

Сценарии развития мировой энергетики до 2050 года



Москва 2024

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

Уважаемые читатели!

За последние годы тема снижения углеродного следа мирового топливно-энергетического комплекса (ТЭК) вышла в число приоритетных направлений как в общественно-политическом, так и отраслевом дискурсе. Существует множество вариантов и предположений о том, за счёт применения каких технологий и видов топлива глобальный ТЭК сможет переломить нынешний тренд роста выбросов парниковых газов и связанного с ним неблагоприятного изменения климата. Однако разброс экспертных оценок развития энергетических рынков стал чрезвычайно широк. При этом в некоторых вариантах энергоперехода не до конца учитываются финансовые затраты, которых потребует продвигаемая отдельными странами цель достижения углеродной нейтральности мирового ТЭК уже к 2050 г.

Сегодня важно сформировать наше собственное видение будущего, которое бы отражало все аспекты развития мировой энергетики и национальные приоритеты не только России, но и других стран. Поэтому Российское энергетическое агентство Минэнерго России подготовило прогнозные сценарии развития мировой энергетики до 2050 года.

Такая масштабная работа с использованием огромного массива статистических данных стала первым опытом для нашего Агентства. Чтобы сформировать собственный взгляд на наиболее вероятную траекторию развития мировой энергетики, эксперты разработали специальный модельный аппарат. С его помощью для одиннадцати макрорегионов, в которые были включены все страны мира, были проанализированы ключевые тренды развития топливно-энергетического комплекса, проведены расчеты по секторам и описана динамика спроса и предложения на энергоресурсы с учётом перспективных технологий потребления и производства энергии, а также региональной ресурсной базы и конкурентоспособности добычи ископаемых энергоресурсов. На основе полученных данных предложены три основных сценария развития глобальной энергетики, предусматривающие разную скорость декарбонизации.

Отмечу две отличительные особенности нашего подхода к формированию сценариев. Во-первых, поисковый характер и неангажированность в сторону заранее сформулированного результата. Во-вторых, ориентация на создание инструмента, в котором вариативность прогнозов обеспечивается преимущественно за счет различных гипотез по выбору технологий, как в части потребления, так и производства топлив и энергии.



Генеральный директор РЭА Минэнерго России
Алексей Кулапин

Изучение данных материалов может быть полезно как отраслевому научному и экспертному сообществу, так и тем, кто занят в процессе принятия управленческих решений в топливно-энергетическом комплексе.

Сценарии были подготовлены рабочей группой, состоявшей из сотрудников Агентства и внешних экспертов. Выражаю глубокую благодарность и признательность за сотрудничество Виктории Кокшаровой (Агентство развития и трансформации экономики), Александру Амирагану, Антону Белоглазову, Татьяне Радченко и Кириллу Халтурину (Центр стратегических разработок), Валерию Семикашеву и Марии Гайворонской (Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН), Ольге Любимовой (Группа ВТБ), Константину Ахметьянову (ООО «Релатум»), Дине Яковлевой (НИУ ВШЭ), а также Парвин Геяси (РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина).

Надеюсь, что проведенная нами работа станет определенной вехой в истории энергетического прогнозирования как в нашей стране, так и за рубежом и внесёт вклад в системные исследования по данному направлению.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Приветственное слово.....	1
Резюме.....	3
Основные результаты.....	6
Введение.....	8
Динамика и структура первичного и конечного потребления энергоресурсов.....	12
Электроэнергетика.....	17
Жидкие углеводородные топлива.....	27
Природный газ.....	32
Уголь.....	38
Биотопливо.....	41
Водород.....	42
Выбросы парниковых газов.....	44
Сравнение спроса на ископаемые углеводородные энергоресурсы с другими прогнозами 2023 г.....	46
Заключение.....	55
Приложение.....	56

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВКВ – сценарий энергоперехода «Всё как встарь».
- РТВ – сценарий энергоперехода «Рациональный технологический выбор».
- ЧН – сценарий энергоперехода «Чистый ноль».
- ТЭК – топливно-энергетический комплекс.
- ЦУР ООН – Цели в области устойчивого развития – набор из 17 взаимосвязанных целей, разработанных в 2015 году Генеральной ассамблеей ООН в качестве «плана достижения лучшего и более устойчивого будущего для всех».
- ТЭР – топливно-энергетические ресурсы.
- ВВП – валовой внутренний продукт.
- ПГ – парниковые газы.
- УХУ – улавливание и хранение углекислого газа.
- ВИЭ – возобновляемые источники энергии.
- ЖУВ – жидкие углеводороды.
- ГЭС – гидроэлектростанция.
- АЭС – атомная электростанция.
- ВЭС – ветровая электростанция.
- СЭС – солнечная электростанция.
- ГеоЭС – геотермальная электростанция.
- ПГУ – парогазовая установка.
- ГМТ – газомоторное топливо.
- ДВС – двигатель внутреннего сгорания.
- ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство.
- EIA – управление энергетической информации Минэнерго США.
- IEA – международное энергетическое агентство.
- ОПЕК – организация стран – экспортёров нефти.

РЕЗЮМЕ

«Идеальный» вариант энергоперехода — достижение углеродной нейтральности мирового ТЭК к 2050 г., под которым подписались многие участники Парижского соглашения, оказывается слишком дорогим способом трансформации существующей энергетики. Данный сценарий является весьма капиталоемким и, на наш взгляд, чрезвычайно трудно реализуемым в отсутствие масштабной финансовой помощи развивающемуся миру. Более того, масштабы требующихся уже в средне- и долгосрочной перспективе инвестиций в низкоуглеродные технологии в данном сценарии превышают 5-6% мирового ВВП, что превосходит разумные ограничения с точки зрения развития мировой экономики.

Энергопереход не должен осуществляться в ущерб другим важным социально-экономическим задачам мирового развития. В частности, избранные методы перестройки энергетики не должны препятствовать успешному продвижению к достижению 7-й цели устойчивого развития (ЦУР) ООН — обеспечению всеобщего доступа к надёжным, устойчивым и современным источникам энергии.

Несмотря на то, что традиционная энергетика многие десятилетия служила надёжной опорой развития мировой экономики, продолжение развития мирового топливно-энергетического комплекса (ТЭК) по накатанным рельсам неприемлемо. Превышение разумного объема выбросов парниковых газов (ПГ) ведет к необратимым климатическим изменениям, пагубно сказывающимся на привычном образе жизни. Декарбонизация безусловно стала императивом развития мировой энергетики.

При достаточно ясных конечных целях энергоперехода конкретные пути и сроки декарбонизации мировой энергетики не столь однозначны. Существуют разнообразные возможные направления сокращения выбросов от использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР): от повышения энергоэффективности и внедрения менее углеродоёмких энергетических технологий до прямого ограничения потребления энергии.

При этом многие технологии, внедрение которых способствовало бы снижению углеродоёмкости мировой энергетики — суть начавшегося четвёртого энергоперехода, находятся ещё на ранних стадиях развития. Это затрудняет оценку их экономической конкурентоспособности и,

соответственно, реалистичности сценариев, основанных на их интенсивном использовании. В особенности это касается таких перспективных технологий, как улавливание и хранение CO₂ при промышленных процессах сжигания топлива (УХУ) и производство водорода электролизом воды с использованием электроэнергии от возобновляемых источников энергии («зеленый» водород).

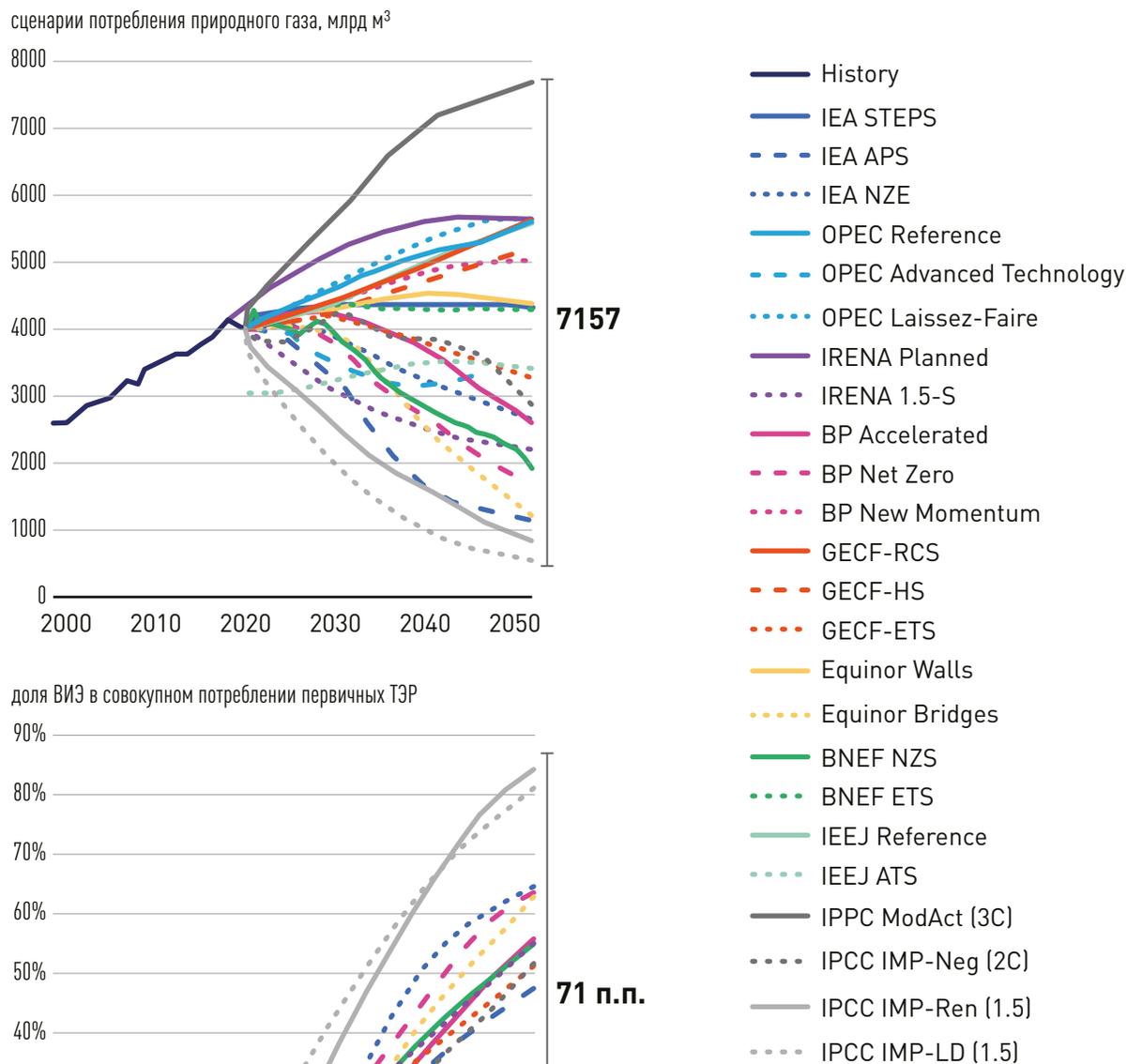
Неопределённость многих параметров развёртывающегося энергоперехода ведёт к достаточно широкому диапазону возможных сценариев развития мировой энергетики. В современных исследованиях практически не встречаются «точечные» прогнозы. Аналитические группы, занимающиеся прогнозированием, обычно предполагают по крайней мере три возможных сценария энергоперехода. Сценарное поле каждого из прогнозов при этом укладывается в конус возможных изменений основных параметров развития мировой энергетики до 2050 г.: общего объёма требующихся первичных энергоресурсов, спроса на основные виды первичных и вторичных ТЭР — от нефти до возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и водорода, объёма выбросов CO₂ и т. п. Верхняя граница сценарного поля представляет собой инерционное продолжение сложившихся в энергетике трендов, а нижняя — провозглашённую Парижским соглашением по климату задачу по достижению углеродной нейтральности после 2050 г.

С учетом отмеченной выше неопределенности многих технико-экономических показателей перспективных технологий, разброс получающихся сценариев чрезвычайно широк как для каждого отдельного прогноза¹, так и всего множества сценариев. Наглядную демонстрацию данных различий можно найти в подготовленном Международным Энергетическим Форумом в феврале 2023 г. сравнении сценариев, разработанных девятью аналитическими группами². Как видно на Рис. 1, даже при исключении из сравнения сильно выбивающегося вверх сценария МГЭИК, разница между крайними сценариями в возможном объёме потребления природного газа к 2050 г. превышает 5 трлн м³. Это на четверть больше, чем сегодняшнее мировое потребление газа. Разница в возможной доле ВИЭ в первичном потреблении ТЭР достигает к 2050 г. 71 процентного пункта (п.п.), а различия в возможной доле ископаемых ТЭК к тому же периоду составляют 72 п.п. — от 15% до 87%.

¹ Стоит отметить, что в последние годы в англоязычных версиях долгосрочные прогнозы развития мировой энергетики практически во всех случаях называются уже не *Forecast*, а *Outlook*, что можно перевести на русский как «взгляд» или «перспективы». Это иллюстрирует гораздо меньшую степень определённости, чем привычный «прогноз».

² *Outlooks Comparison Report*, February 2023, IEA, IEF, OPEC

Рис. 1. Сравнение сценариев развития мировой энергетики до 2050 г.



