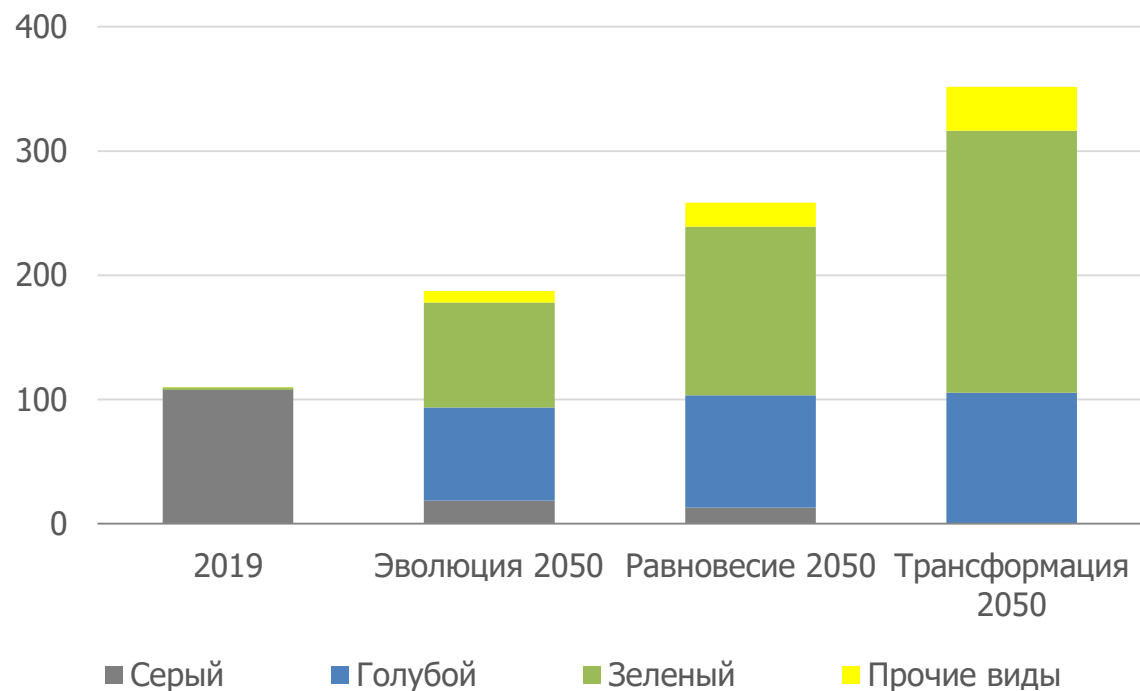
Водород является перспективным решением для секторов, которые сложно декарбонизировать

Спрос на водород по секторам, млн т



- ▶ Климатическая политика ведущих индустриальных стран способствует росту потребления водорода в качестве универсального энергоносителя
- ▶ Мировой рынок водорода и его производных к 2050 году может достичь 200–350 млн т
- ▶ Основные драйверы спроса на водород: промышленность, транспорт и электроэнергетика

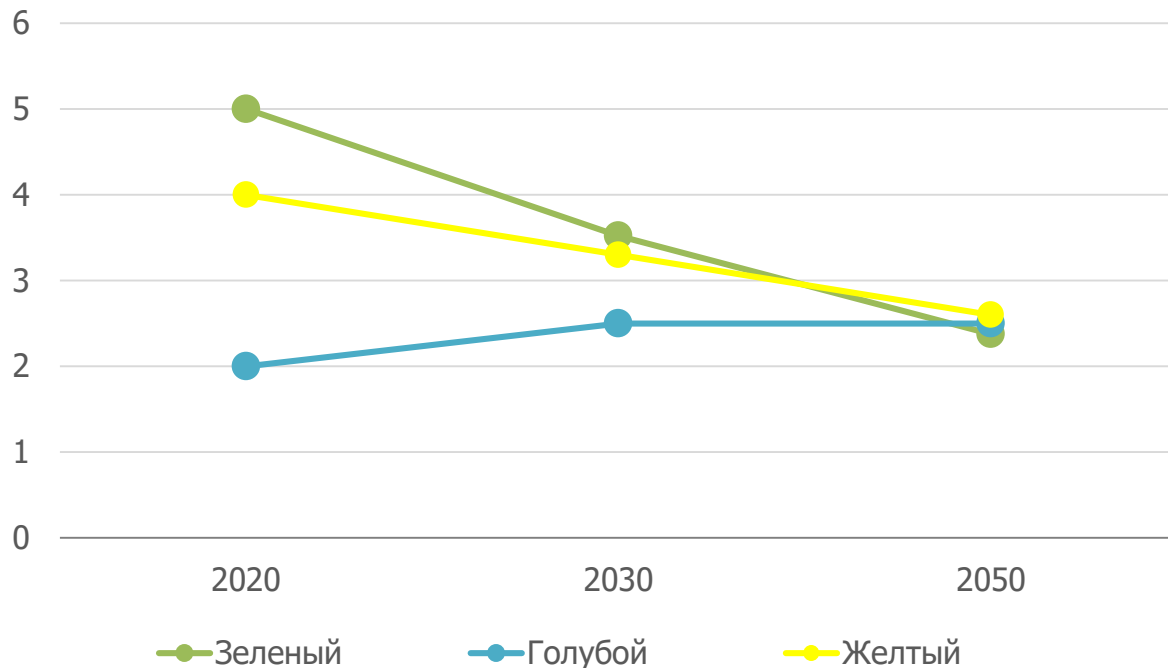
Предложение водорода по способам производства, млн т



- ▶ Рост рынка водорода будет сопровождаться ростом производства чистого водорода (преимущественно «зеленого» и «голубого») и сокращением использования процессов производства водорода со значительным уровнем эмиссий CO₂
- ▶ Увеличение потребления «голубого» водорода будет способствовать росту спроса на природный газ

Ожидается снижение себестоимости производства «зеленого» водорода

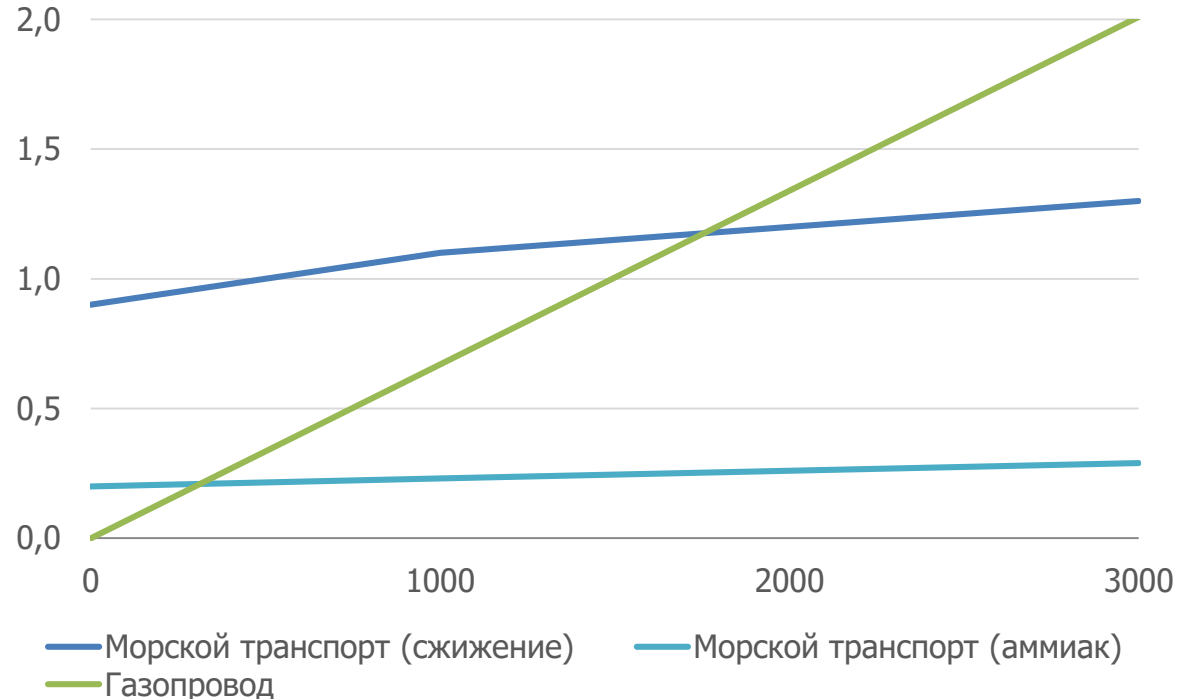
Индикативный уровень себестоимости производства водорода в Европе (по методике LCOH*), долл./кг



* LCOH – Levelized Cost of Hydrogen

- ▶ В настоящее время технологии получения водорода из ископаемых топлив обладают преимуществом по себестоимости по сравнению с «зеленым» водородом, получаемым с помощью электролиза из ВИЭ
- ▶ В долгосрочной перспективе ожидается значительное удешевление производства «зеленого» водорода за счет снижения себестоимости генерации электроэнергии из ВИЭ и удешевления электролизеров

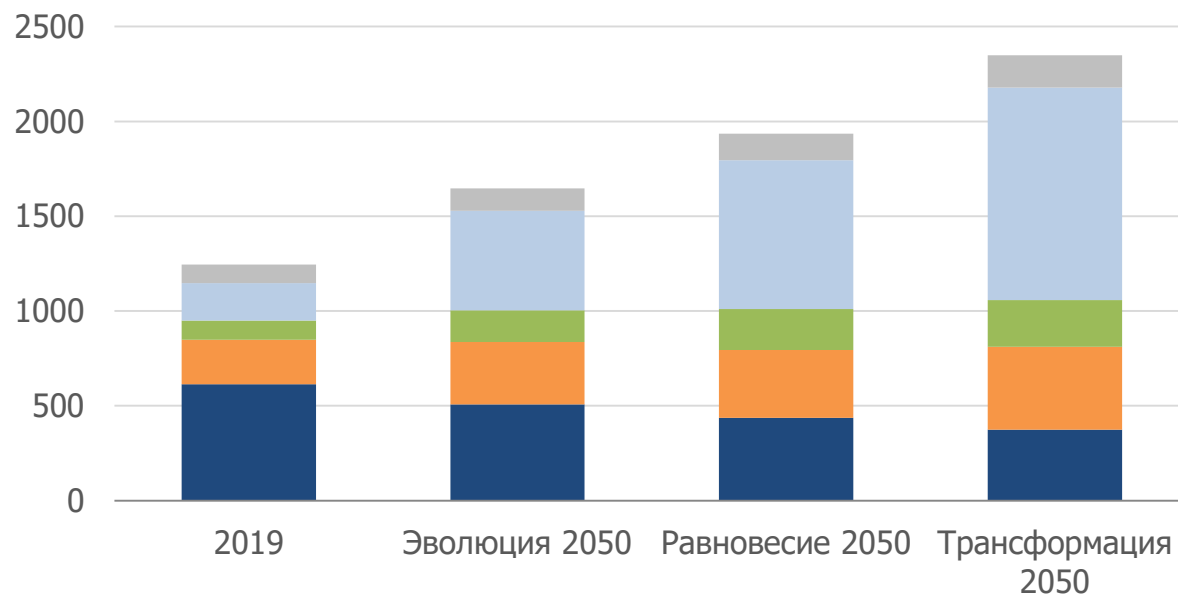
Стоимость транспортировки водорода в зависимости от расстояния, долл./кг



- ▶ Затраты на транспортировку являются существенной составляющей цены водорода для конечных потребителей и могут превышать стоимость производства водорода
- ▶ Многие проекты в области чистого водорода предполагают его потребление в непосредственной близости от места производства

Потребление современной биомассы будет увеличиваться

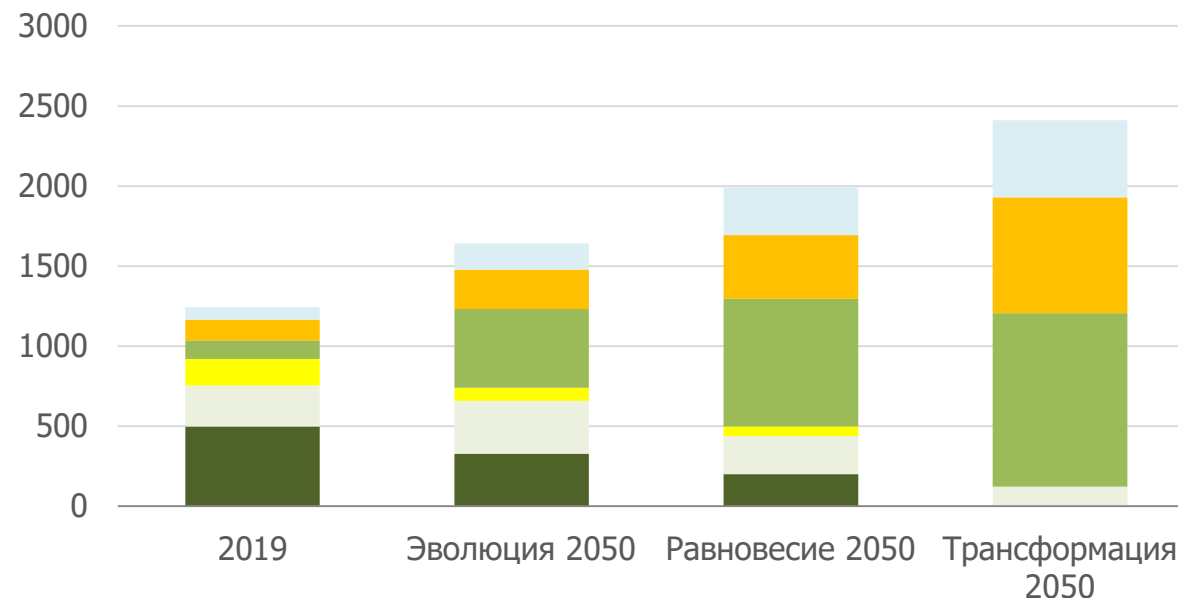
Спрос на биоэнергию по секторам, млн тнэ