*ВИЭ включают солнечную, ветровую и геотермальную энергию, а также современное и традиционное биотопливо

Источники: IEF, IEA WEO 2022, OPEC WOO 2022, IRENA World Energy Transitions Outlook 2022, BP Energy Outlook 2022, GECF 2021 Global Gas Outlook to 2050, Equinor Energy Perspectives 2022, BNEF New Energy Outlook 2022, IEEJ Outlook 2023, IPCC Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change

Для формирования собственного взгляда на наиболее вероятную траекторию развития мировой энергетики РЭА Минэнерго России разработало свой вариант возможных сценариев энергоперехода с «говорящими» названиями: «Всё как встарь» (ВКВ), «Чистый ноль» (ЧН) и «Рациональный технологический выбор» (РТВ).

Для выявления и сравнения требующихся изменений именно в топливно-энергетическом комплексе, а не в экономике в целом все три сценария исходят из одинаковых базовых макропараметров: численности населения и ВВП. Различия между сценариями в основном относятся к скорости распространения низкоуглеродных энергетических технологий и соответствующему сдвигу структуры потребления первичных ТЭР, требующимся для этого изменениям ценовых параметров, жёсткости требований к сокращению выбросов основных парниковых газов (СО₂ и метана), а также к объёму инвестиций в энергопереход.

Наш анализ базировался на имеющихся оценках стоимости и конкурентоспособности перспективных технологий декарбонизации ТЭК, разработанных как в РЭА Минэнерго России, так и во внешних аналитических центрах. Для более точного учёта специфики применения различных технологий сценарные расчёты велись по трём секторам конечного энергопотребления — транспорт, промышленность, ЖКХ³, сектору электроэнергетики, включающему, кроме выработки электроэнергии и тепла, ещё и производство водорода⁴, и трём секторам добычи ископаемых углеводородных энергоресурсов: нефти, природного газа и угля. В целях учёта региональной специфики расчёты проводились для одиннадцати макрорегионов, на которые был разделён весь мир. Для более чёткого вычленения влияния

на развитие ТЭК тех изменений, которые происходят в нём самом, ряд макроэкономических предпосылок (динамика ВВП, населения и т. п.) был принят одинаковым для всех сценариев. В то же время цены на энергоресурсы, включая цены на выбросы СО₂, различаются между сценариями.

Первичным в рамках сценариев выступал анализ динамики спроса на первичные энергоресурсы — в секторах конечного спроса и секторах трансформации: тепло-/электроэнергетики и производства водорода. Затем, исходя из оценки ресурсной базы и конкурентоспособности добычи ископаемых энергоресурсов, рассчитывались региональные объёмы производства нефти, природного газа и угля, необходимые для удовлетворения совокупного мирового спроса на данный вид ископаемого сырья.

Динамика развития мирового ТЭК, включая возможные потоки межрегиональной торговли энергоресурсами, является результатом агрегирования изменений в энергетике (потреблении и производстве энергоресурсов) макрорегионов. При этом влияние развития ТЭК на динамику экономического развития не анализировались.

Мы отдаём себе отчёт в ограниченности такого подхода к выработке взгляда на будущее мировой энергетики. Тем не менее, несмотря на неполноту анализа, на наш взгляд, он помогает снизить неопределённость оценок наиболее реалистических путей развёртывания энергоперехода, а главное, выработать аргументы в необходимом диалоге вокруг выбора того или иного пути развития мировой энергетики.

³ Для упрощения представления результатов сектор, именуемый ЖКХ, представляет собой агрегирование трёх секторов: 1) ЖКХ (включая нежилую коммерческую недвижимость), 2) сельское хозяйство с рыболовством и 3) прочее энергопотребление, которое в исходной базе данных МЭА, использовавшейся для построения секторальных моделей, не было разнесено по секторам. Расчёты велись для каждого из данных подсекторов, но результаты агрегированы в один сектор.

⁴ В целях унификации расчётов в секторе электроэнергетики оценивалось производство всех видов водорода, а не только «зелёного» — выработанного с использованием электроэнергии ВИЭ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рассмотренном нами сценарии РТВ структура мировой энергетики претерпевает значительные изменения, остающиеся в то же время в пределах возможностей мировой экономики. Инвестиции в энергопереход в данном сценарии оказываются примерно в полтора раза ниже, чем в сценарии достижения углеродной нейтральности к 2050 г. Выбросы от использования и производства энергоресурсов снижаются в сценарии РТВ на 34%, что может оказаться достаточным только для стабилизации роста среднемировой температуры на уровне 2°C. В случае реализации данного сценария потребуются заметное повышение поглощающей способности экосистем, в том числе за счёт масштабирования применения новых технологий повышения поглощающей способности океана. Однако данный сценарий представляется нам более реалистичным, чем сценарий ЧН, особенно с позиции развивающихся стран, сталкивающихся с проблемами финансирования капиталовложений в целом, а не только в климатические проекты.

Основные результаты, полученные в сценариях, представлены ниже (сценарные результаты для каждого из 11 макрорегионов представлены в Приложении 1).

Мировое потребление первичных ТЭР растёт с 2022 г. по 2050 г. в сценарии ВКВ на 37% (до 18.6 млрд тнэ), в сценарии РТВ на 15% (до 15.7 млрд тнэ), а в сценарии ЧН снижается на 9% (до 12.4 млрд тнэ). Выбросы CO₂ и метана от использования и производства энергоресурсов в сценарии ВКВ растут на 26% (до 42 млрд т CO₂-экв), в сценарии РТВ сокращаются на 34% (до 21.9 млрд т CO₂-экв), а в ЧН снижаются на 74% (до 8.6 млрд т CO₂-экв).

Первичное потребление жидкого углеводородного топлива, включая использование в качестве сырья в промышленности, растёт в прогнозном периоде в сценарии ВКВ на 24% (до 5.2 млрд т), а в сценариях РТВ и ЧН сокращается почти на 40% (до 2.6 млрд т) и более чем на 70% (до 1.2 млрд т) соответственно.

Первичное потребление природного газа, включая использование в качестве сырья в промышленности, растёт в прогнозном периоде в сценарии ВКВ на 56% (до 4.6 млрд тнэ), а в сценарии РТВ — на 26% (до 3.7 млрд тнэ). В сценарии ЧН потребление газа сокращается на 53% (до 1.4 млрд тнэ).

Первичное потребление угля, включая использование в качестве сырья в промышленности, растёт с 2022 г. по 2050 г. в сценарии ВКВ на 19% (до 4.3 млрд тнэ), а в сценариях РТВ и ЧН сокращается на 32% (до 2.4 млрд тнэ) и 90% (до 0.4 млрд тнэ) соответственно. По сравнению с 2022 г. объём мировой торговли углём растёт почти на 40% к 2050 г. в сценарии РТВ, но сокращается на 72% в сценарии ЧН.

Первичное потребление биотоплива, включая использование в качестве сырья в промышленности, растёт в прогнозном периоде в сценарии ВКВ на 59% (до 2.0 млрд тнэ), а в сценарии РТВ — на 53% (до 1.9 млрд тнэ). В сценарии ЧН потребление биотоплива сокращается на 3% (до 1.2 млрд тнэ). Выглядеющая странной, на первый взгляд, динамика потребления биотоплива по сценариям объясняется разнонаправленностью тенденций потребления традиционных (дрова и пр.) и новых видов биотоплива (этанол, биодизель и пр.).

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) развиваются быстрее, чем какой-либо другой источник первичной энергии. Особенно это касается ветровой и солнечной энергии, рост которых предполагается более чем в 10 раз с 2022-го по 2050 г. В результате в сценарии РТВ доля ВИЭ в мировом потреблении первичных ТЭР вырастает к 2050 г. до 31%, а в сценарии ЧН — до 50%⁵. При этом совокупная доля ископаемого углеводородного топлива в мировом потреблении первичных ТЭР сокращается к 2050 г. в сценариях РТВ и ЧН до 56% и 24% соответственно.

Среди тенденций конечного потребления выделяется стремительный рост потребления электроэнергии и водорода. Потребление электроэнергии растёт в прогнозном периоде в сценарии ВКВ на 87% (до 3.8 млрд тнэ), в сценарии РТВ — в 2.3 раза (до 4.9 млрд тнэ), а в сценарии ЧН — в 2.5 раза (до 5.4 млрд тнэ).

Потребление водорода не претерпевает заметных изменений в прогнозном периоде в сценарии ВКВ. Но в сценариях РТВ и ЧН стремительно растёт: более чем на 10000% (до 0.6 млрд тнэ, или более 200 млн т H₂ в 2050 г.) и 11000% (до 1.1 млрд тнэ, более 370 млн т H₂) соответственно.

Изменение потребления первичных топливно-энергетических ресурсов представлено в Табл. 1.

⁵ И это при том, что, как было отмечено, доля таких ТЭР, как гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия предстаёт в балансе первичных ТЭР в заниженном виде из-за технических особенностей их учёта при выработке электроэнергии.

Табл. 1. Потребление первичных ТЭР, тыс. тнэ

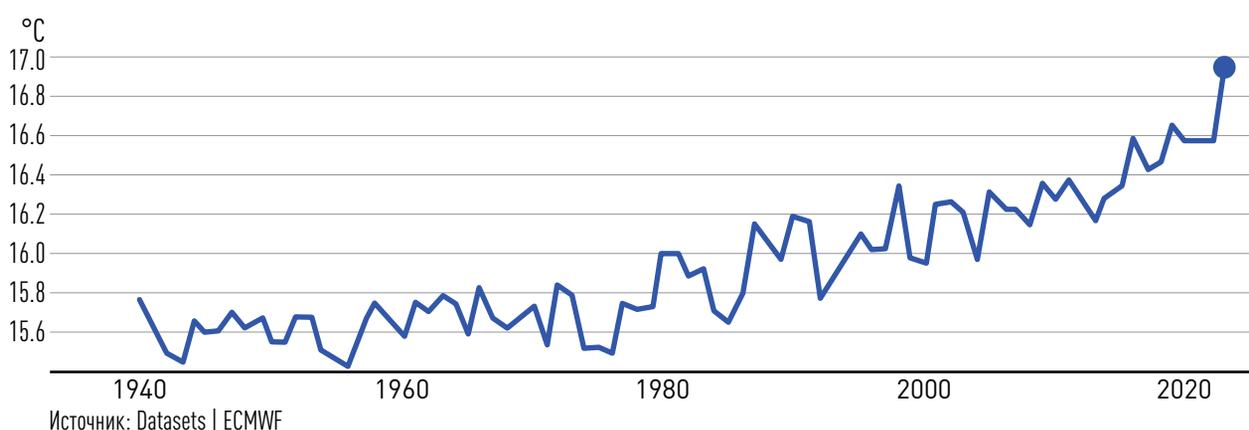
	2022	2050 ВКВ	2050 РТВ	2050 ЧН
ЖУВ	4 216 780	5 241 046	2 555 518	1 217 772
Природный газ	2 968 982	4 613 219	3 743 252	1 398 758
Уголь	3 590 440	4 256 845	2 448 146	366 989
Биотопливо	1 263 045	2 004 127	1 930 892	1 221 369
ГЭС	396 555	706 390	936 822	1 339 250
АЭС	725 140	1 172 057	1 129 323	1 925 837
ВЭС	188 270	261 560	1 957 962	3 645 519
СЭС	84 562	142 060	568 464	1 050 018
ГеоЭС/приливныеЭС	93 021	143 782	374 221	185 986
Прочее	40 489	58 456	6 686	3 325
Итого первичные ТЭР	13 567 283	18 599 542	15 651 286	12 354 823

ВВЕДЕНИЕ

«Глобальная температура побила три рекорда за первую неделю июля (2023). На начало 2024 г. прогнозируется сильный сезон Эль-Ниньо, который может иметь серьёзные последствия для мировой экономики», «июль 2023 г. стал самым жарким месяцем за всю историю наблюдений» — такие заголовки всё

чаще встречаются в прессе в последние годы⁶, подтверждая, что опасения относительно изменения климата и его последствий для экономического развития становятся всё злободневнее (Рис. 2).

Рис. 2. Средняя глобальная температура июля на высоте 2 м над поверхностью моря в разные годы⁷



Мировое сообщество задумалось об этих угрозах ещё после первого оценочного доклада МГЭИК в 1990 г. А Киотский протокол (1997) и пришедшее ему на смену и подписанное 192 странами Парижское соглашение в контексте Рамочной конвенции ООН об изменении климата (2015) поставили глобальную цель «стабилизировать уровень концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему планеты»⁸. И хотя, в том числе в нашей стране, всё ещё встречаются «климатические скептики», отрицающие значение антропогенных выбросов ПГ для изменения климата даже после публикации в 2022 г. обстоятельного Шестого оценочного доклада МГЭИК⁹, необходимость сокращения выбросов ПГ, и, в первую очередь, углекислого газа (CO₂) и метана в мировой энергетике (на энергетику приходится более 70% общего объёма антропогенных выбросов ПГ¹⁰) сегодня, пожалуй, уже не оспаривается никем.

Сокращение выбросов CO₂ при использовании энерго-ресурсов (и при их добыче/производстве и потреблении) составляет суть начавшегося энергетического перехода, конечной целью которого является достижение «чистых нулевых выбросов» в энергетике. Или, говоря простым языком, такого уровня

валовых выбросов ПГ (и прежде всего CO₂) от использования энергоресурсов, который бы полностью компенсировался их поглощением и надёжным захоронением за счёт созданных систем улавливания CO₂. Предполагается, что добиться этого необходимо к 2050 г. Это позволило бы удержать повышение средней мировой температуры в пределах 1,5°C.