- Здания
- Электроэнергетика
- Промышленность и с/х
- Прочие/потери
- Транспорт

- ▶ Транспортный сектор и электроэнергетика будут обеспечивать рост спроса на современные биотоплива и биомассу
- ▶ Потребление традиционной биомассы будет сокращаться по мере повышения доступа населения развивающихся стран к современным источникам энергии

Предложение биоэнергии по способам производства, млн тнэ

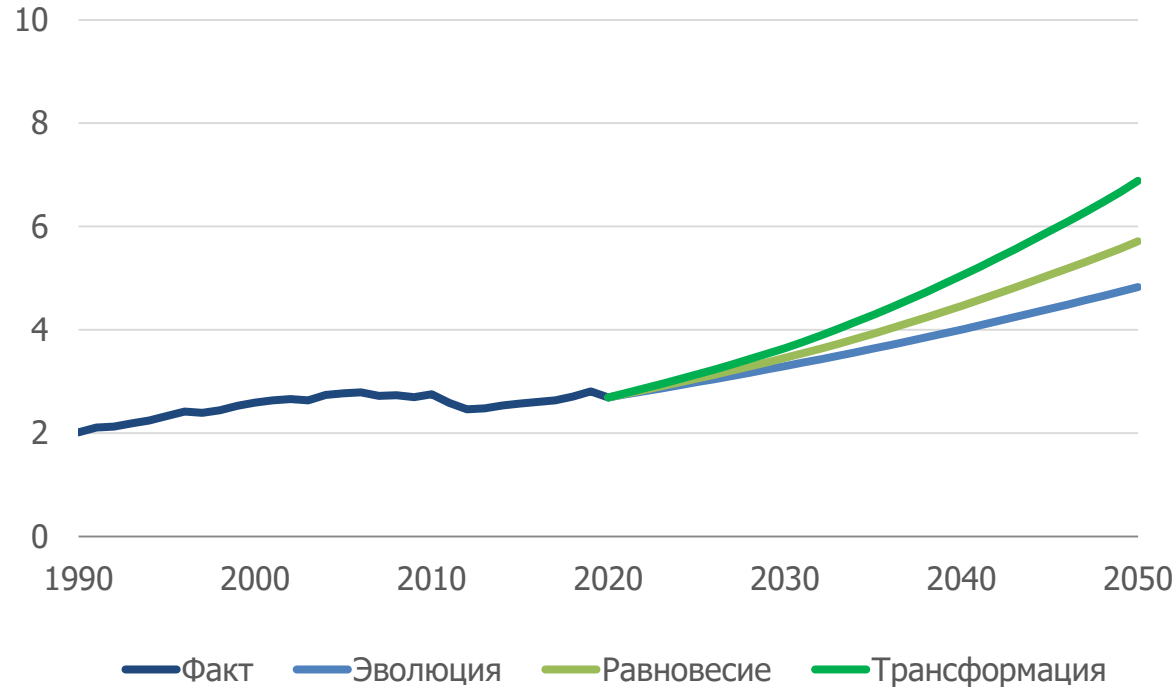


- Традиционная биомасса
- Традиционные с/х культуры
- Отходы деревообработки
- Лесоразведение
- Органические отходы
- Быстрорастущие культуры

- ▶ Структура производства биомассы будет эволюционировать в сторону современного сырья
- ▶ Спрос будет обеспечиваться преимущественно за счет органических отходов, отходов деревообработки и использования быстрорастущих растений
- ▶ Рост спроса на отходы в условиях ограниченного предложения будет способствовать росту цен на сырье для биотоплив

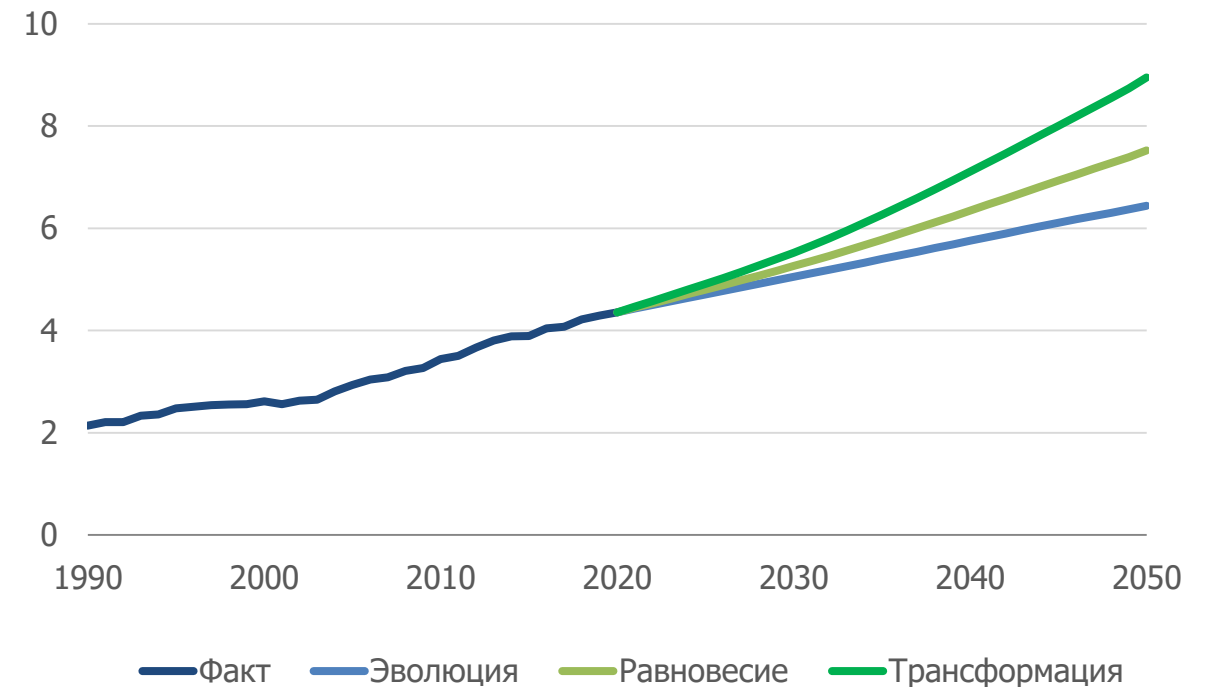
Декарбонизация энергетического сектора потребует наращивания производства гидро- и атомной энергии

Генерация электроэнергии на атомных электростанциях, тыс. ТВт·ч



- ▶ Электрификация транспорта и использование водорода в различных секторах экономики приведут к значительному росту потребления электроэнергии
- ▶ Технологии гидроэнергетики и атомной энергетики обладают крайне низким углеродным следом. Однако во многих странах идет общественная дискуссия относительно устойчивости и безопасности этих видов энергии

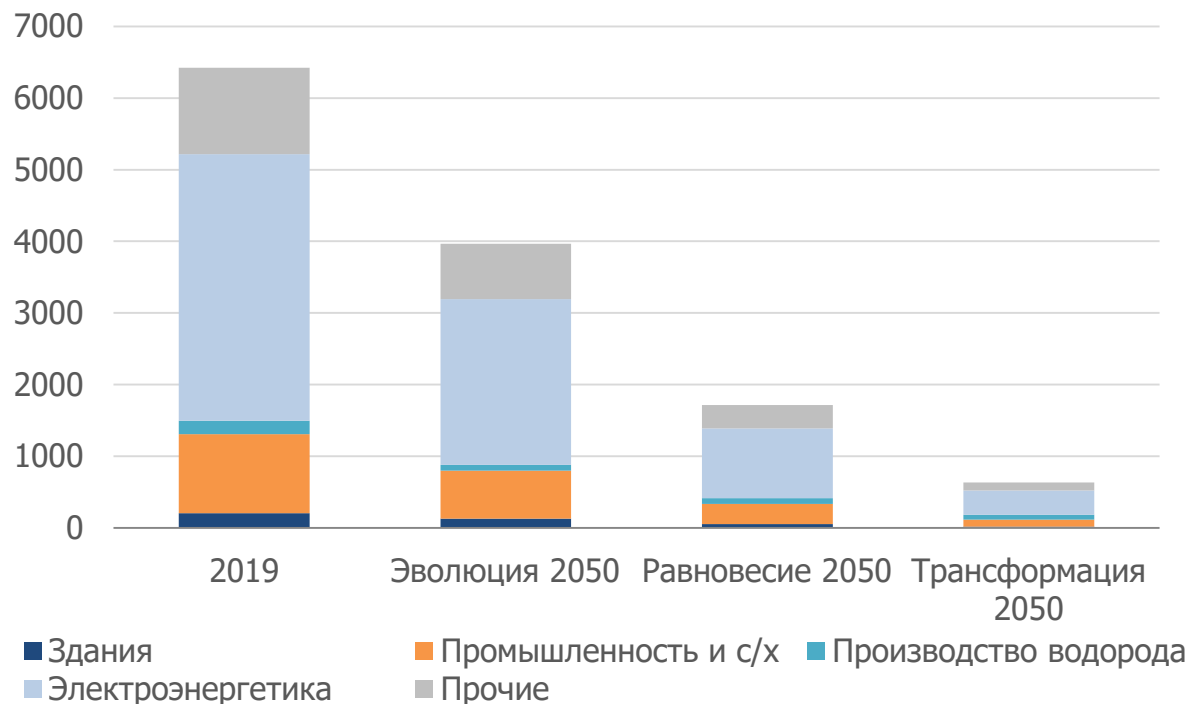
Генерация электроэнергии на гидроэлектростанциях, тыс. ТВт·ч



- ▶ Развитие технологий может сделать энергию атома и гидроэнергетику более безопасными
- ▶ Одним из возможных направлений развития гидроэнергетики является строительство приливных электростанций
- ▶ В атомной промышленности перспективными направлениями считаются малые модульные реакторы и термоядерный синтез

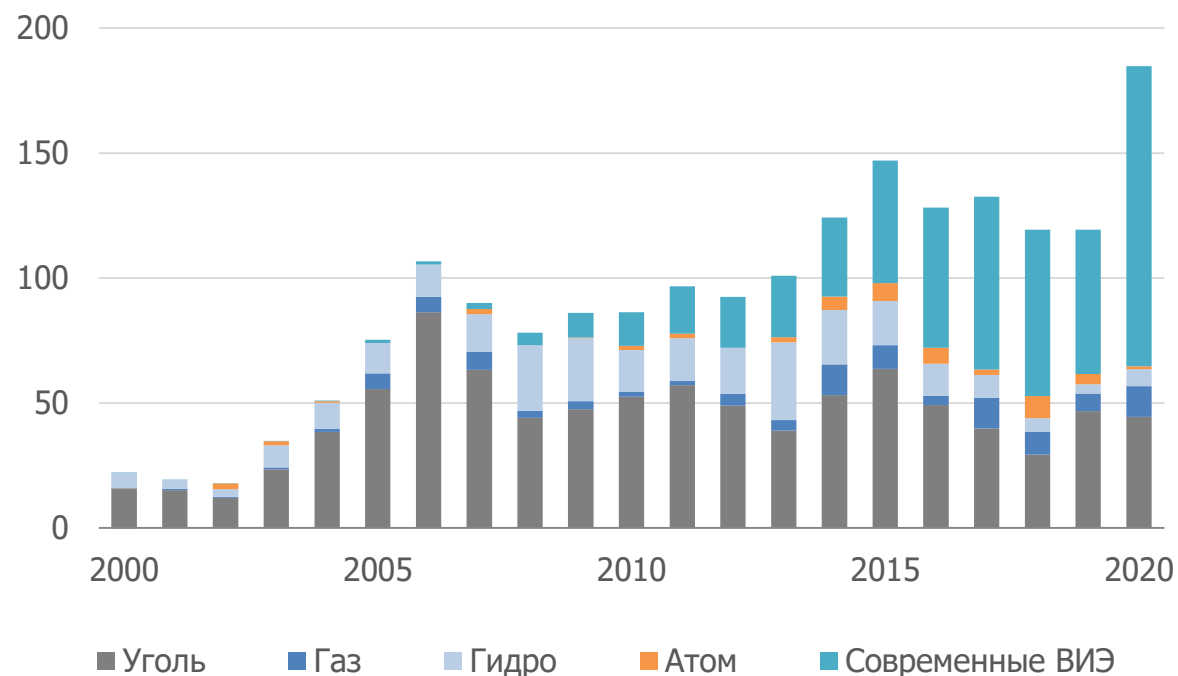
Потребление угля будет сокращаться во всех рассматриваемых сценариях

Спрос на уголь по секторам, млн т



- ▶ Основной объем добываемого в мире угля потребляется в секторе электроэнергетики
- ▶ Уголь обладает наиболее высокой углеродоемкостью среди ископаемых топлив
- ▶ Климатическая политика во многих странах направлена на постепенное сокращение угольной генерации

Чистое изменение генерирующих мощностей в Китае, ГВт







- ▶ Несмотря на нацеленность на декарбонизацию энергетики, Китай, крупнейший потребитель угля, продолжает вводить в эксплуатацию новые угольные электростанции
- ▶ Подписание на COP26 в Глазго соглашения, предусматривающего поэтапное сокращение использования угля в энергетике, а также введение системы по торговле эмиссиями, свидетельствует о готовности Китая более активно сокращать долю угля в энергетическом балансе






ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ

Россия в 2021 году объявила об усилении климатических амбиций

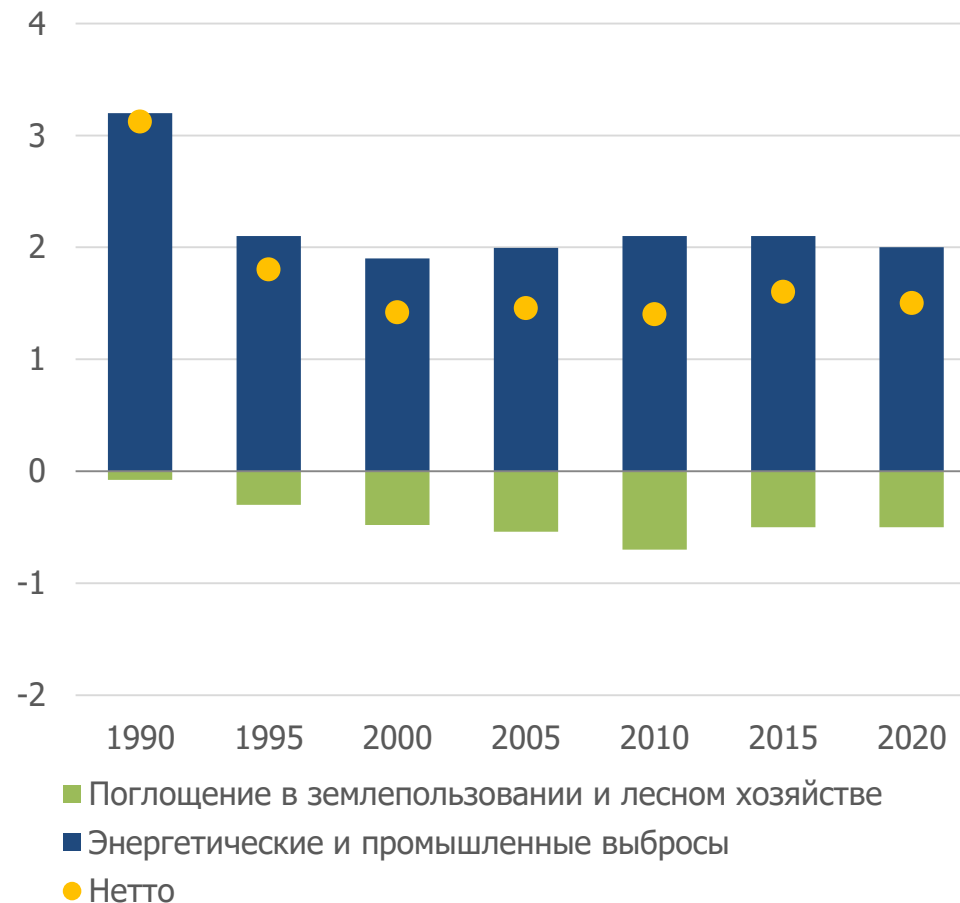
Климатические цели России

-  Климатическая нейтральность к 2060 году или ранее (предыдущая цель – сокращение эмиссий на 30% к 2030 году от уровня 1990 года)
- Более низкие по сравнению с ЕС значения накопленной до 2050 года чистой эмиссии парниковых газов
-  Повышение доли ВИЭ в структуре генерации электроэнергии
-  15% - доля электромобилей в продажах новых автомобилей
- Производство 217 тыс. электромобилей в России
-  Экспорт водорода в размере 2-12 млн т к 2035 году и 15-50 млн т к 2050 году

Законодательные инициативы в области контроля эмиссий парниковых газов в России

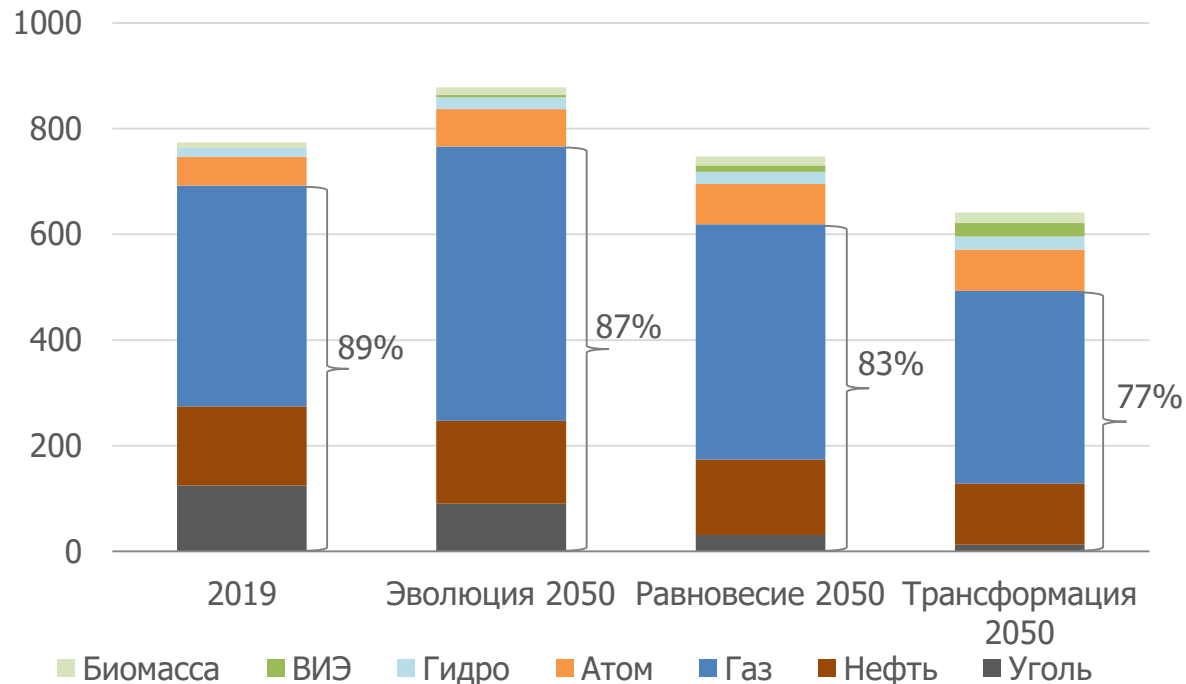
-  Принят Федеральный закон об ограничении выбросов парниковых газов
-  Планируется эксперимент по установлению специального регулирования выбросов и поглощения парниковых газов в Сахалинской области
-  Ожидается развитие законодательства в области обращения эмиссионных сертификатов и реализации климатических проектов

Динамика антропогенных выбросов парниковых газов в России, млрд т CO₂-экв.



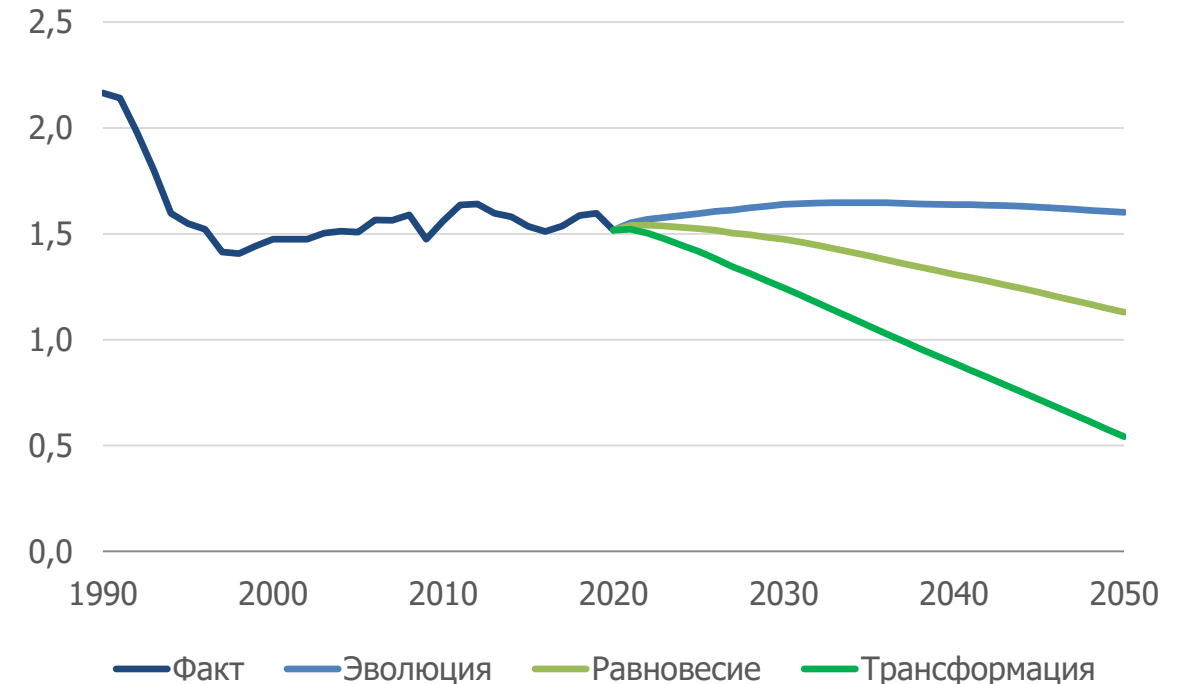
Структура топливного баланса России будет постепенно меняться в сторону увеличения доли низкоуглеродных источников

Прогнозы потребления первичной энергии, млн тнэ



- ▶ Ископаемые топлива составляют около 90% потребления первичной энергии России
- ▶ Со временем доля угля будет сокращаться, а доля низкоуглеродных источников энергии – расти
- ▶ Газ будет оставаться доминирующим источником энергии вне зависимости от сценария

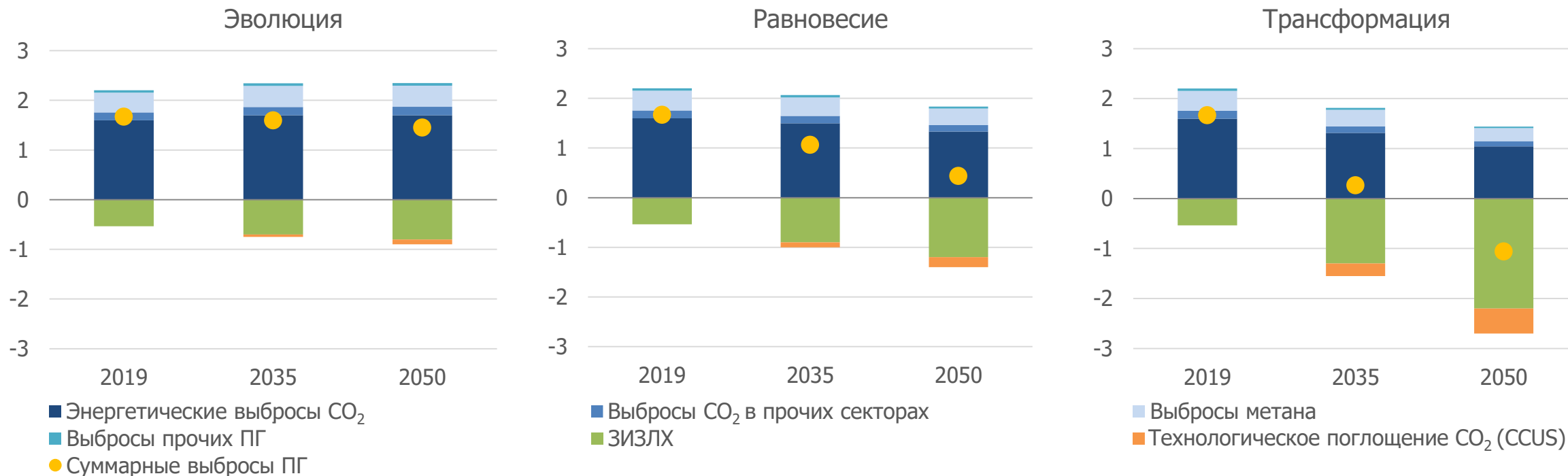
Траектории выбросов CO₂ в энергетике, млрд т CO₂-экв.