В качестве промежуточной (менее желательной, но всё ещё допустимой) цели поставлена задача не выйти из предполагаемого «углеродного бюджета», рассчитанного экспертами МГЭИК, для предотвращения повышения средней мировой температуры более чем на 2°C. Это позволило бы избежать наиболее катастрофических изменений климата.

При достаточно ясных конечных целях энергоперехода конкретные пути и сроки декарбонизации мировой энергетики не столь однозначны. Существуют разнообразные возможные направления сокращения выбросов от использования топливно-энергетических ресурсов: от повышения энергоэффективности и внедрения менее углеродоёмких энергетических технологий до прямого ограничения потребления энергии. При этом достаточно многие технологии, внедрение которых способствовало бы снижению углеродоёмкости мировой

⁶ См., например, <https://tass.ru/obschestvo/18237539?ysclid=lk18wxbgvk115648564>

⁷ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets>

⁸ https://web.archive.org/web/20051028023600/http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php

⁹ Шестой оценочный доклад МГЭИК об изменении климата, 2022 год | Организация Объединённых Наций (un.org)

¹⁰ <https://www.iceofope.com/insights/where-do-global-greenhouse-gas-emissions-come-from>

энергетики (составляющего суть начавшегося четвёртого энергоперехода), находятся ещё на ранних стадиях развития, что затрудняет оценку их экономической конкурентоспособности и, соответственно, реалистичности сценариев, основанных на их интенсивном использовании. В особенности это касается таких перспективных технологий, как улавливание и хранение CO₂ при промышленных процессах сжигания топлива и производство «зелёного» водорода (электролиз воды при использовании электроэнергии, выработанной при помощи ВИЭ).

Более того, очевидно, что энергопереход не должен осуществляться в ущерб другим важным социально-экономическим задачам мирового развития. В частности, избранные методы перестройки энергетики не должны мешать успешному продвижению к достижению 7-й цели устойчивого развития (ЦУР) ООН: «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех»¹¹. Ведь масштабы «энергетической бедности» не уменьшаются: почти 800 миллионов человек не имеют постоянного доступа к электричеству, а 2,6 миллиарда человек (треть населения Земли) пользуются опасными и неэффективными системами приготовления пищи¹².

Именно поэтому цена создания низкоуглеродной энергетики становится одним из критически важных параметров энергоперехода, ограничивающим его возможную скорость.

Миру нужно снизить выбросы ПГ от использования топливно-энергетических ресурсов, но не за счёт ограничения доступа к современным энергетическим услугам (прежде всего бытовым электроприборам) той части человечества, которая сегодня имеет недостаточный уровень энергопотребления. Исследования показывают, что рост энергопотребления на душу населения до определённого предела (100 КДж/чел.) положительно связан с ростом Индекса человеческого развития ООН. При этом до сих пор более двух третей населения Земли проживает в странах, в которых среднедушевое энергопотребление ниже этого порога¹³.

Дилемму, перед которой стоит человечество, можно сформулировать следующим образом.

С одной стороны, продолжение развития мировой энергетики по накатанным рельсам больше невозможно (хотя именно такая энергетика многие десятилетия служила надёжной опорой развития мировой экономики), так как превышение разумного объёма выбросов ПГ ведёт к необратимым климатическим изменениям, пагубно сказывающимся на привычном образе жизни (Рис. 3).

С другой стороны, «идеальный» вариант энергоперехода — достижение углеродной нейтральности мирового ТЭК к 2050 г., под которым подписались многие участники Парижского соглашения, оказывается слишком дорогим способом трансформации существующей энергетики. По имеющимся оценкам, для достижения данной цели инвестиции в низкоуглеродные источники энергии, которые уже превысили инвестиции в ископаемые виды энергоресурсов¹⁴, должны были бы уже в ближайшие годы возрасти до 7-8% мирового ВВП (Рис. 4) и сохраняться на этом уровне в течение следующих десятилетий. Это делает данный сценарий практически «неподъёмным» без сокращения инвестиций на не менее приоритетные цели социально-экономического развития и, на наш взгляд, по этой причине малореалистичным.

Аналогичный пример опубликовала в августе 2023 г. консалтинговая компания Wood Mackenzie (Рис. 5) относительно оффшорной ветровой энергетики, сделав вывод, что «ежегодно устанавливать почти 80 ГВт для выполнения всех правительственных задач нереально, так как потребовало бы более \$100 миллиардов инвестиций; даже достижение прогнозируемых дополнительных 30 ГВт кажется нереалистичным»¹⁵.

Неопределённость многих параметров развёртывающегося энергоперехода ведёт к достаточно широкому диапазону возможных сценариев развития мировой энергетики, которые рассматриваются аналитическими группами, пытающимися заглянуть в будущее. «Точечные» прогнозы практически не встречаются в современных исследованиях. Каждая из аналитических групп обычно предлагает по крайней мере три возможных сценария энергоперехода. Сценарное поле каждого из прогнозов при этом укладывается в конус возможных изменений основных параметров развития мировой энергетики до 2050 г. (общего объёма требующихся первичных энергоресурсов, спроса на основные виды первичных и вторичных топливно-энергетических ресурсов: от нефти до ВИЭ и водорода, объёма выбросов CO₂ и т.п.), верхняя граница которого представляет собой инерционное продолжение сложившихся в энергетике трендов, а нижняя — провозглашённую Парижским соглашением задачу достичь углеродной нейтральности к 2050 г.

Не вызывает особого удивления, что в связи с упомянутой неопределённостью многих технико-экономических показателей технологий, внедрение которых требуется для энергоперехода, разброс получающихся сценариев чрезвычайно широк как для каждого отдельного прогноза, так и в особенности для всего множества разработанных разными аналитическими

¹¹ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/>

¹² Отчет о целях устойчивого развития на 2023 год: специальное издание, – ООН, 2023

¹³ bp Energy Outlook 2020, bp Energy Outlook 2022

¹⁴ По оценке МЭА, в 2023 г. около \$2,8 трлн будет инвестировано в энергетику во всем мире, из которых более \$1,7 трлн пойдет на экологически чистые технологии, включая ВИЭ, электромобили, атомную энергетику, сети, хранение, топливо с низким уровнем выбросов и тепловые насосы. Оставшаяся часть, чуть более 1 трлн долларов, идет на уголь, газ и нефть.

¹⁵ <https://www.woodmac.com/contentassets/02ad2b10fba24ba9939d733fa8a6ded0/imagenldcc.png>

группами сценариев¹⁶. Наглядную демонстрацию данных различий можно найти в разработанном Международным Энергетическим Форумом в феврале 2023 г. сравнении сценариев, подготовленных девятью аналитическими группами. Разница между крайними сценариями в возможном объёме потребления природного газа к 2050 г. превышает 5 трлн м³ (даже если

исключить из сравнения один сильно выбивающийся вверх сценарий МГЭИК). Это на четверть больше, чем сегодняшнее мировое потребление газа. А разница в возможной доле ВИЭ в первичном потреблении ТЭР достигает к 2050 г. 71 п.п. И соответственно различия в возможной доле ископаемых ТЭР составляют в 2050 г. 72 п.п.: от 15% до 87%.

Рис. 3. Траектория выбросов парниковых газов в сценариях «Всё как встарь» (и нашего, и из внешних прогнозов) ведёт к превышению допустимого «углеродного бюджета» и повышению среднемировой температуры более, чем на 2°С¹⁷

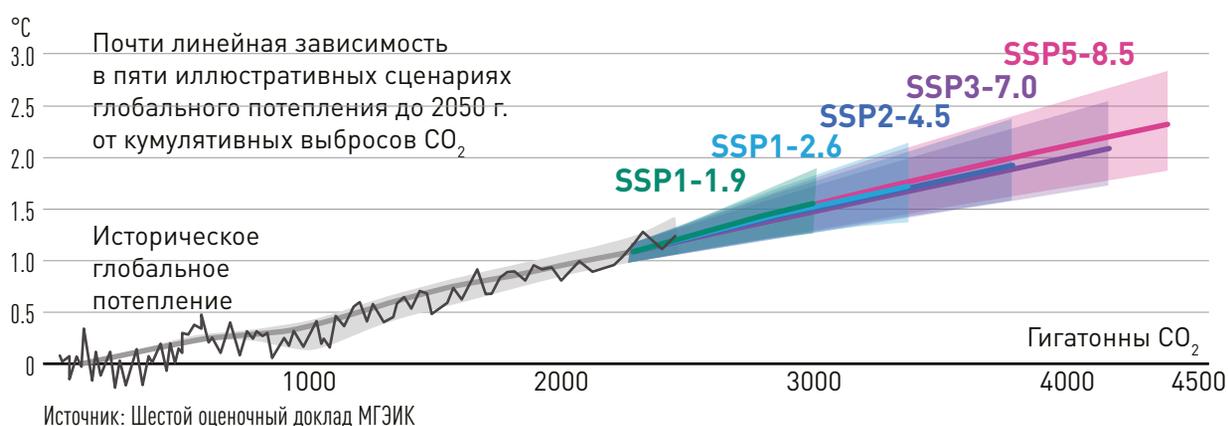
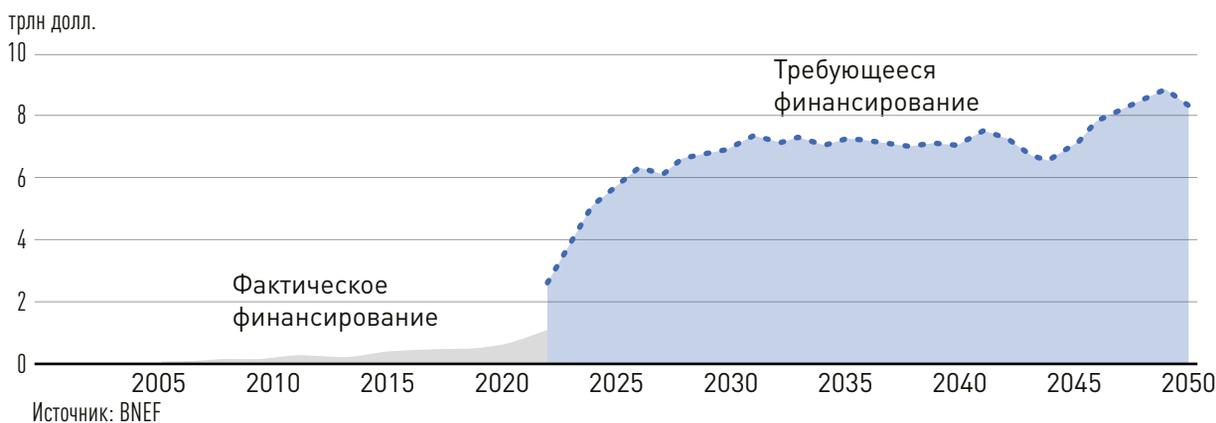


Рис. 4. Инвестиции, требующиеся для реализации сценариев «Чистый ноль», должны возрасти с 1-2% мирового ВВП до 7-8% уже сейчас и сохраняться на этом уровне последующие 25 лет¹⁸



¹⁶ Стоит отметить, что в последние годы в англоязычных версиях долгосрочные прогнозы развития мировой энергетики практически во всех случаях называются уже не Forecast, а Outlook, что можно перевести на русский как «взгляд» или «перспективы». Это иллюстрирует гораздо меньшую степень определённости, чем привычный «прогноз».

¹⁷ Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) определила «углеродный бюджет» на период 2015-2050 гг. в 700-800 млрд т CO₂-экв для ограничения повышения глобальной температуры 1,5°С и 900-1050 млрд т CO₂-экв для ограничения 2°С. Выбросы парниковых газов (ПГ) только от ТЭК сократили эти бюджеты к 2023 г. на 274 млрд т CO₂-экв.

¹⁸ <https://www.bloomberg.com/features/2023-green-tech-startups-bnef-pioneer-award-winners/>

Для формирования собственного взгляда на наиболее вероятную траекторию развития мировой энергетики РЭА Минэнерго России разработало свой вариант возможных сценариев энергоперехода с говорящими названиями: «Всё как встарь» (ВКВ), «Чистый ноль» (ЧН) и «Рациональный технологический выбор» (РТВ). Для выявления и сравнения требующихся изменений именно в топливно-энергетическом комплексе, а не в экономике в целом все три сценария исходят из одинаковых базовых макропараметров (численности населения и ВВП). Различия между сценариями в основном относятся к: а) скорости распространения низкоуглеродных энергетических технологий и соответствующем сдвиге структуры потребления первичных ТЭР, б) требующихся для этого изменений ценовых параметров, в) жёсткости требований к сокращению выбросов основных парниковых газов (СО₂ и метана), г) объёма инвестиций в энергопереход.