- ▶ Траектория выбросов CO₂ в энергетике будет определяться топливной структурой энергетического баланса и уровнем энергетической эффективности
- ▶ Сценарий «Равновесие» в наибольшей степени соответствует заявленным целям в области сокращения эмиссий
- ▶ Сценарий «Эволюция» учитывает риски и технико-экономические ограничения, связанные с достижением заявленных целей

Россия обладает потенциалом по достижению климатической нейтральности ранее 2060 года

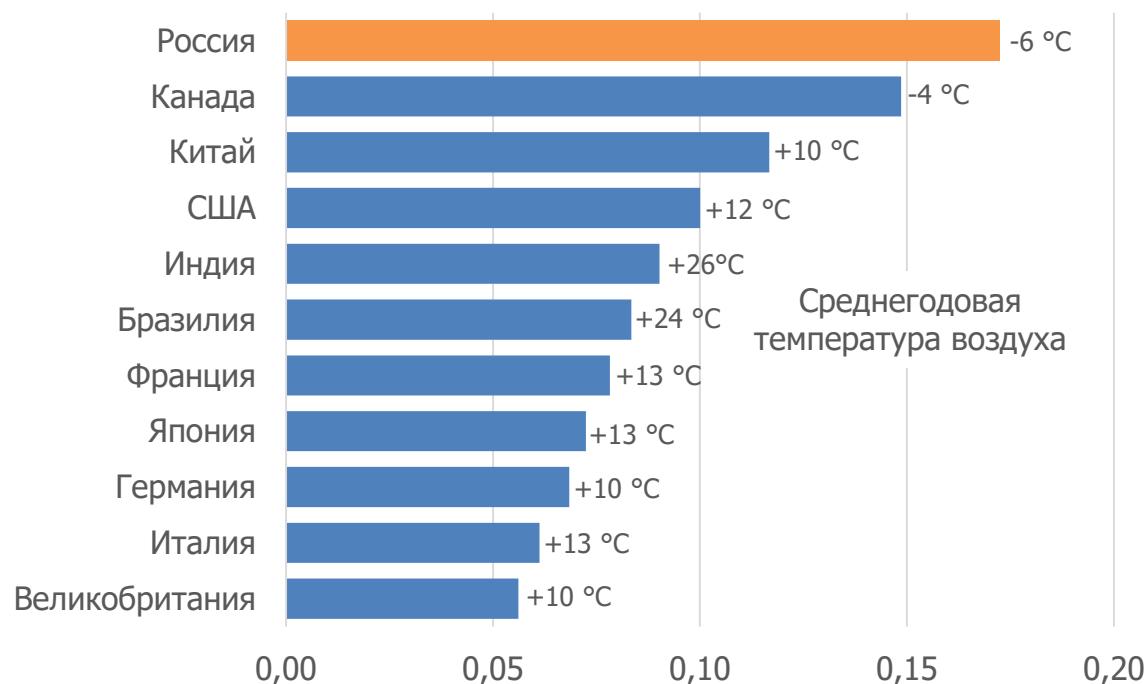
Структура выбросов парниковых газов в различных сценариях, млрд т CO₂-экв.



- ▶ Возможности России по достижению углеродной нейтральности связаны с повышением энергоэффективности, сокращением эмиссий метана, повышением поглощающей способности лесов и болот, применением технологий CCUS
- ▶ К 2050 году объем выбросов парниковых газов в России с учетом естественных поглотителей может составить от 1,4 до -1 млрд т CO₂-экв.

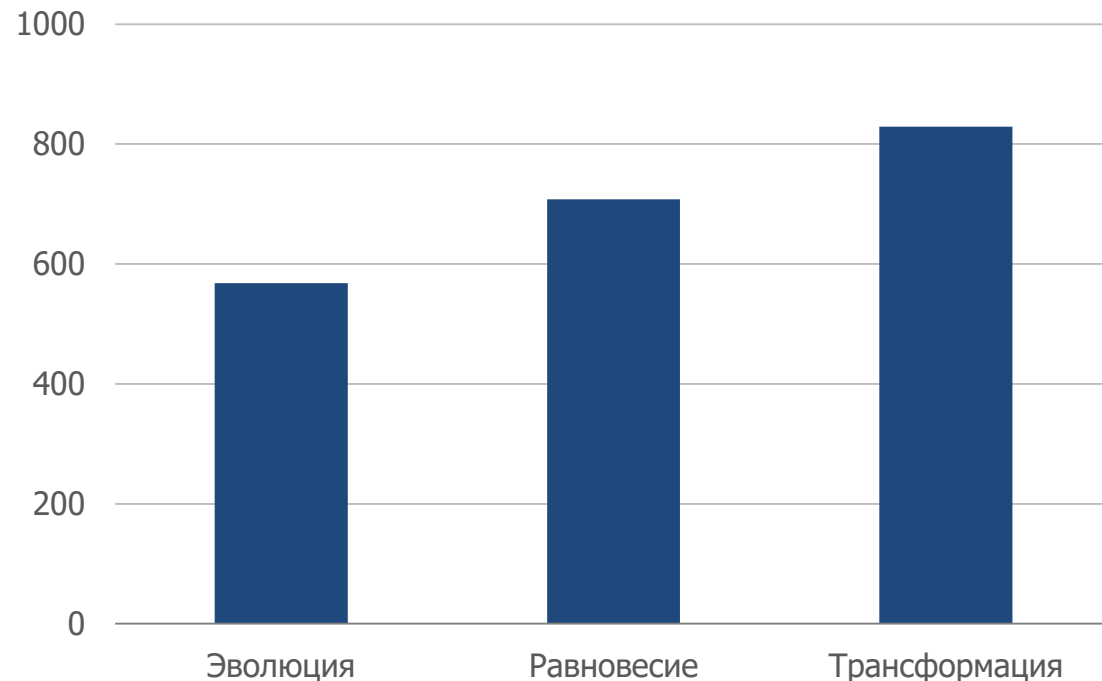
Повышение энергоэффективности – перспективное направление по сокращению эмиссий в России

Энергоемкость ВВП крупнейших экономик в 2020 году, тнэ/1000 долл. по ППС



- ▶ Россия отстает от многих крупных экономик по уровню эффективности использования энергии
- ▶ Основными причинами низкой энергоэффективности являются износ промышленного и энергетического оборудования, высокие энергопотери в зданиях и сооружениях

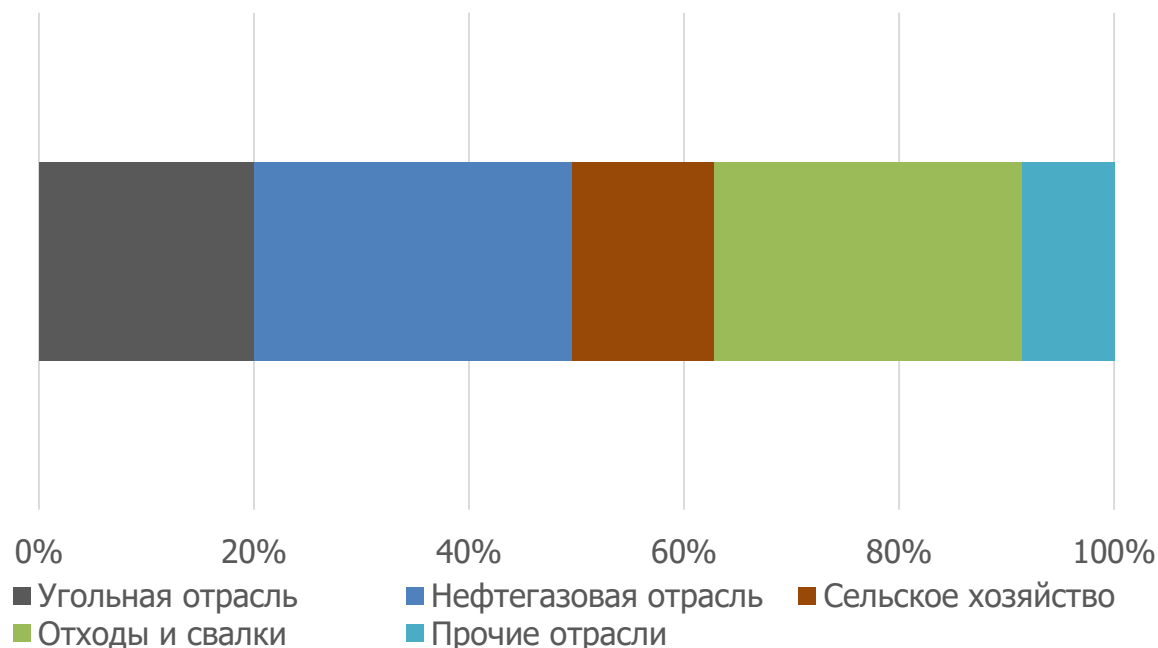
Снижение энергетических выбросов CO₂ за счет повышения энергоэффективности за 2020–2050 годы, млн т CO₂-эquiv.



- ▶ Использование энергоэффективных технологий в промышленности, транспорте и секторе жилых, коммерческих и административных зданий позволит обеспечить значительный объем сокращения выбросов парниковых газов
- ▶ Ожидаемое снижение эмиссий за счет повышения энергоэффективности составляет 570–830 млн т CO₂-эquiv. в зависимости от сценария

Россия может значительно сократить эмиссии метана в нефтегазовом секторе

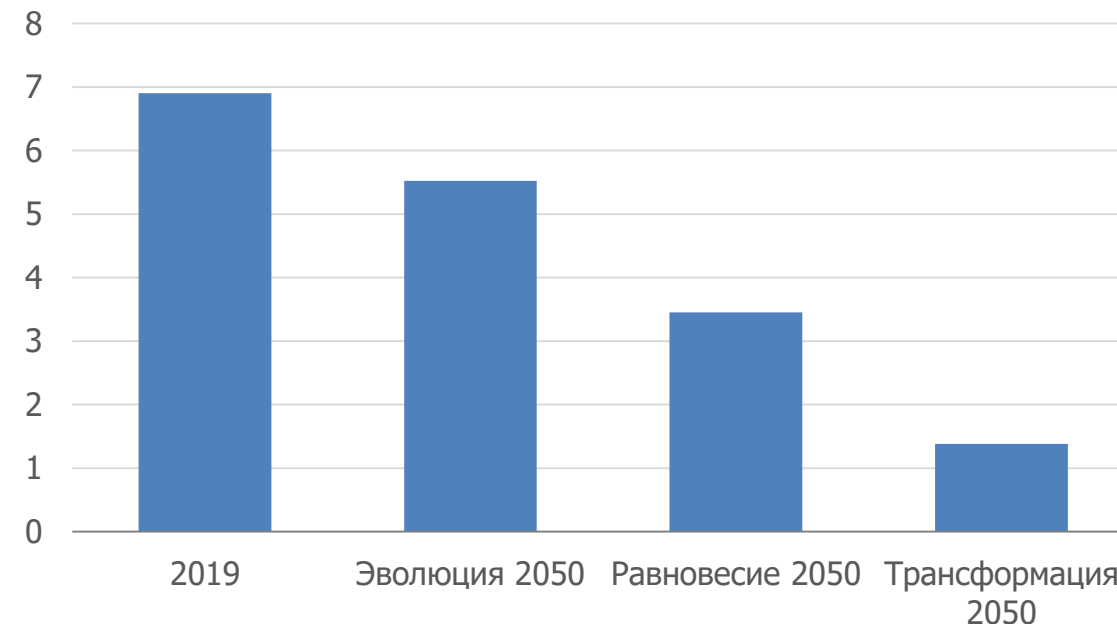
Отраслевая структура выбросов метана в России в 2019 году, %



Источник: Росгидромет

- ▶ На долю нефтегазового сектора приходится около четверти энергетических выбросов парниковых газов в России
- ▶ Согласно данным Росгидромета, в 2019 году объем фугитивных эмиссий в нефтегазовой отрасли оценивался в 148 млн т CO₂-экв., большая часть из которых – эмиссия метана

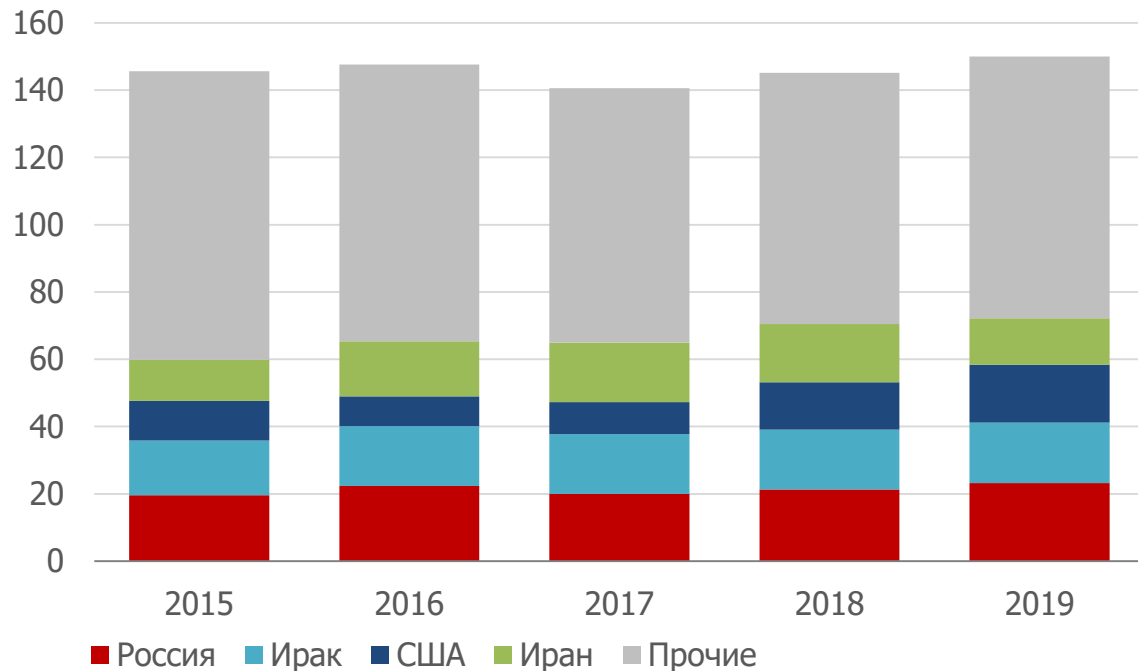
Эмиссии метана в нефтегазовом секторе, млн т



- ▶ Эмиссии метана в российском нефтегазовом секторе могут быть снижены за счет модернизации оборудования и использования современных систем мониторинга
- ▶ Значительная часть подобных проектов является экономически эффективной даже в отсутствие стимулов со стороны климатического законодательства

Повышение объемов утилизации попутного нефтяного газа приведет к сокращению энергетических выбросов CO₂ в России

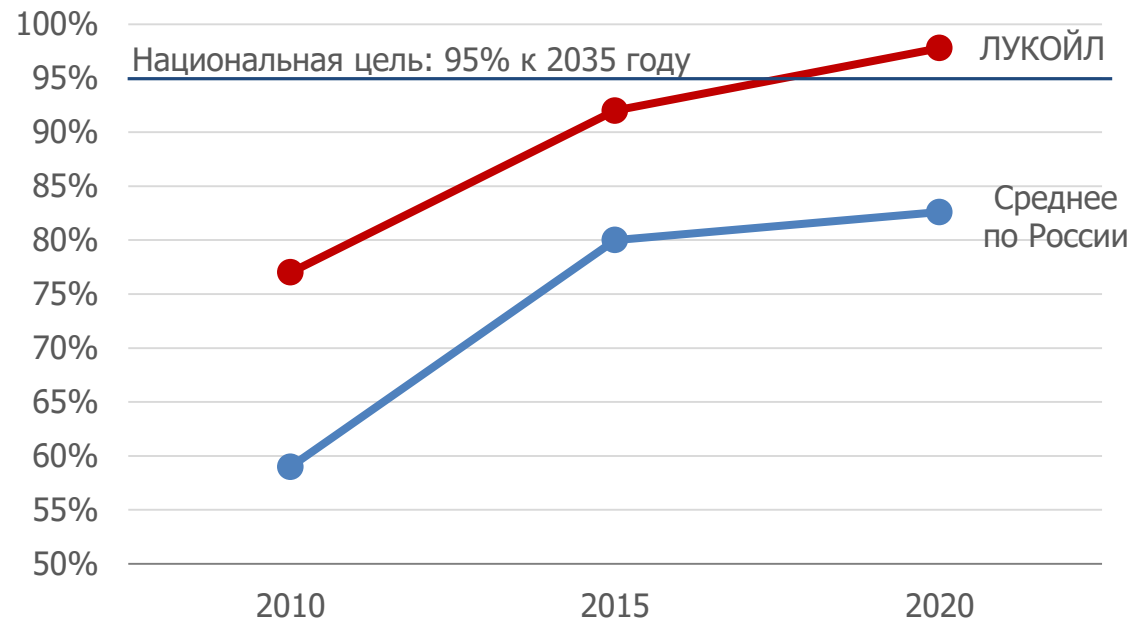
Объем факельного сжигания газа по странам, млрд м³



Источник: The World Bank

- ▶ Россия – один из мировых лидеров по объемам факельного сжигания газа наряду с такими странами как Ирак, Иран и США
- ▶ За последнее десятилетие был достигнут значительный прогресс в области полезного использования попутного нефтяного газа (ПНГ): уровень утилизации ПНГ повысился с 59% в 2010 году до 83% в 2020 году

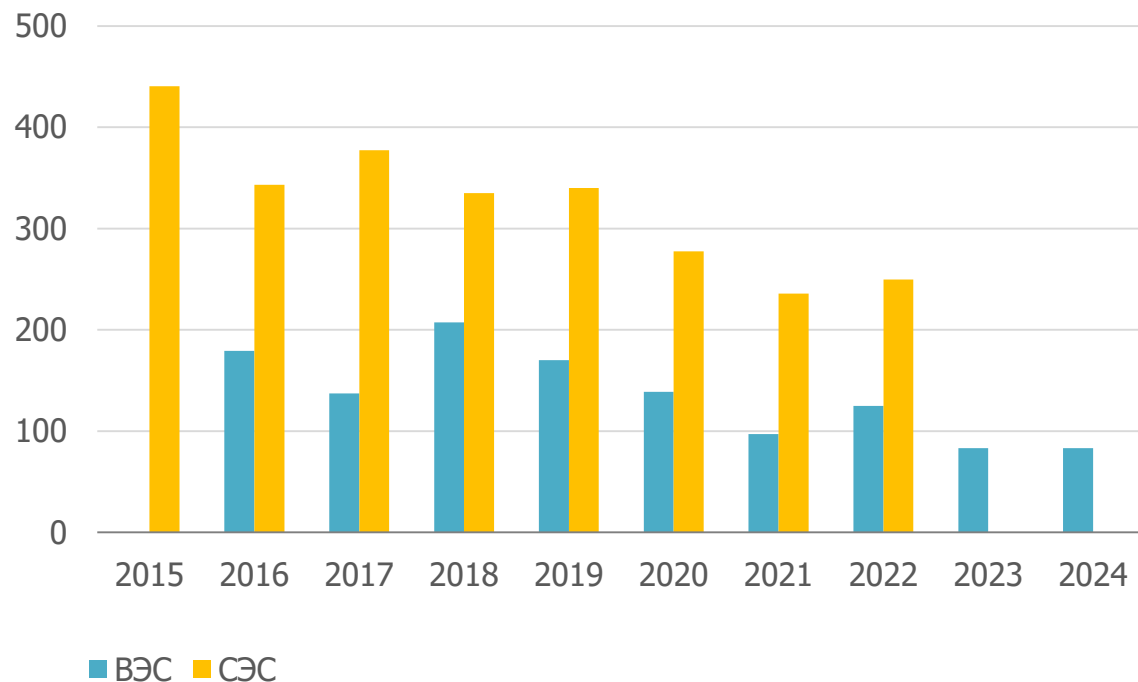
Уровень утилизации попутного нефтяного газа в России, %



- ▶ Несмотря на принятие ряда законодательных стимулов, уровень утилизации ПНГ в России все еще ниже целевого значения – 95%
- ▶ Достичь данного показателя возможно за счет реализации проектов по закачке ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи, поставке ПНГ на объекты генерации электроэнергии и газопереработки

Роль современных ВИЭ в энергетическом секторе России будет увеличиваться

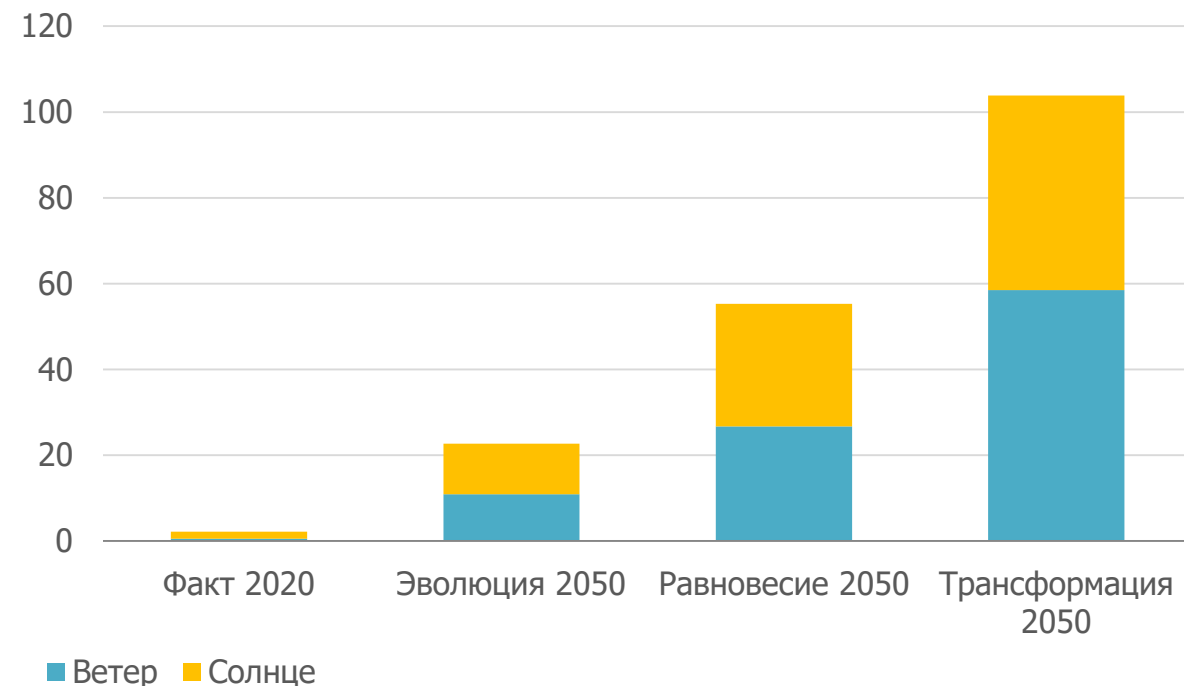
Нормированная стоимость электроэнергии (LCOE*) ВИЭ в России, долл./МВт·ч



* LCOE – Levelized Cost of Energy

- ▶ Нормированная стоимость электроэнергии из ВИЭ в России выше среднемировой во многом из-за высокой стоимости капитала и необходимости в локализации производства
- ▶ По мере развития отрасли наблюдается тенденция к снижению себестоимости производства энергии из возобновляемых источников

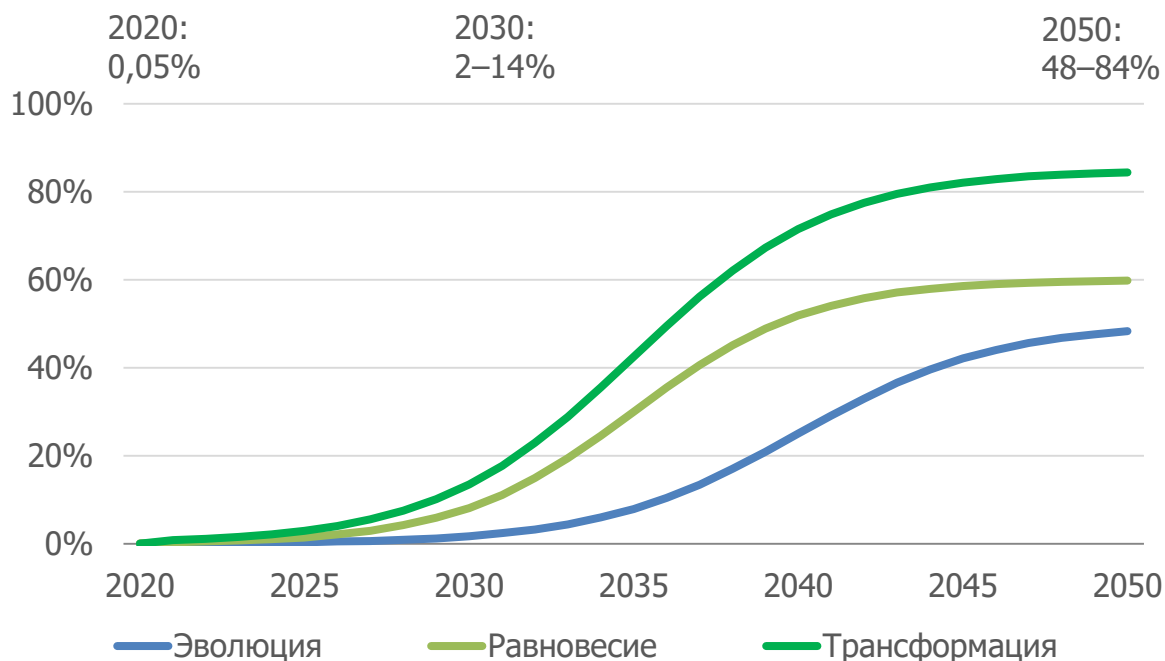
Фактические и прогнозные мощности современных ВИЭ в России по сценариям, ГВт



- ▶ Ожидается, что различные меры по поддержке отрасли ВИЭ в России будут сохраняться в среднесрочной перспективе
- ▶ Ежегодный объем вводимых мощностей будет зависеть от скорости снижения стоимости электроэнергии из ВИЭ и мер экономического стимулирования