Наш анализ базировался на имеющихся оценках стоимости и конкурентоспособности перспективных технологий декарбонизации ТЭК, разработанных как в РЭА Минэнерго России, так и во внешних аналитических центрах. Для более точного учёта специфики применения различных технологий, сценарные расчёты велись по трём секторам конечного энергопотребления (транспорт, промышленность, ЖКХ¹⁹), сектору электроэнергетики (включающему, кроме выработки электроэнергии и тепла, ещё и производство водорода²⁰) и трём секторам добычи ископаемых углеводородных энергоресурсов: нефти, природного газа и угля. В целях учёта региональной специфики расчёты велись для одиннадцати макрорегионов, на которые был разделён весь мир. Для более чёткого вычленения влияния на развитие ТЭК тех изменений, которые происходят в нём самом, ряд макроэкономических предпосылок (динамика ВВП,

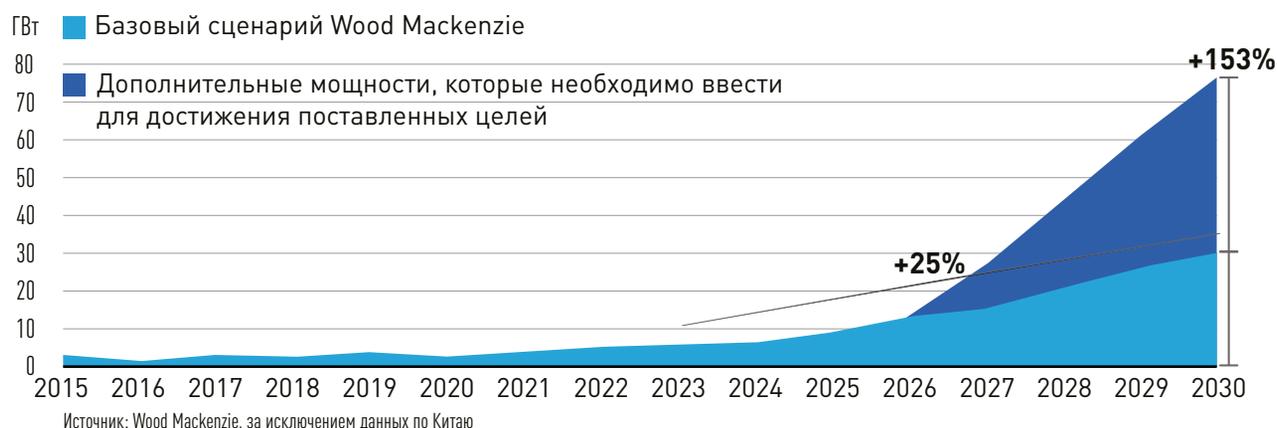
населения и т. п.) был принят одинаковым для всех сценариев. В то же время цены на энергоресурсы, включая цены на выбросы СО₂, различаются между сценариями. Методология разработки сценариев, которые обсчитывались отдельно для каждого из одиннадцати выделенных нами макрорегионов, представлена в Приложении 2.

Первичным в рамках сценариев выступал анализ динамики спроса на первичные энергоресурсы (в секторах конечного спроса и сектора трансформации: тепло-/электроэнергетики и производства водорода). Затем, исходя из оценки ресурсной базы и конкурентоспособности добычи ископаемых энергоресурсов, рассчитывались региональные объёмы производства нефти, природного газа и угля, необходимые для удовлетворения совокупного мирового спроса на данный вид ископаемого сырья.

Динамика развития мирового ТЭК, включая возможные потоки межрегиональной торговли энергоресурсами, является результатом агрегирования изменений в энергетике (потреблении и производстве энергоресурсов) макрорегионов. При этом обратные связи развития ТЭК на динамику экономического развития не анализировались.

Мы отдаём себе отчёт в ограниченности такого подхода к выработке взгляда на будущее мировой энергетики. Тем не менее, несмотря на неполноту анализа, на наш взгляд, он помогает снизить неопределённость оценок наиболее реалистических путей развёртывания энергоперехода, а главное, выработать аргументы в необходимом диалоге вокруг выбора того или иного пути развития мировой энергетики.

Рис. 5. Планы по наращиванию мощности оффшорной ветроэнергетики



¹⁹ Для упрощения представления результатов сектор, именуемый ЖКХ, представляет собой агрегирование трёх секторов: 1) ЖКХ (включая нежилую коммерческую недвижимость), 2) сельское хозяйство с рыболовством и 3) прочее энергопотребление, которое в исходной базе данных МЭА, использовавшейся для построения секторальных моделей, не было разнесено по секторам. Расчёты велись для каждого из данных подсекторов, но результаты агрегированы в один сектор. В сектор транспорт включены отдельно рассматриваемые подсектора: автодорожный, железнодорожный, морской и речной, авиационный внутренний и международный, а также трубопроводный.

²⁰ В целях унификации расчётов в секторе электроэнергетики оценивалось производство всех видов водорода, а не только «зелёного» — выработанного с использованием электроэнергии ВИЭ.

ДИНАМИКА И СТРУКТУРА ПЕРВИЧНОГО И КОНЕЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

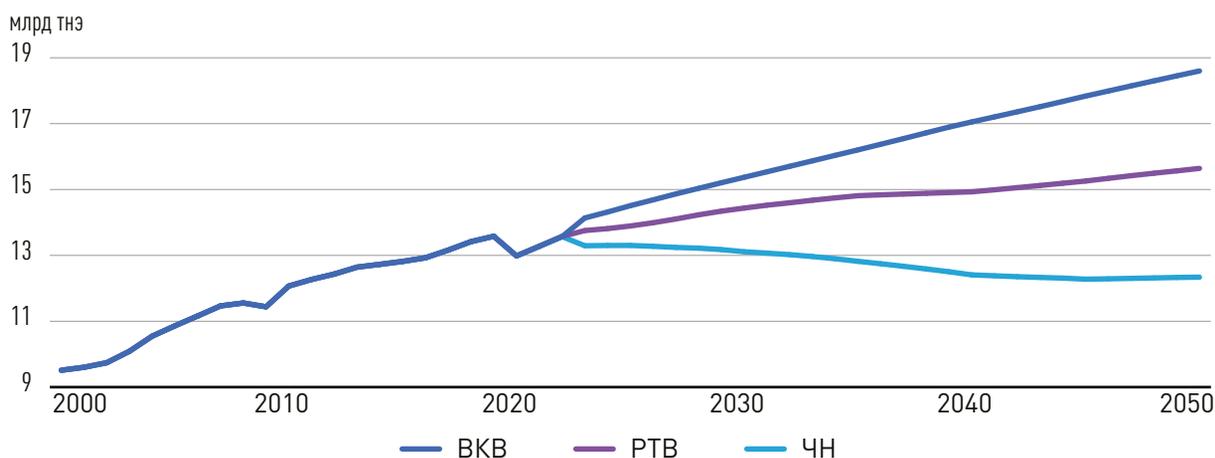
В двух из рассчитанных нами сценариев (ВКВ и РТВ) мировое потребление первичных энергоресурсов продолжает расти на протяжении всего прогнозного периода. В сценарии ВКВ к 2050 г. оно возрастает на 37% по сравнению с 2022 г., а в сценарии РТВ — на 15%. Только в сценарии ЧН наши расчёты показывают снижение мирового потребления первичных энергоресурсов на 9% за указанный период (Рис. 6). При более чем двукратном прогнозируемом росте мирового ВВП это свидетельствует о значительном повышении энергоэффективности, ведущем к снижению энергоёмкости ВВП (снижающейся, впрочем, и из-за структурных сдвигов в экономике, приводящих к падению доли наиболее энергоёмких секторов и отраслей).

В сценарии РТВ энергоёмкость мирового ВВП снижается на 45%, а в сценарии ЧН — на 57% (Рис. 7). При наблюдающемся сближении показателей энергоёмкости в различных макрорегионах различия между регионами с наибольшей и наименьшей энергоёмкостью ВВП возрастают, даже если исключить стоящую особняком по этому показателю Россию. В сценарии РТВ эта разница возрастает с 1.9 раз в 2022 г. до 2.8 раз в 2050 г.; в сценарии ЧН — до 2.7 раз. Следует отметить, что частично увеличение данного разрыва вызвано не только разницей

скоростью повышения энергоэффективности и структурных сдвигов в экономике, но и различными темпами и масштабом распространения таких низкоуглеродных вторичных ТЭР, как водород. В регионах, в которых водород внедряется быстрее, это требует дополнительного расхода первичных энергоресурсов. Кроме того, сказывается техническая особенность учёта расхода первичных энергоресурсов на производство возобновляемой электроэнергии (гидро, ветровая, солнечная)²³. В результате этой особенности общий объём первичных энергоресурсов, используемых в электроэнергетике, сокращается быстрее в тех регионах, в которых быстрее растёт доля ВИЭ, что сказывается и на показателях энергоёмкости ВВП.

Различия в развитии ТЭК в различных регионах мира приводят к изменению региональной структуры первичного потребления ТЭР. Наиболее заметные сдвиги наблюдаются в доле таких регионов, как Индия (+5 п.п. с 2022 г. по 2050 г. в сценарии РТВ), Субсахарская Африка (+2 п.п.), а также ЕС и Великобритания, США и Канада (оба региона по –3 п.п.) (Рис. 8). При этом пропорции сдвигов в долях отдельных регионов в сценариях РТВ и ЧН различаются достаточно незначительно, то есть относительная скорость изменений в региональных ТЭК практически совпадает в обоих сценариях.

Рис. 6. Динамика потребления первичных энергоресурсов



²³ Как уже было отмечено, расход первичной энергии при производстве ВИЭ был приравнен к объёму вырабатываемой энергии, в то время как для выработки электро- и теплоэнергии на ископаемых ТЭР были приняты соответствующие коэффициенты полезного использования.

Рис. 7. Динамика энергоёмкости ВВП в макрорегионах и мире в целом

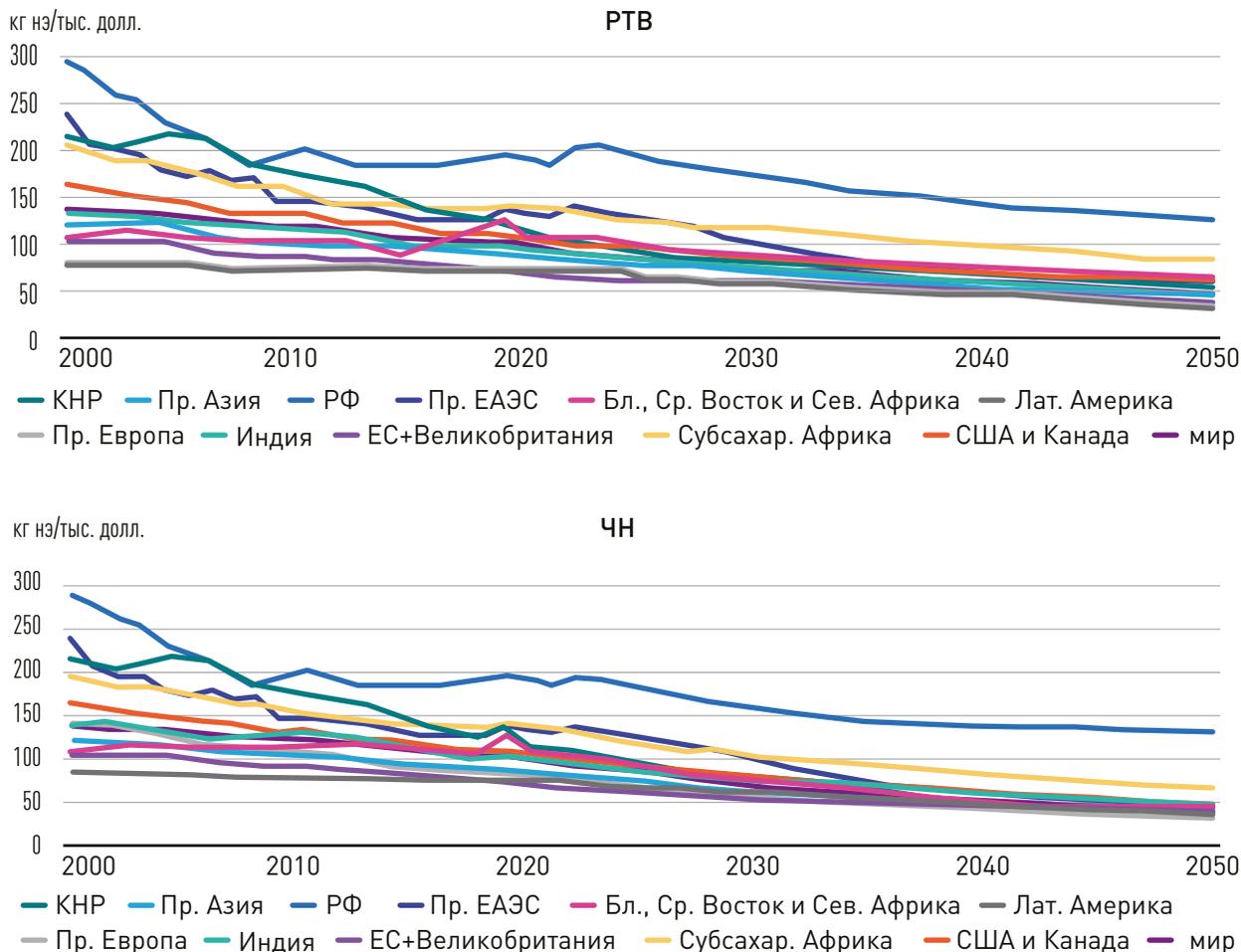
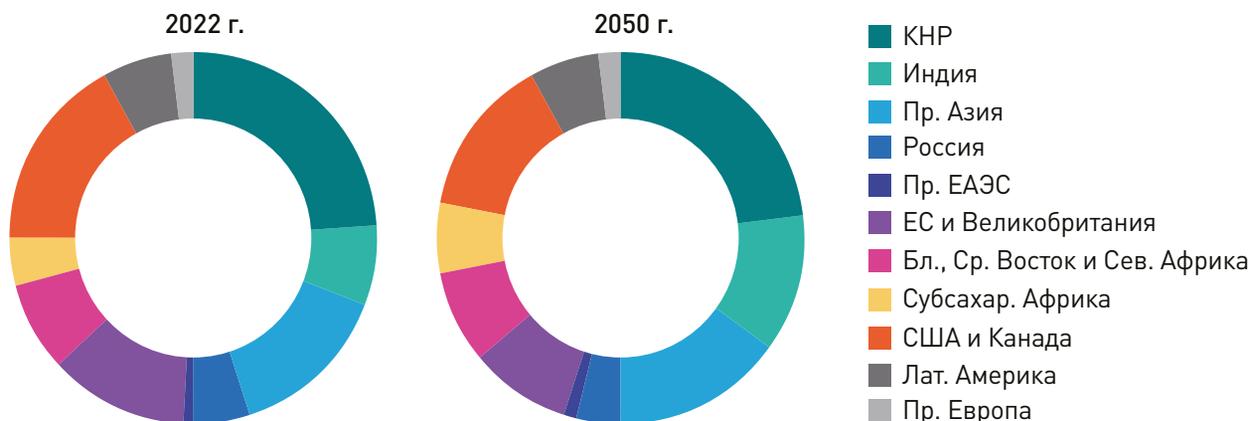


Рис. 8. Изменение региональной структуры потребления первичных ТЭР, сценарий РТВ

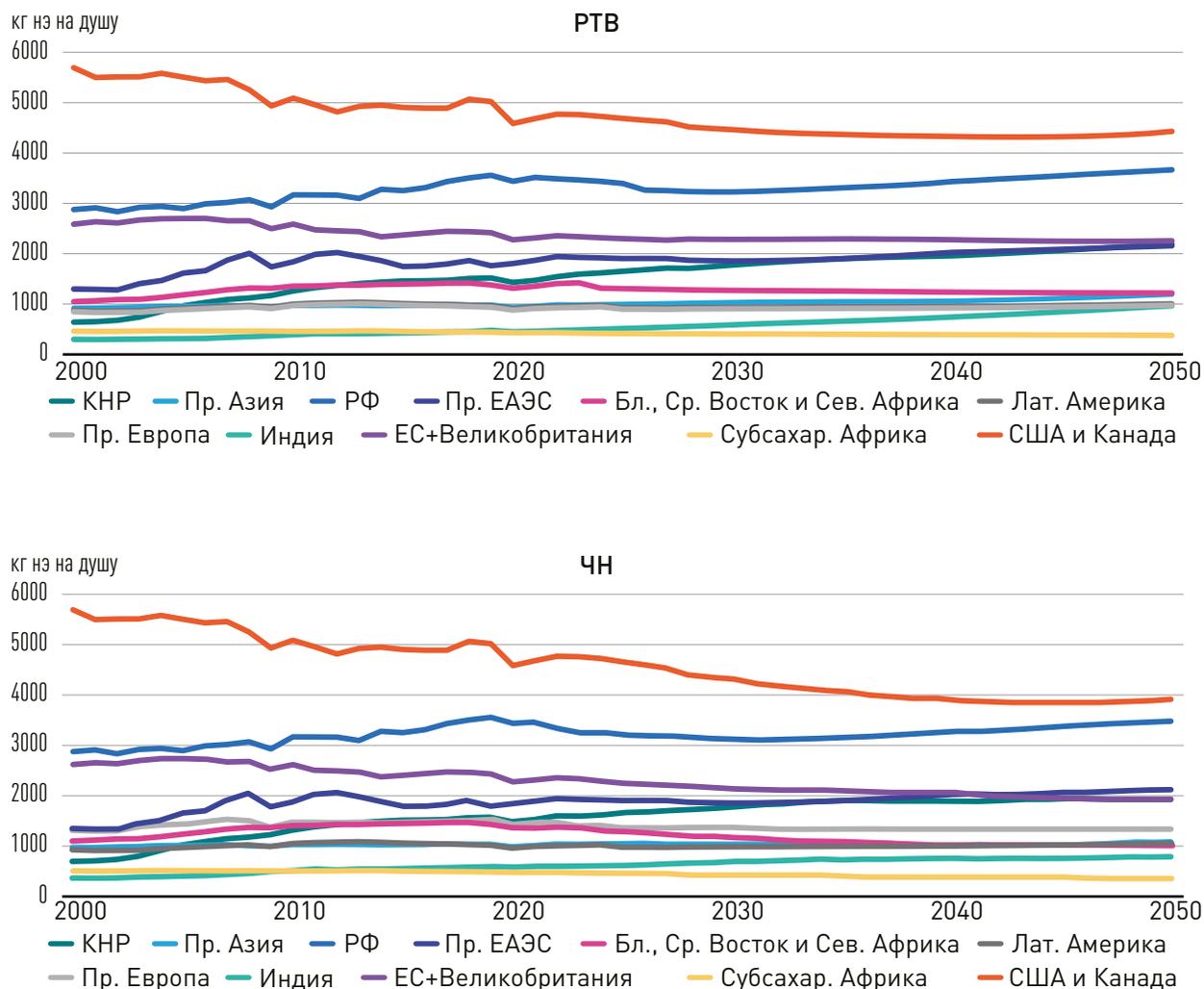


Разнонаправленные региональные тенденции наблюдаются на протяжении прогнозного периода в сценариях РТВ и ЧН и по такому важному показателю, как конечное потребление на душу населения. В сценарии РТВ наибольший рост конечного потребления на душу населения наблюдается в таких регионах, как Индия (+102% с 2022 г. по 2050 г.) и Китай (+42%). При этом в ряде регионов происходит снижение подушевого конечного потребления энергии, в том числе не только развитых (США и Канада –7%, ЕС и Великобритания –4%), но и развивающихся (Субсахарская Африка –12%, Ближний, Средний Восток и Северная Африка –13%). В сценарии ЧН тенденции к снижению подушевого конечного потребления энергии приобретают ещё более заметный характер. И если в развитых регионах (США и Канада –19%, ЕС и Великобритания –20%), это не вызывает опасений, так как в основном

свидетельствует о повышении энергоэффективности, то в некоторых развивающихся регионах (Субсахарская Африка –34%, Латинская Америка –9%) помимо повышения энергоэффективности это может, в том числе, свидетельствовать и об ограничении расширения доступа к необходимым для повышения качества жизни энергоресурсам (Рис. 9).

С учётом того, что суть нынешнего энергоперехода состоит в снижении углеродоёмкости мирового ТЭК, серьёзные изменения ожидаются не только в совокупных объёмах потребляемой энергии, но и в её источниках: доля наиболее углеродоёмких ископаемых энергоресурсов снижается во всех сценариях, кроме ВКВ. На смену им приходят традиционные «безуглеродные» источники энергии (ГЭС, АЭС) и «новые ВИЭ» (ВЭС, СЭС, ГеотермЭС) (Рис. 10 и 11).

Рис. 9. Динамика конечного потребления ТЭР на душу



В сценарии РТВ общая доля трёх ископаемых энергоресурсов в мировом топливно-энергетическом балансе сокращается с 80% в 2022 г. до 56% в 2050 г. Совокупная доля «новых ВИЭ» растёт за этот период с 3% до 31%. В сценарии ЧН происходят ещё более радикальные сдвиги: доля ископаемых ТЭР сокращается до 24%, при росте доли новых ВИЭ до 50%. В сценарии ЧН также наблюдается значительный рост доли ГЭС (с 3% до 11%) и АЭС (с 5 до 16%). Доля биотоплива в данных двух сценариях остаётся относительно стабильной — около 10-12%.

Доля электроэнергии в конечном потреблении энергоресурсов растёт во всех трёх сценариях. При этом в сценариях РТВ и ЧН очень значительно: с 20% в 2022 г. до 43% в РТВ и до 48% в ЧН в 2050 г. Наибольший вклад в этот рост вносит увеличение потребления электроэнергии на транспорте. В сценарии РТВ оно растёт в 37 раз (!) с 2022 г. по 2050 г. А в сценарии ЧН — в 43 раза. В результате доля данного сектора в мировом потреблении электроэнергии растёт за этот период с 2% до 34% в РТВ и до 37% в ЧН.

Рис. 10. Динамика потребления первичных ТЭР в 2000–2050 гг.

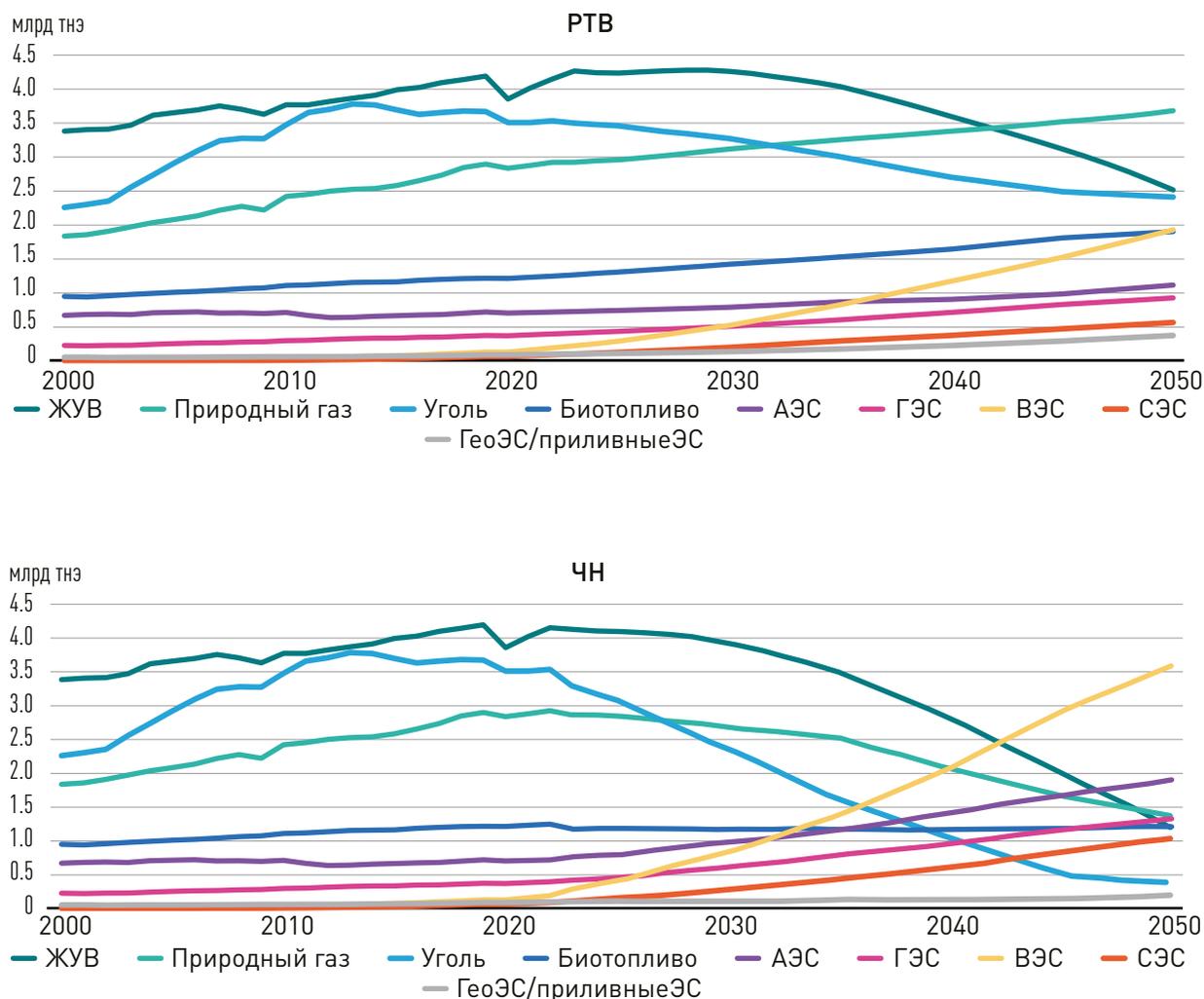
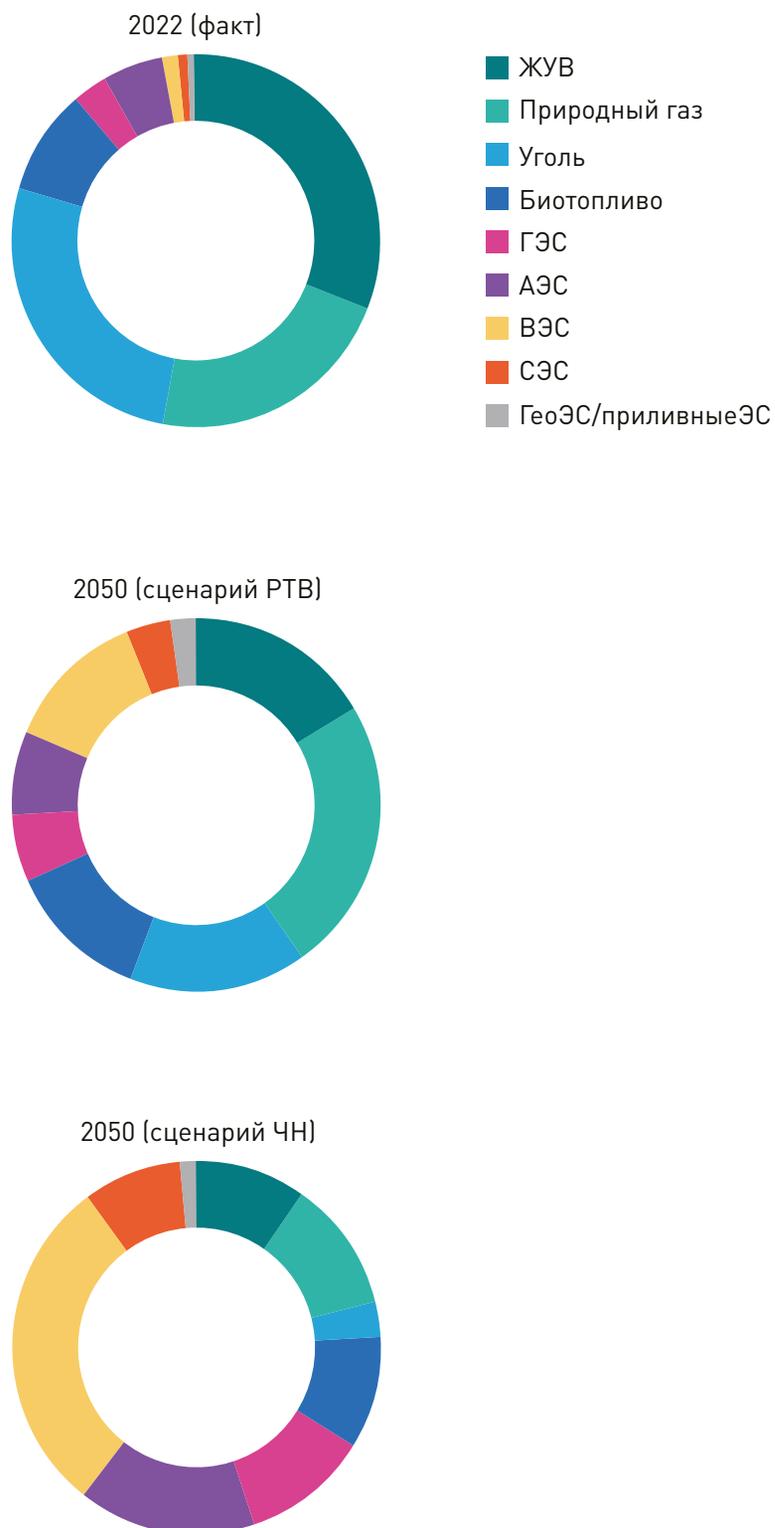