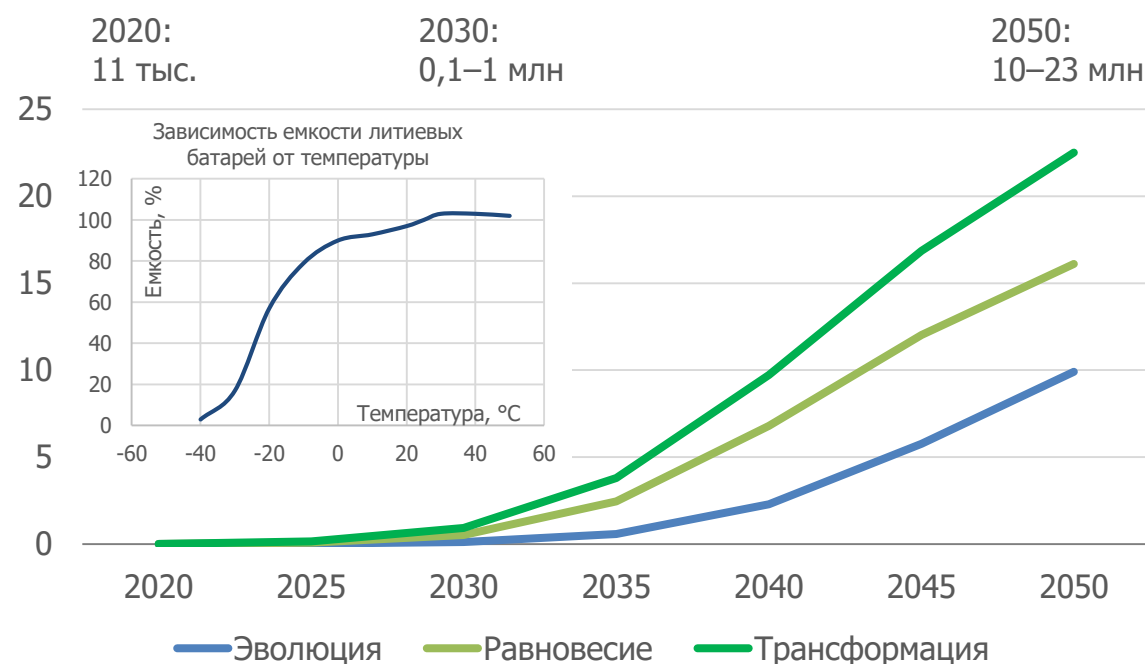
Электрификация автопарка в России будет происходить медленнее, чем в Европе

Доля электромобилей (BEV+FCEV) в структуре продаж легковых автомобилей, %



- ▶ По итогам 2020 года в России было продано 687 легковых аккумуляторных электромобилей: 0,05% от общей величины продаж
- ▶ Суммарный парк легковых электрических транспортных средств в 2020 году насчитывал 11 тыс. единиц, или 0,03% от общей величины парка
- ▶ В коммерческом сегменте электромобили практически не используются, за исключением электробусов в Москве

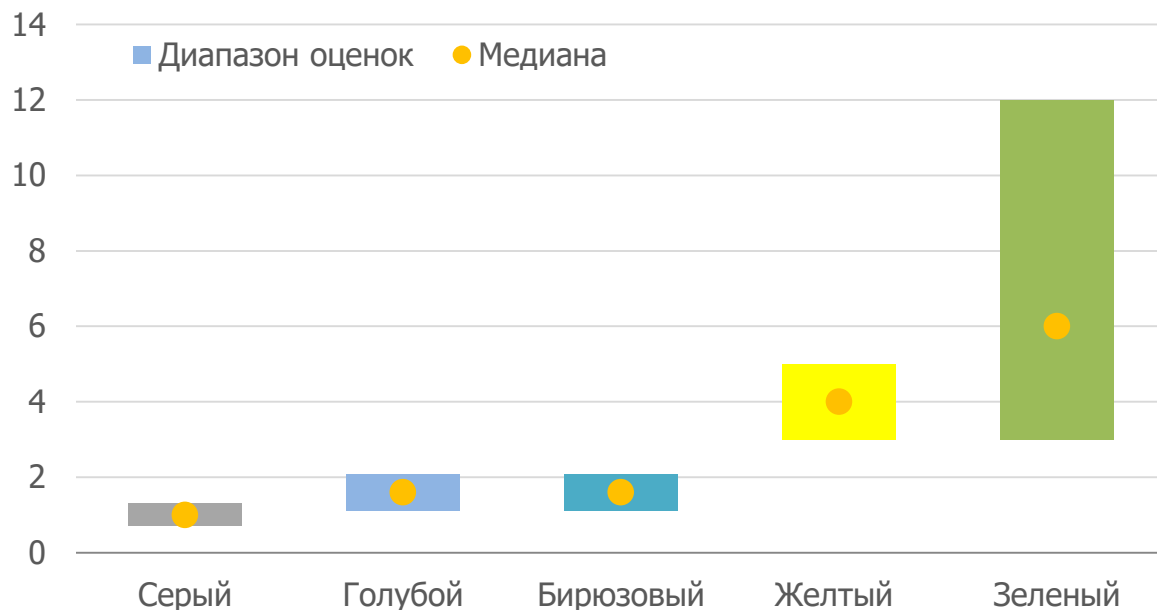
Прогноз автопарка легковых электромобилей, млн ед.



- ▶ В ближайшее десятилетие рост продаж электромобилей будет приходиться на премиальный сегмент, доля которого составляет около 10% от общего объема продаж легковых автомобилей в России
- ▶ Наиболее вероятным стоит считать сценарий «Эволюция», согласно которому к 2030 году парк электромобилей в России будет насчитывать 100 тыс. единиц (рост в 10 раз по сравнению с 2020 годом)

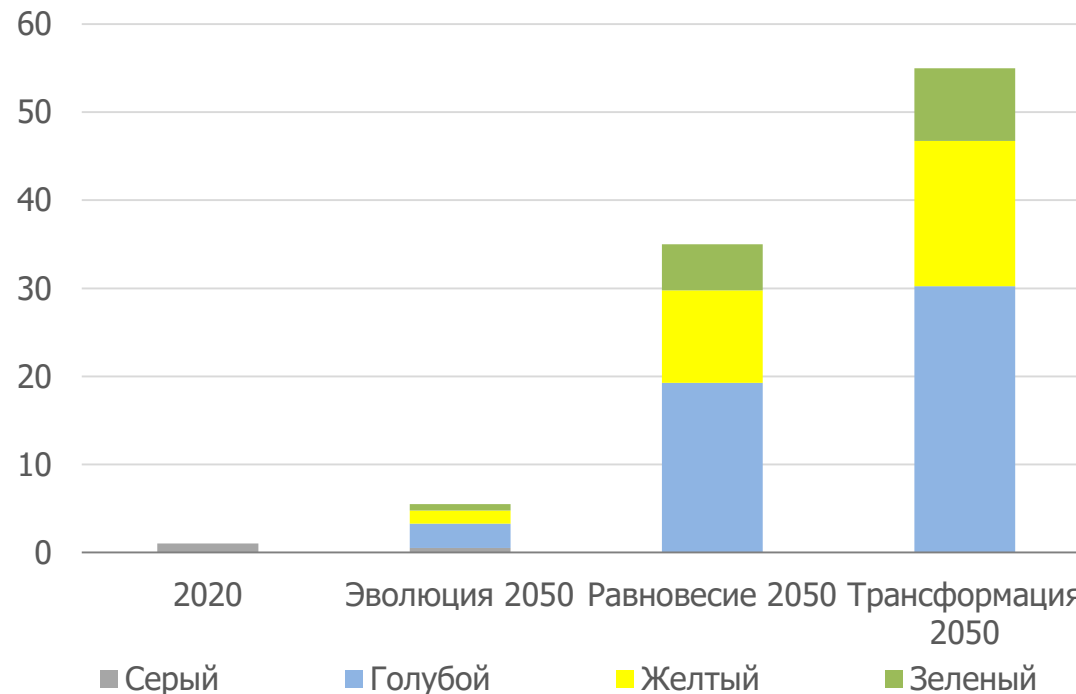
Россия планирует наращивать производство низкоуглеродного водорода

Себестоимость производства водорода в России в 2020 году, долл./кг



- ▶ Россия обладает ресурсным потенциалом по производству низкоуглеродного водорода как из ископаемых топлив, так и с использованием ВИЭ
- ▶ Водород, произведенный с использованием ВИЭ, в настоящее время является самым дорогим, однако можно ожидать постепенного снижения его себестоимости

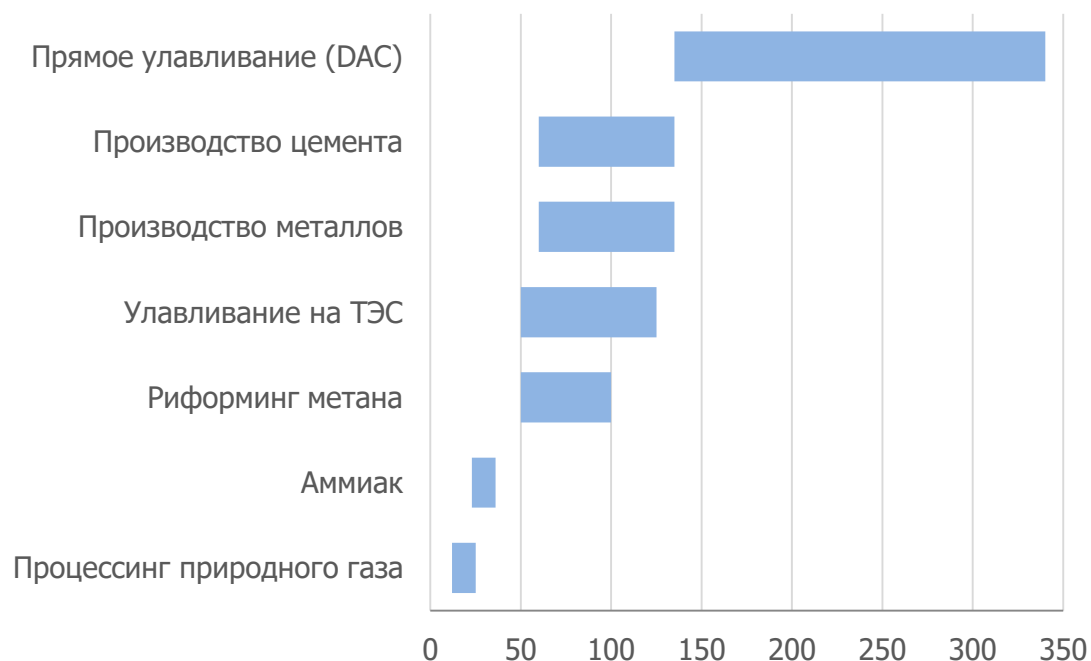
Производство водорода в России по сценариям, млн т



- ▶ Объем производства водорода в России будет зависеть от величины спроса на водород на зарубежных рынках и внутри страны
- ▶ Высокая стоимость транспортировки водорода на большие расстояния является существенным ограничением для экспорта водорода из России

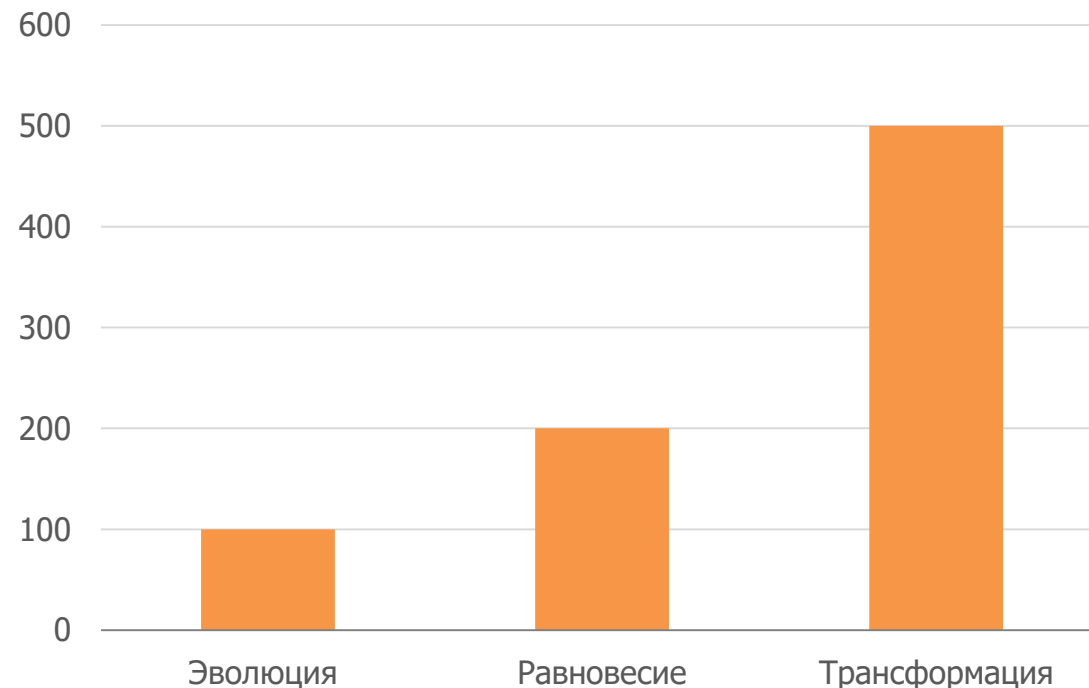
Технологии CCUS могут обеспечить существенное сокращение эмиссий в России

Цены CO₂, необходимые для обеспечения окупаемости проектов по улавливанию CO₂, долл./т



- ▶ Россия обладает самым высоким в мире потенциалом по захоронению CO₂, который оценивается в 1 000–1 200 млрд т CO₂ в основном в нефтегазовых залежах и водоносных горизонтах
- ▶ Высокая стоимость улавливания и транспортировки CO₂ препятствует использованию технологий CCUS в России