Рис. 11. Структура потребления первичных ТЭР в 2022 и 2050 гг.

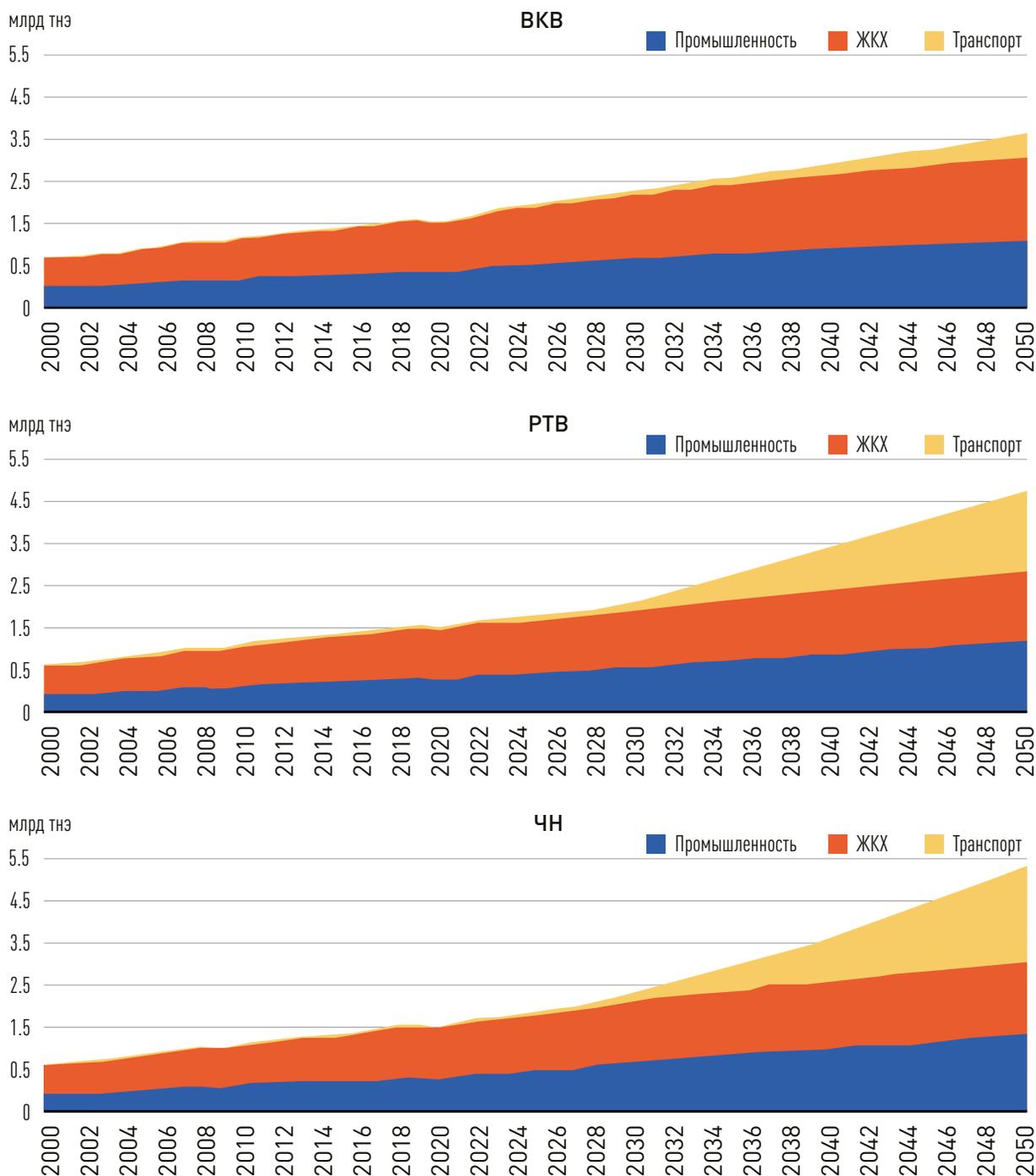


ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Потребление электроэнергии в целом растёт с 2022 г. по 2050 г. во всех трёх сценариях, хотя и заметно различающимися темпами (Рис. 12).

Электрификация конечного потребления — безусловный тренд энергоперехода, так как использование электроэнергии позволяет снизить выбросы не только на транспорте, где

Рис. 12. Динамика конечного потребления электроэнергии



замещение электромоторами традиционных двигателей внутреннего сгорания позволяет изменить ситуацию во всех сегментах (но прежде и важнее всего, в автомобильном парке), но также и в промышленности и ЖКХ. В сценарии РТВ потребление электроэнергии в промышленности растёт с 2022 г. по 2050 г. на 83%, а в сценарии ЧН — на 98%. В ЖКХ в обоих сценариях потребление электроэнергии растёт примерно одинаково: на 36% и 40% соответственно.

Сама по себе электрификация конечного потребления энергии не ведёт к снижению углеродного следа мирового ТЭК. Требуется снижение выбросов в электроэнергетике, являющейся в настоящее время сектором с наивысшим объёмом выбросов CO₂ (46% общих выбросов CO₂ в ТЭК мира). Трансформация сектора выработки электроэнергии и тепла является одной из основных составляющих энергоперехода. Это нашло отражение в наших сценариях РТВ и ЧН, в которых выбросы CO₂ в электроэнергетике сокращаются с 2022 г. по 2050 г. на 40% и почти на 90% соответственно (Рис. 13).

Все страны вносят вклад в снижение углеродного следа электроэнергетики, но скорость декарбонизации различается (Рис. 14). В сценарии РТВ масштабы сокращения выбросов в электроэнергетике с 2022 г. по 2050 г. варьируются от 9% на Ближнем и Среднем Востоке и в Северной Африке до 51% в КНР, 55% в Прочей Европе и 45% — в США и Канаде. Соответственно различается и вклад отдельных макрорегионов в общее сокращение выбросов в электроэнергетике в сценарии РТВ. На КНР, США и Канаду приходится почти две трети общего сокращения (53% и 13% соответственно) (Табл. 2).

В сценарии ЧН возросшие требования к скорости сокращения выбросов приводят к сближению масштабов декарбонизации во всех одиннадцати макрорегионах. В электроэнергетике Прочего ЕАЭС и Прочей Европы снижение выбросов за указанный период составляет около 70%, в КНР и Российской Федерации — около 85%, а во всех остальных макрорегионах — около 90% или больше (95-97% в Индии, Прочей Азии, Ближнем и Среднем Востоке и Северной Африке, США, Канаде и Латинской Америке). При этом вклад макрорегионов в общее сокращение остаётся равным, но меняется по сравнению со сценарием РТВ (Табл. 3).

Данная разница в масштабах декарбонизации между сценариями приводит к различным результатам трансформации электроэнергетики по такому показателю, как доля макрорегиона в общих выбросах сектора. Примечательно, что в сценарии ЧН доля КНР в общих выбросах электроэнергетики заметно возрастает к 2050 г.: с 41% в 2022 г. до 61% в 2050 г. (Табл. 4 и Рис. 15).

Ведущая роль в декарбонизации электроэнергетики в сценариях РТВ и ЧН принадлежит стремительному увеличению использования ВИЭ (ветровой, солнечной, геотермальной/приливной энергии и биотоплива). В сценарии РТВ использование ВИЭ в мировой электроэнергетике растёт с 2022 г. по 2050 г. почти в шесть раз (+495%), а в ЧН — более чем в восемь раз (+773%) (Рис. 16). К 2050 г. в сценарии ЧН потребность в ВИЭ превышает их использование в сценарии РТВ почти в полтора раза (+47%).

Табл. 2. Динамика сокращения выбросов в электроэнергетике по макрорегионам, сценарий РТВ

	2050/2022	доля в сокращении
Китай	-51%	53%
Индия	-28%	6%
Пр. Азия	-24%	8%
Российская Федерация	-43%	6%
Пр. ЕАЭС	-15%	0%
ЕС и Великобритания	-35%	6%
Бл., Ср. Восток и Сев. Африка	-9%	1%
Субсахарская Африка	-34%	2%
США и Канада	-45%	13%
Лат. Америка	-27%	2%
Пр. Европа	-55%	3%
Мир	-40%	100%

Рис. 13. Выбросы CO₂ в электроэнергетике мира

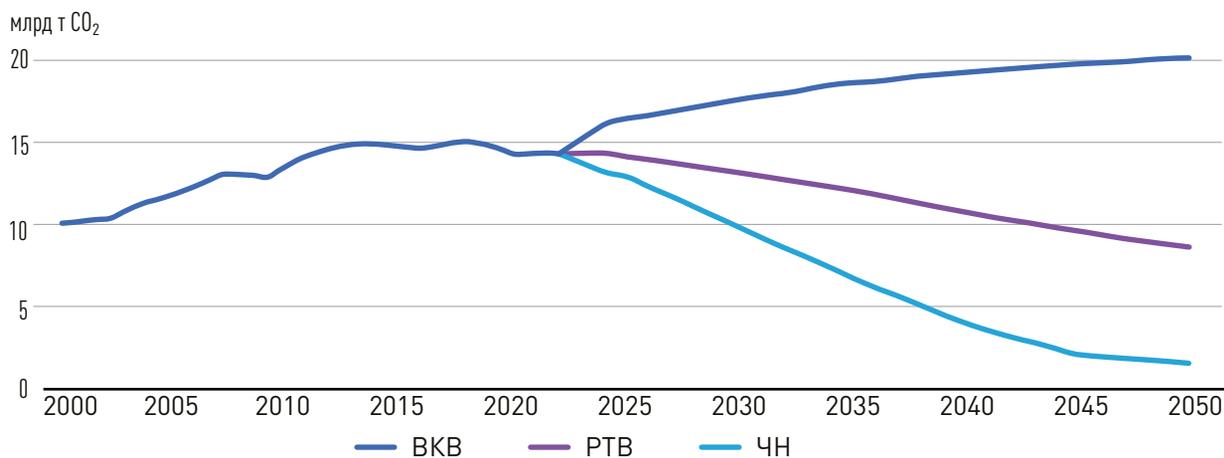


Рис. 14. Выбросы CO₂ в электроэнергетике мира

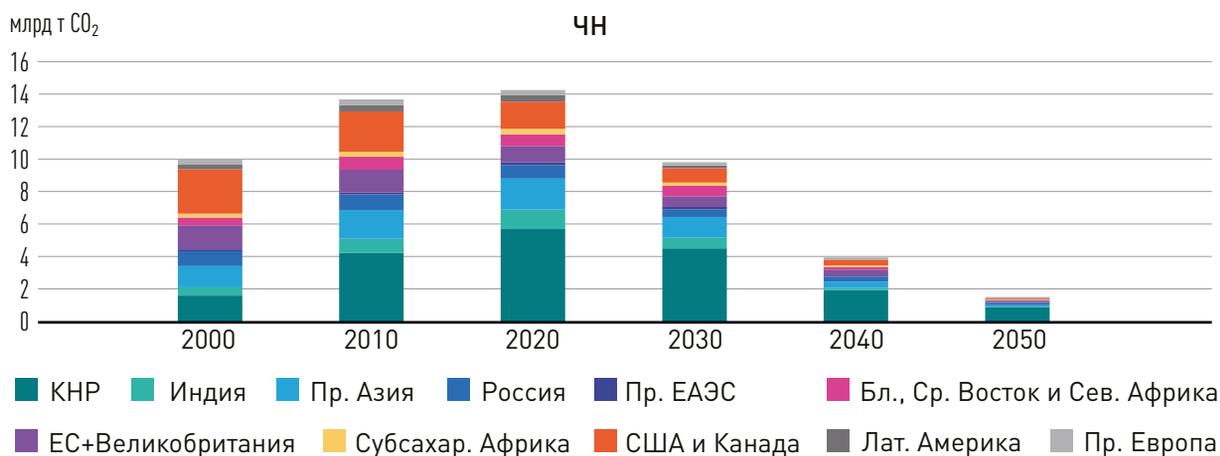
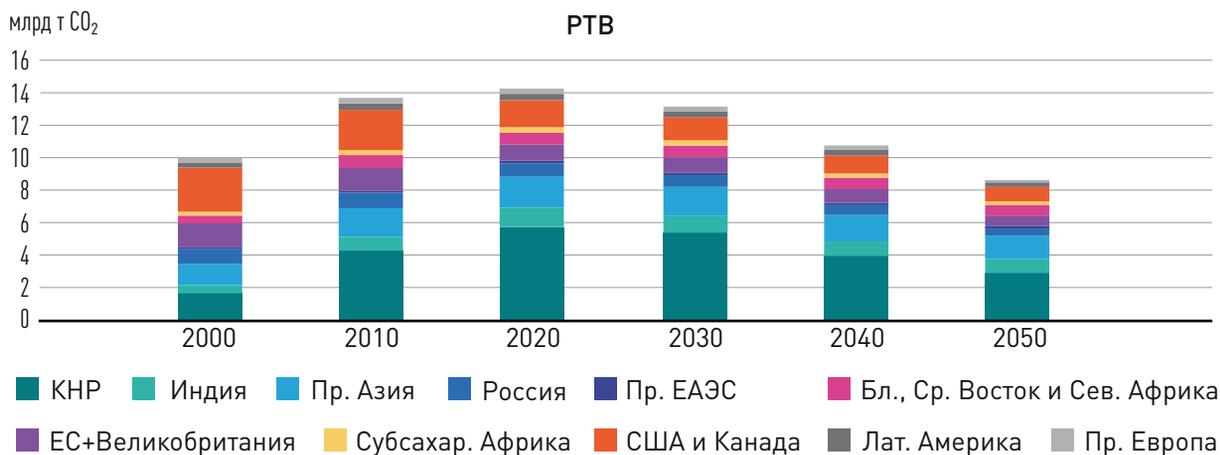


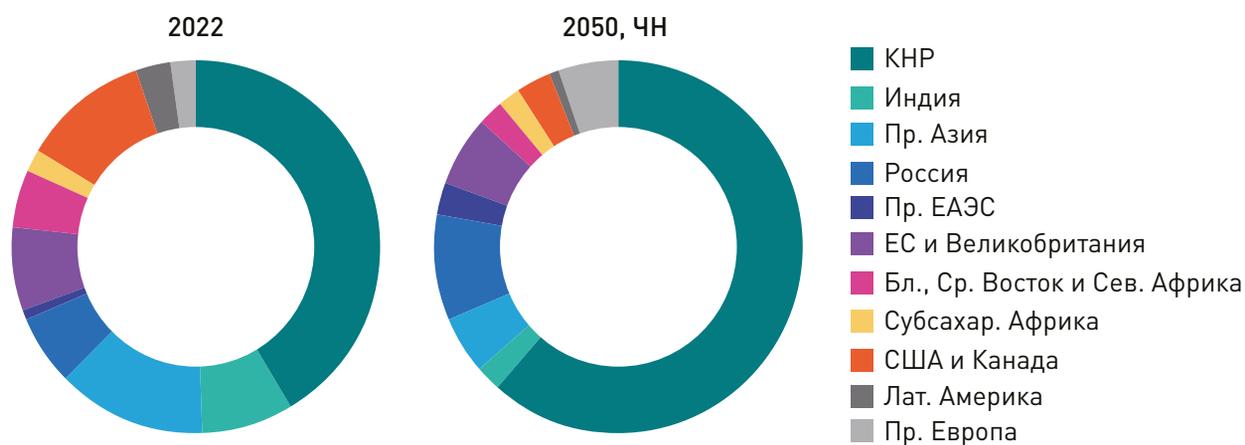
Табл. 3. Динамика сокращения выбросов в электроэнергетике по макрорегионам, сценарий ЧН

	2050/2022	доля в сокращении
Китай	-84%	39%
Индия	-97%	9%
Пр. Азия	-95%	14%
Российская Федерация	-83%	5%
Пр. ЕЭАС	-68%	1%
ЕС и Великобритания	-91%	7%
Бл., Ср. Восток и Сев. Африка	-95%	5%
Субсахарская Африка	-89%	2%
США и Канада	-97%	12%
Лат. Америка	-97%	3%
Пр. Европа	-74%	2%
Мир	-89%	100%

Табл. 4. Доля в общих выбросах электроэнергетики

	2022	2050, РТВ	2050, ЧН
Китай	41%	53%	61%
Индия	8%	10%	2%
Пр. Азия	13%	16%	5%
Российская Федерация	6%	5%	9%
Пр. ЕЭАС	1%	2%	3%
ЕС и Великобритания	7%	8%	6%
Бл., Ср. Восток и Сев. Африка	5%	8%	2%
Субсахарская Африка	2%	3%	2%
США и Канада	11%	10%	3%
Лат. Америка	3%	3%	1%
Пр. Европа	2%	2%	5%

Рис. 15. Доля в общих выбросах электроэнергетики



Учитывая прерывистый характер работы таких ВИЭ, как ветровая (ВЭС) и солнечная (СЭС) энергетика, в обоих сценариях приходится наращивать использование и традиционных безуглеродных источников электроэнергии: гидро- и атомные электростанции (ГЭС и АЭС соответственно). С 2022 г. по 2050 г. мировая выработка электроэнергии на ГЭС растёт в сценарии РТВ на 136%, а в сценарии ЧН — на 238% (Рис. 17). К 2050 г. в сценарии ЧН потребность в гидроэнергетике превышает её потребность в сценарии РТВ на 43%.

Аналогичным образом выглядит развитие атомной энергетики. С 2022 г. по 2050 г. мировая выработка электроэнергии на АЭС растёт в сценарии РТВ на 56%, а в сценарии ЧН — на 166% (Рис. 18). К 2050 г. в сценарии ЧН потребность в атомной энергии превышает её потребность в сценарии РТВ на 71% (!).

Параллельно росту использования низкоуглеродных источников выработки электроэнергии сокращается выработка тепла и электроэнергии на ископаемых углеводородных ТЭР. Особенно это касается нефтепродуктов, которые используются в достаточно ограниченном объёме и в настоящее время, и угля. Сжигание нефти в электроэнергетике сходит практически на нет в обоих сценариях энергоперехода. А использование угля в электроэнергетике с 2022 г. по 2050 г. падает в сценарии РТВ на 41%, а в сценарии ЧН — на 94%. Наибольший вклад в общее сокращение использования угля в электроэнергетике приходится на КНР (64% в РТВ и 56% в ЧН) и Прочую Азию (11% в РТВ и 12% в ЧН). На третьем месте по вкладу в общее сокращение использования угля в электроэнергетике вносят США и Канада (8% в РТВ и 10% в ЧН). В сценарии ЧН к концу прогнозного периода уголь используется в электроэнергетике в сколько-нибудь заметных объёмах только в Индии, России и Субсахарской Африке. Однако и в этих макрорегионах сокращение использования угля в электроэнергетике с 2022 г. по 2050 г. в сценарии ЧН составляет 84%, 49% и 13% соответственно (Рис. 19).

Рис. 16. Выработка электроэнергии на объектах ВИЭ (СЭС, ВЭС, Геотерм, Биотопливо)

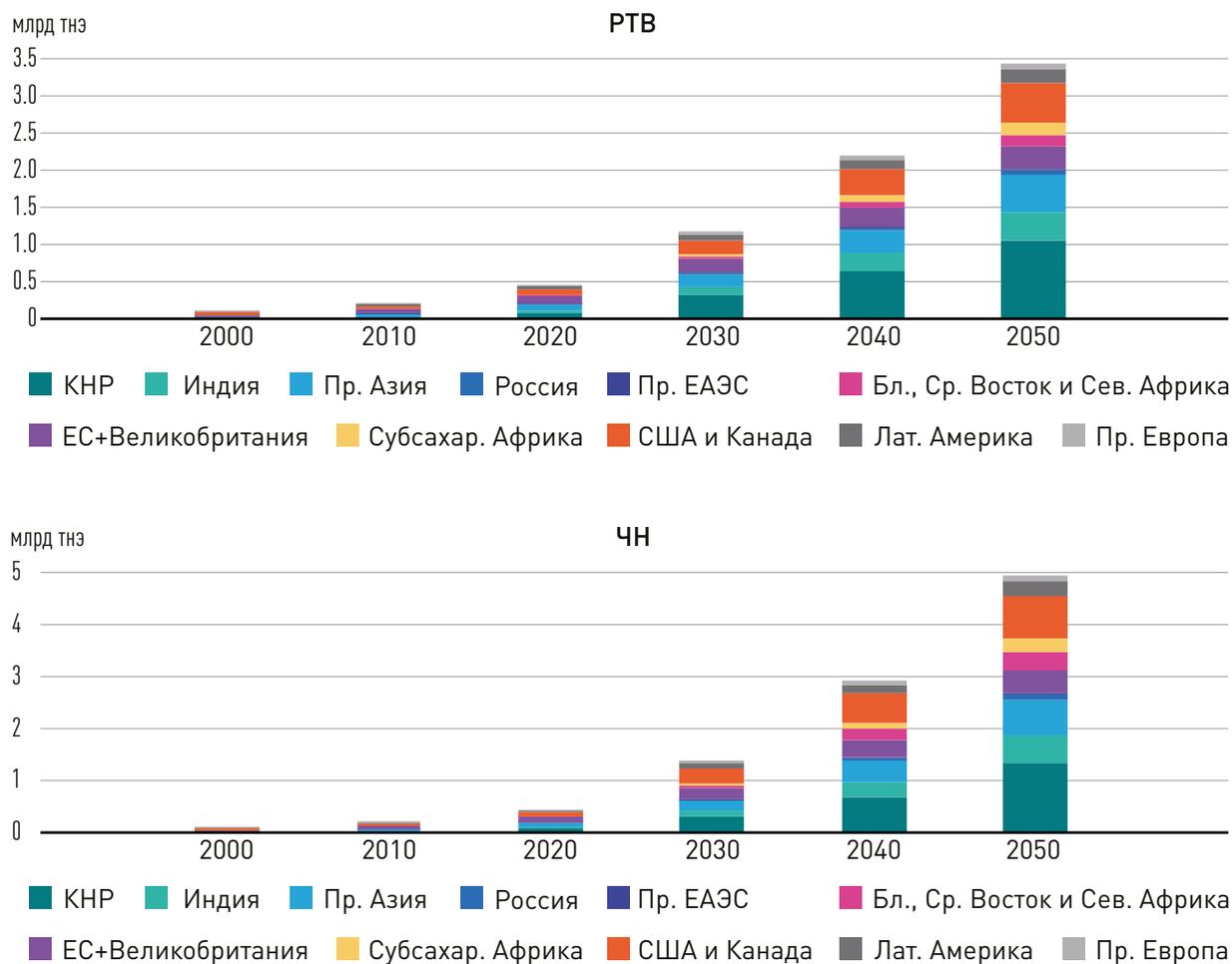
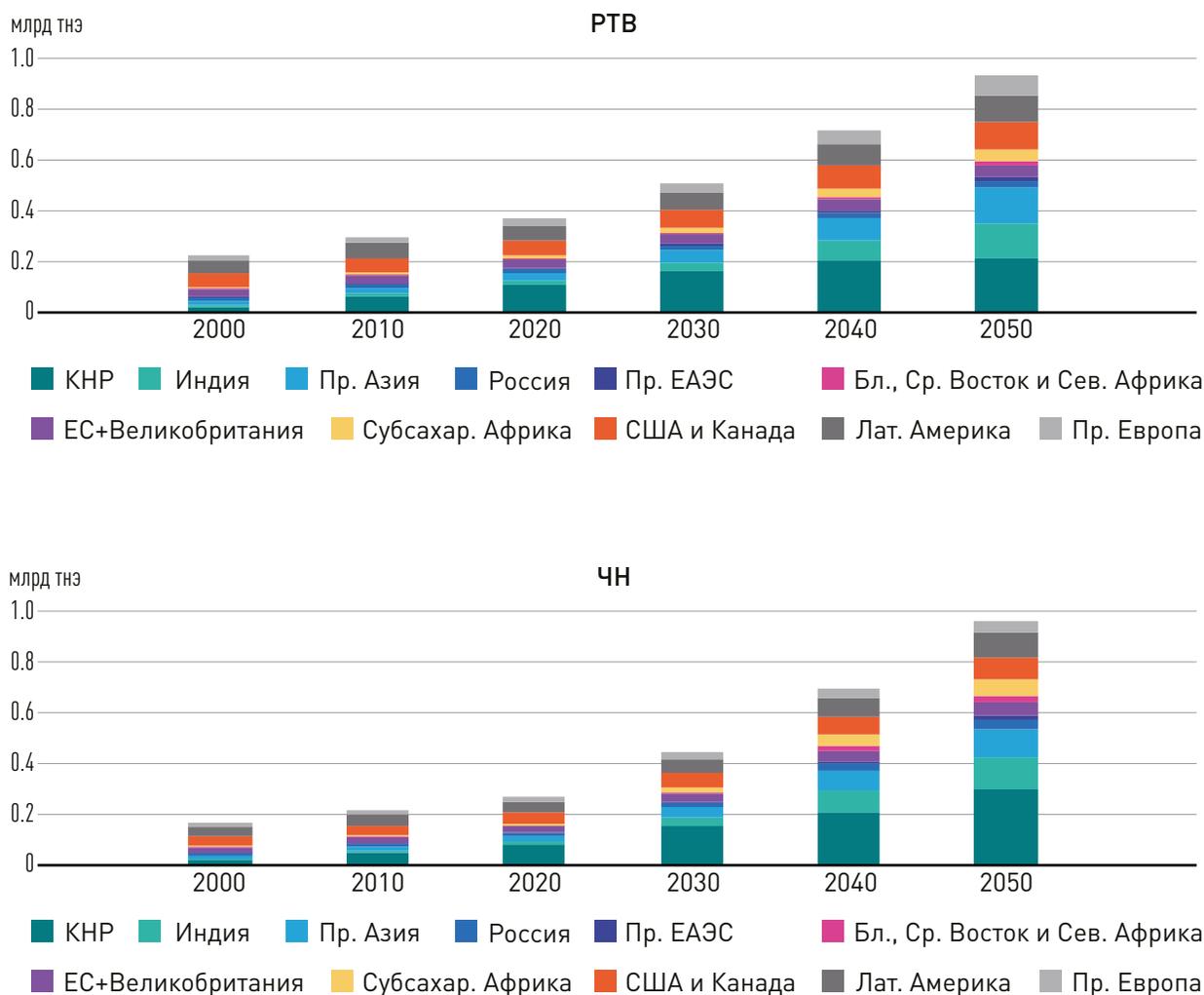