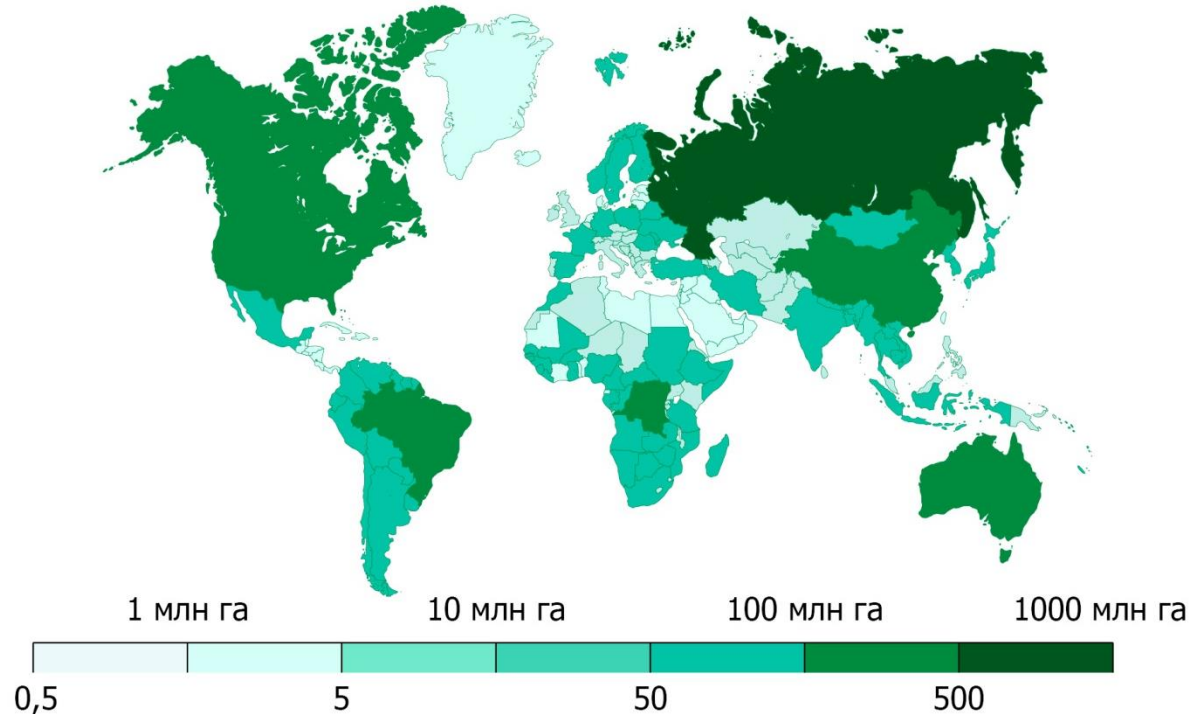
Сокращение эмиссий за счет CCUS к 2050 году по сценариям, млн т CO₂-экв.



- ▶ Использование CO₂ для повышения нефтеотдачи пласта позволяет повысить инвестиционную привлекательность проектов по улавливанию CO₂
- ▶ Сокращение эмиссий от реализации проектов CCUS в России может составить 100–500 млн т CO₂ к 2050 году

Большие лесные площади позволяют России стать мировым лидером по использованию природных поглотителей CO₂

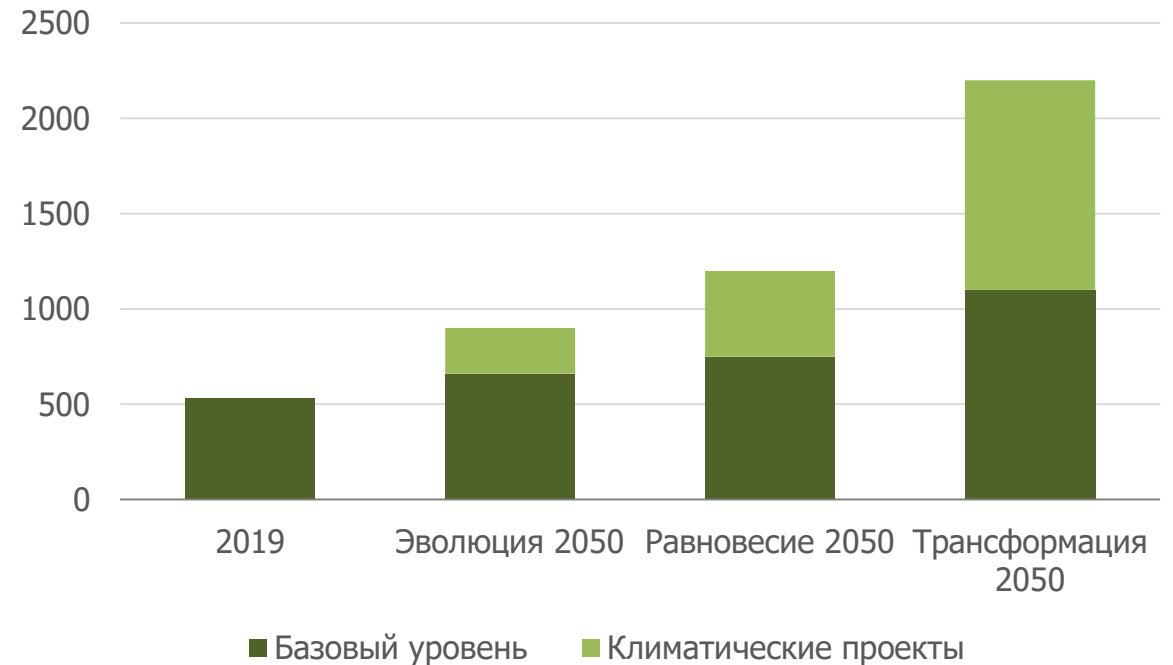
Площади лесов по странам, млн га



Источник: Our World in Data

- ▶ Россия занимает первое место в мире по площади лесов, которые являются естественными поглотителями углекислого газа
- ▶ По состоянию на 2019 г. поглощающая способность российских лесов оценивалась в 535 млн т CO₂-экв.

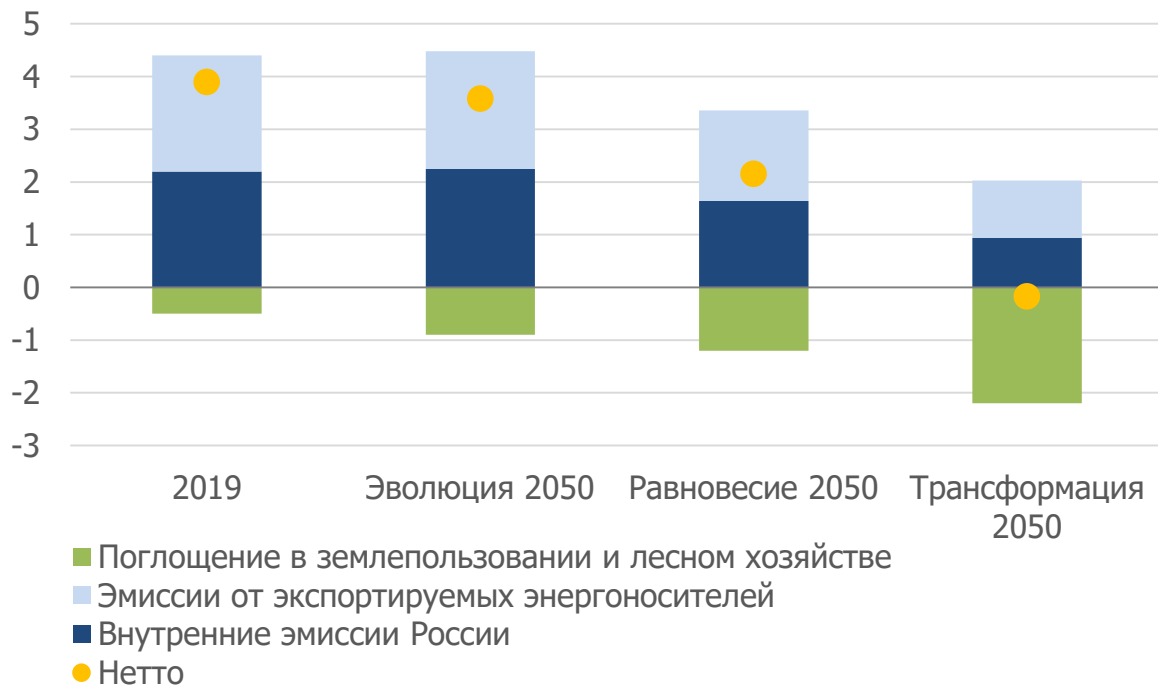
Поглощающая способность российских лесов по сценариям, млн т CO₂-экв.



- ▶ Согласно существующим оценкам, поглощающая способность российских лесов может быть увеличена до 2,2 млрд т CO₂-экв. за счет более полного учета лесного фонда и реализации проектов в области лесного хозяйства
- ▶ В сценарии «Трансформация» примерно половина объема естественного поглощения CO₂ достигается за счет реализации климатических проектов

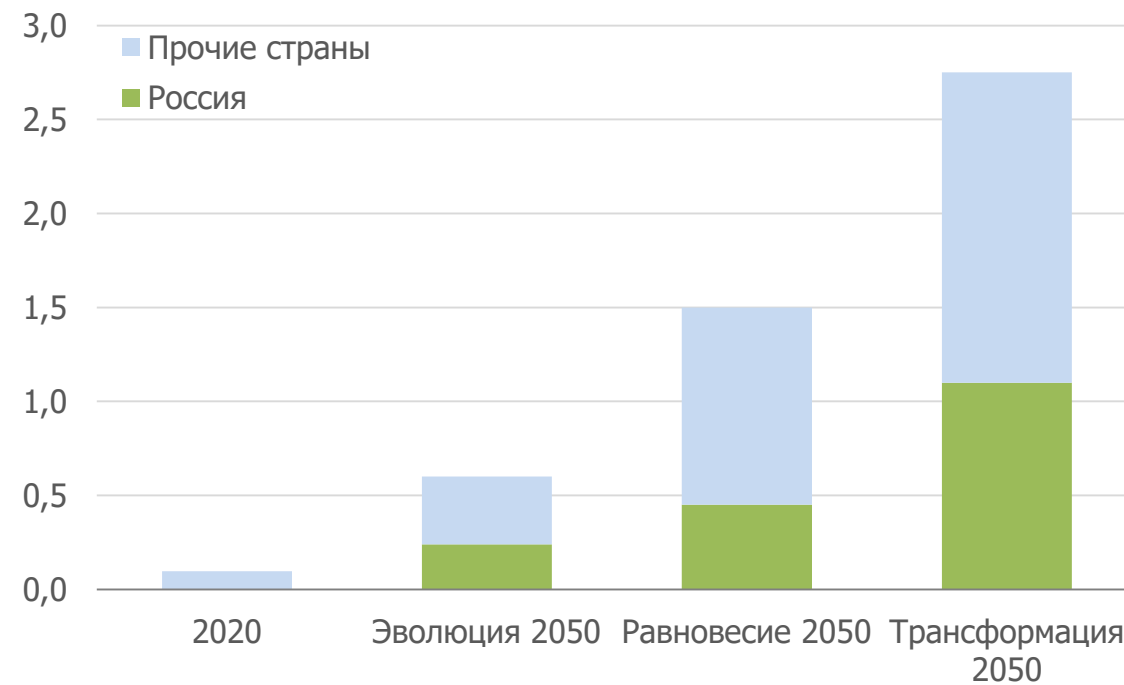
Секвестрационный потенциал российских лесов позволяет полностью компенсировать внутрироссийские эмиссии и эмиссии от экспортируемых энергоносителей

Эмиссии России с учетом эмиссий от экспортируемых энергоносителей, млрд т CO₂-экв.



- ▶ Россия является крупнейшим экспортером энергоносителей. Потребление российских углеводородов за пределами России создает значительный объем эмиссий, который сопоставим с внутрироссийским
- ▶ Повышение поглощающей способности российских экосистем позволяет компенсировать не только выбросы внутри России, но и погасить углеродный след от экспортных поставок энергоносителей

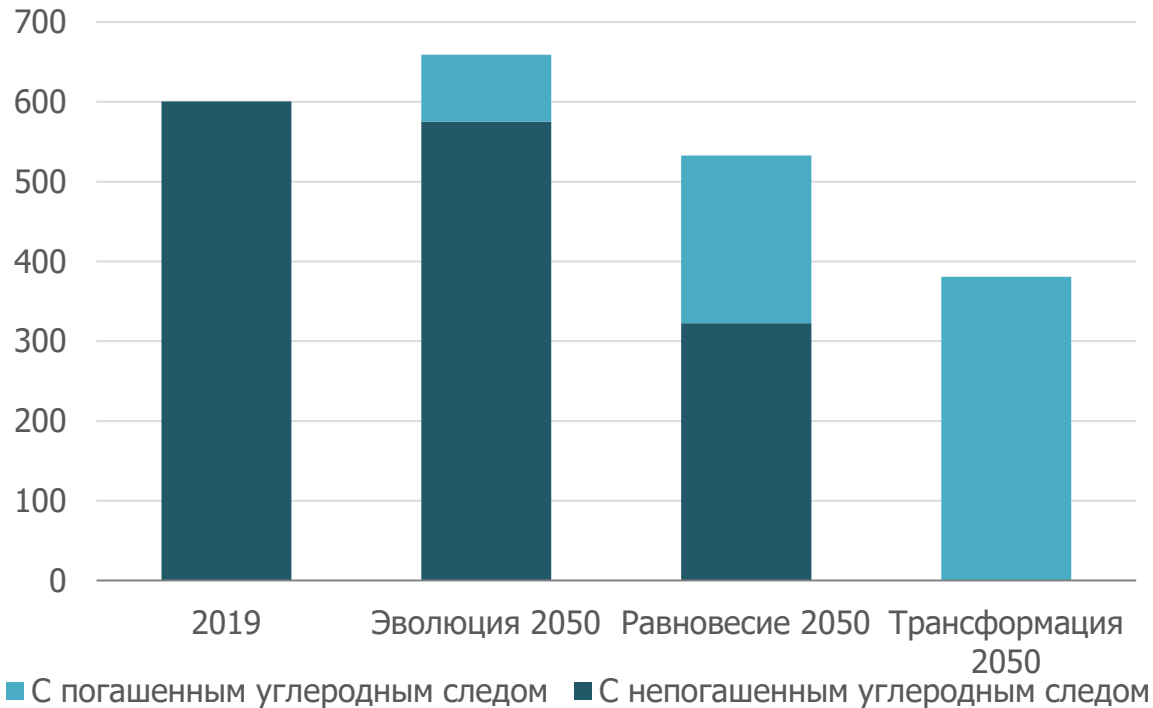
Объем мирового рынка добровольных сертификатов, млрд т CO₂-экв.



- ▶ Добровольный рынок эмиссий в последние несколько лет рос высокими темпами благодаря инициативам корпоративного сектора
- ▶ Согласование правил международной торговли эмиссиями в рамках статьи 6 на Климатической конференции COP26 будет способствовать дальнейшему развитию добровольного рынка CO₂
- ▶ Россия может занять до 40% международного рынка эмиссий

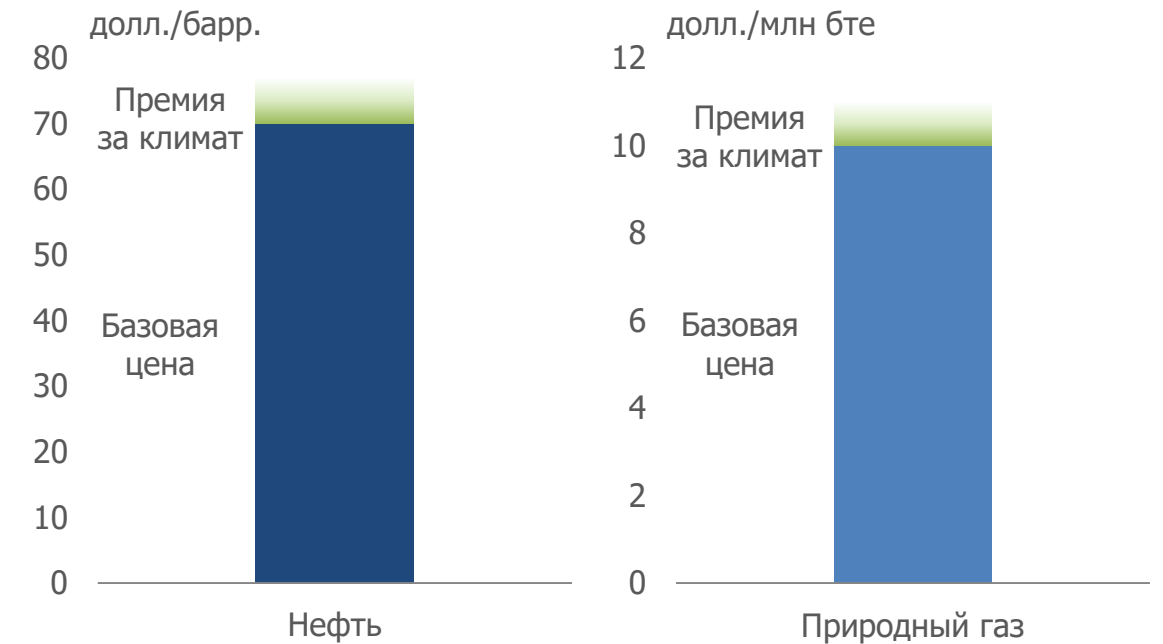
Россия способна стать крупнейшим поставщиком углеводородов с погашенным углеродным следом

Экспорт российских углеводородов по сценариям, млн тнэ



- Достижение углеродной нейтральности в рассматриваемых сценариях предполагает использование нефтепродуктов с погашенным углеродным следом
- Российские экспортеры углеводородов способны значительно снизить эмиссии у зарубежных потребителей своей продукции за счет продажи эмиссионных сертификатов

Оценка стоимости углеводородов с погашенным углеродным следом*



* При стоимости сертификатов на уровне 10 долл./т CO₂-экв.

- Цены на продукцию нефтегазового сектора с погашенным углеродным следом будут сильно зависеть от затрат, необходимых на реализацию климатических проектов
- Развитие международного рынка эмиссий позволит снижать выбросы CO₂ с наименьшими затратами за счет выбора наиболее эффективных климатических проектов

Основные выводы

- ▶ Мировое сообщество стоит перед серьезным вызовом, связанным, с одной стороны, с необходимостью обеспечить растущее население Земли доступной энергией, а с другой стороны, с потребностью сократить выбросы парниковых газов для сдерживания роста глобальной температуры.
- ▶ Пандемия коронавируса и энергетический кризис 2021 года показали, насколько важным является обеспечение стабильности поставок ископаемых топлив.
- ▶ Высокий уровень энергетического неравенства осложняет процесс декарбонизации мировой экономики. Разрыв в потреблении энергии на человека между развитыми и развивающимися странами остается высоким, несмотря на некоторое сокращение в последнее десятилетие.
- ▶ Достижение углеродной нейтральности потребует колоссальных инвестиций в энергетическую отрасль в объеме, в несколько раз превышающем размер инвестиций последних лет. Необходимость обеспечить возврат этих инвестиций приведет к росту стоимости энергии для потребителей.
- ▶ Для значительного сокращения выбросов парниковых газов необходимо не только менять структуру энергетического баланса, увеличивая производство энергии из возобновляемых ископаемых источников, но и активно использовать технологии поглощения углекислого газа, как промышленные, так и природные.
- ▶ Темпы электрификации мирового автопарка будут определять динамику мирового спроса на жидкие углеводороды. Вне зависимости от сценария спроса потребность в инвестициях в новые проекты по производству жидких углеводородов сохраняется по причине естественного падения добычи на действующих месторождениях.
- ▶ В условиях стабильного или падающего рынка жидких углеводородов будут востребованы проекты с низкой себестоимостью и низким углеродным следом. Значительная часть запасов с высокой себестоимостью добычи, включая арктический шельф, битуминозные пески и тяжелые нефти, может оказаться неосвоенной.
- ▶ Ожидается, что спрос на природный газ будет расти более высокими темпами, чем спрос на жидкие углеводороды. Такие тенденции, как рост потребления электроэнергии и использование газа для производства водорода, будут поддерживать спрос на природный газ.
- ▶ Производство энергии из возобновляемых источников будет расти высокими темпами благодаря совершенствованию технологий, снижению себестоимости и мерам государственной поддержки.
- ▶ Россия может сыграть особую роль в достижении глобальной цели по сокращению эмиссий, поскольку поглощающая способность российских экосистем позволяет не только компенсировать выбросы внутри страны, но и погасить углеродный след от экспортных поставок энергоносителей, то есть обеспечить сокращение эмиссий у торговых партнеров страны.



ПРИЛОЖЕНИЯ

Основные допущения сценариев ЛУКОЙЛ

Показатель:	2019 г.	Эволюция 2050	Равновесие 2050	Трансформация 2050
Потребление первичной энергии	14,5 млрд тнэ	17,9 млрд тнэ	16,8 млрд тнэ	15,6 млрд тнэ
Изменение энергоемкости ВВП	-1% в год в среднем с 2000 г.	-1,8% в среднем за 2020–2050 гг.	-2% в среднем за 2020–2050 гг.	-2,2% в среднем за 2020–2050 гг.
Доля ископаемых топлив в потреблении первичной энергии	81%	63%	48%	31%
Доля современных ВИЭ в потреблении первичной энергии	2%	18%	28%	39%
Доля электромобилей в продажах новых легковых автомобилей	2%	~ 67%	~ 78%	~ 90%
Доля пластика из переработанного сырья в общем объеме производства пластиков	9%	~ 30%	~ 50%	~ 70%
Спрос на жидкие углеводороды	100 млн барр./сут.	99 млн барр./сут.	74 млн барр./сут.	45 млн барр./сут.
Мощности CCUS	0,04 млрд т CO ₂ -экв.	3 млрд т CO ₂ -экв.	4,5 млрд т CO ₂ -экв.	7,5 млрд т CO ₂ -экв.
Эмиссии CO ₂ от землепользования и лесного хозяйства	2,9 млрд т CO ₂ -экв.	0,6 млрд т CO ₂ -экв.	-2,8 млрд т CO ₂ -экв.	-6,5 млрд т CO ₂ -экв.
Выбросы CO ₂ от энергетики (с учетом CCUS)	35,1 млрд т CO ₂ -экв.	28,1 млрд т CO ₂ -экв.	16,6 млрд т CO ₂ -экв.	4,6 млрд т CO ₂ -экв.
Суммарные выбросы парниковых газов	52,1 млрд т CO ₂ -экв.	41,9 млрд т CO ₂ -экв.	23,3 млрд т CO ₂ -экв.	3,8 млрд т CO ₂ -экв.
Медианный рост глобальной температуры	1,1 °C	2,6 °C	1,8 °C	1,5 °C

Единицы измерения и сокращения

Единицы измерения

Категория	Короткое обозначение	Полное наименование
Энергия	тнэ	Тонн нефтяного эквивалента
	млрд тнэ	Миллиард тонн нефтяного эквивалента
	млн тнэ	Миллион тонн нефтяного эквивалента
	бнэ	Баррель нефтяного эквивалента
	ГВт	Гигаватт
	МВт·ч	Мегаватт в час
	тыс. ТВт·ч	Тысяч тераватт в час
Эмиссии	т CO ₂ -экв.	Тонн CO ₂ эквивалента
	млрд т CO ₂ -экв.	Миллиард тонн CO ₂ -эквивалента
	млн т CO ₂ -экв.	Миллион тонн CO ₂ -эквивалента
	г CO ₂ /км	Грамм CO ₂ на километр
	кг CO ₂ -экв./бнэ	Килограмм CO ₂ -эквивалента на баррель нефтяного эквивалента
Нефть	барр.	Баррель
	млн барр./сут.	Миллион баррелей в сутки
Газ	млрд м ₃	Миллиард кубических метров
	млн бте	Миллион британских термических единиц
Денежная единица	долл.	Доллар США
Цены	долл./барр.	Долларов США за баррель
	долл./млн бте	Долларов США за миллион британских термических единиц
Меры веса	кг	Килограмм
	млн т	Миллион тонн
Площадь	га	Гектар

Аббревиатуры и сокращения

Аббревиатуры	Расшифровка
BECCS	Bioenergy with carbon capture and storage
BEV	Battery electric vehicle
CCUS	Carbon capture, utilization and storage
DAC	Direct air capture
FCEV	Fuel cell electric vehicle
LCOE	Levelized cost of energy
LCOH	Levelized cost of hydrogen
SAF	Sustainable aviation fuel
ВВП	Валовый внутренний продукт
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ВЭС	Ветровая электростанция
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
ЗИЗЛХ	Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство
МЭА	Международное энергетическое агентство
ООН	Организация Объединенных Наций
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПГ	Парниковый газ
ПГУ	Парогазовая установка
ПНГ	Попутный нефтяной газ
ППС	Паритет покупательной способности
с/х	Сельское хозяйство
СЭС	Солнечная электростанция
ТЭС	Тепловая электростанция

Заявления относительно будущего

- ▶ Некоторые заявления в настоящем отчете представляют собой предположения, касающиеся будущего. К таким заявлениям, в частности, относится описание будущих событий, включая взгляд Компании на перспективы и тренды мировой энергетики.
- ▶ Вся информация, кроме исторического факта, является прогнозной. Такие слова, как «полагаем», «ожидаем», «предполагаем», «планируем», «намереваемся», «рассчитываем», а также аналогичные обороты призваны обозначить заявления относительно будущего, но при этом не должны рассматриваться как заявления, которые сделаны в своем окончательном варианте.
- ▶ По своей природе заявления относительно будущего предполагают некоторые неизбежные риски и неточности как общего, так и специального характера. Существует и риск того, что ожидания, прогнозы, некоторые заявления относительно будущего не будут реализованы в силу действия различных факторов.
- ▶ Фактические данные, события и факты могут существенно отличаться от прогнозов, ожиданий и оценок, выраженных в таких заявлениях. Мы не берем на себя никаких обязательств по обновлению или изменению заявлений относительно будущего, сделанных в данном отчете, будь то в результате появления новой информации, последующих событий или иного.



Скачать Отчёт
«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДО 2050 ГОДА»
www.lukoil.ru