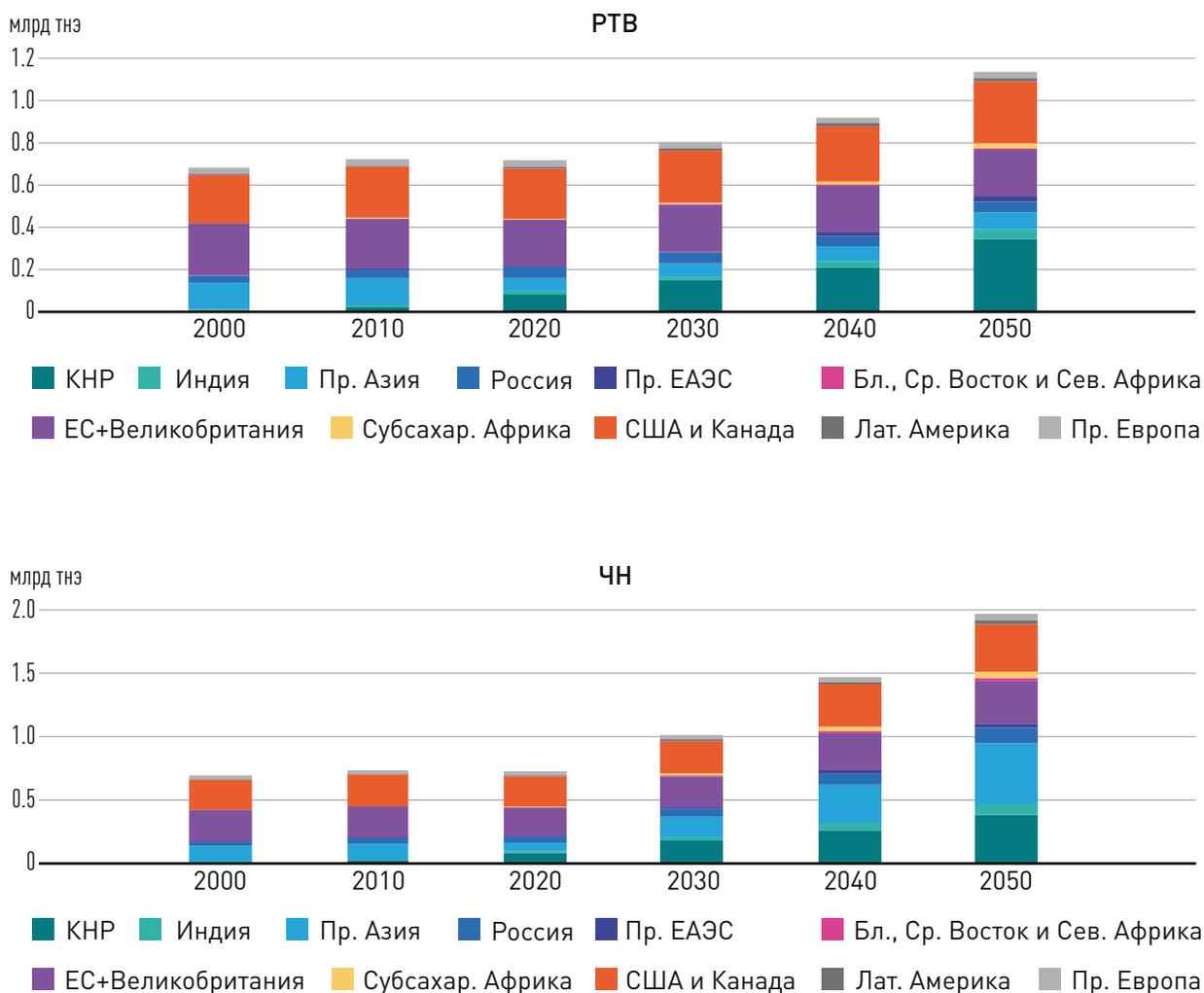
Рис. 17. Выработка электроэнергии на ГЭС



Из ископаемых ТЭР только природный газ ожидает несколько менее печальная судьба в наших сценариях трансформации электроэнергетики. Использование природного газа в электроэнергетике с 2022 г. по 2050 г. падает в сценарии РТВ всего на 4%. И только в сценарии ЧН его ожидает сокращение на 67% за этот период. В сценарии ЧН к 2050 г. только три макрорегиона используют природный газ в электроэнергетике в сколько-нибудь заметных объемах: КНР (58% мирового потребления газа в электроэнергетике), Российская Федерация (18%), Ближний и Средний Восток и Северная Африка (14%) (Рис. 20).

В основе продолжающегося использования значительных объемов природного газа в электроэнергетике в сценарии РТВ лежит конкурентоспособность данного энергоресурса с продолжающимися дешеветь возобновляемыми источниками выработки электроэнергии. По расчетам банка Лазард, удельная стоимость выработки электроэнергии на полном жизненном цикле ниже для парогазовых установок (ПГУ), чем для ВЭС и СЭС с учетом расходов на накопители, требующиеся для двух последних прерывистых источников выработки электроэнергии. При этом расчеты были проведены весной 2023 г. при ценах на природный газ, заметно превышавших их долгосрочный средний уровень, в результате чего более половины стоимости выработки электроэнергии на ПГУ приходилось на текущие расходы на топливо (Рис. 21). В прогнозном периоде мы ожидаем более низких цен на природный газ.

Рис. 18. Выработка электроэнергии на АЭС



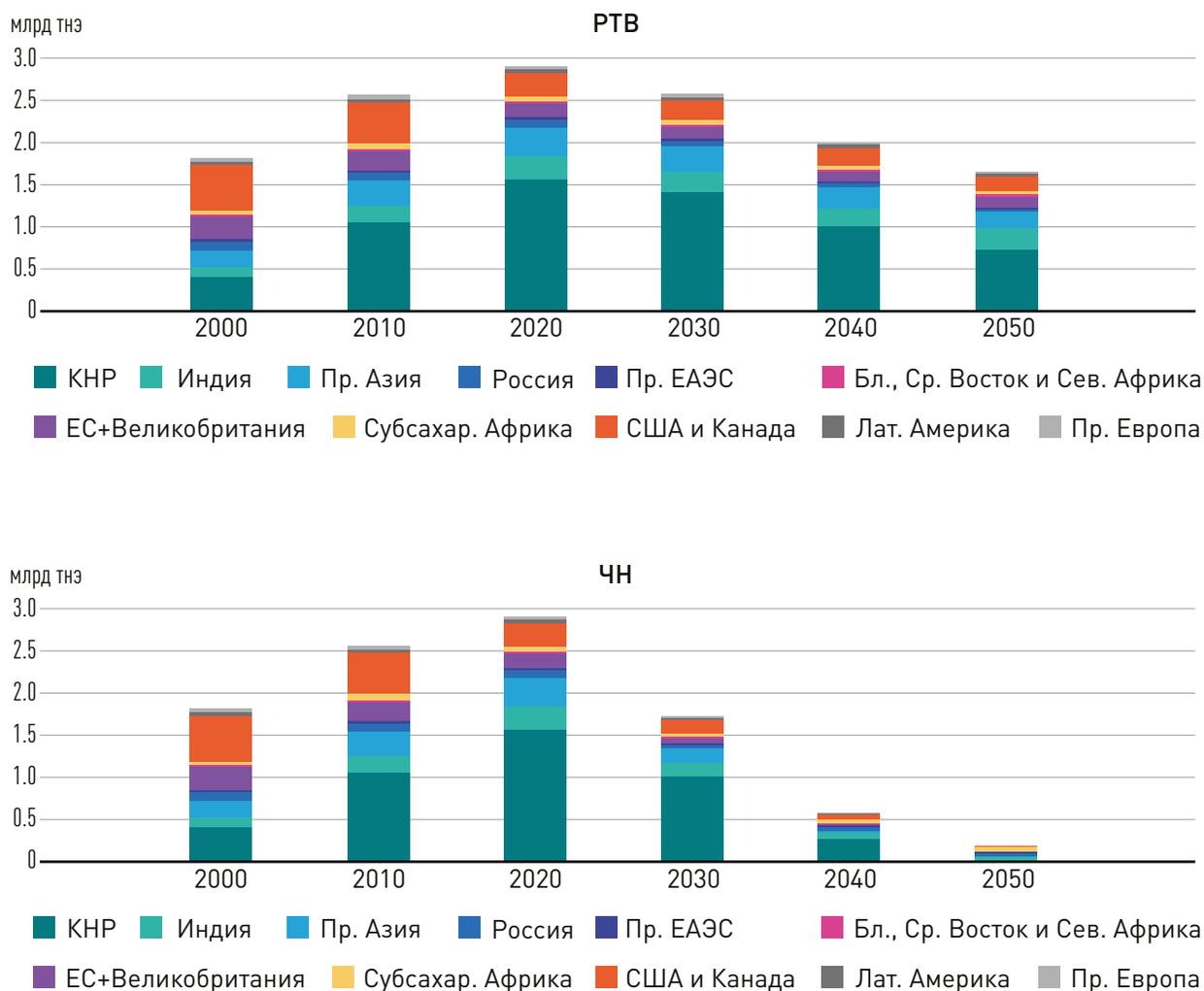
Ещё одним фактором, поддерживающим использование природного газа в электроэнергетике в сценарии РТВ, является относительно более низкая капиталоемкость газовых электростанций. Наиболее дешёвые ПГУ требуют вдвое более низких удельных инвестиций, чем строительство с учётом накопителей ВЭС (даже на суше, не говоря уже о морских) и СЭС (Рис. 22). Таким образом, без предъявления таких жёстких ограничений к темпам снижения выбросов в электроэнергетике, как в сценарии ЧН, природный газ остаётся достаточно конкурентоспособным в электроэнергетике.

При этом более низкая капиталоемкость газовой электроэнергетики оказывается значимым фактором её развития в странах (прежде всего, развивающихся),

в которых правительства и компании энергетического сектора и так стеснены финансовыми проблемами. Кроме того, срок службы газовых электростанций заметно дольше (практически в два раза), чем у ВЭС и СЭС, и, следовательно, пока строительство ВЭС и СЭС продолжает требовать мер государственной поддержки в том или ином виде, проблемы финансирования наращивания мощностей электроэнергетики возникают в два раза чаще.

При этом, как уже упоминалось, в странах с серьёзными бюджетными ограничениями это каждый раз может создавать препятствия для решения других не менее важных социально-экономических задач (и прежде всего, развития здравоохранения и образования).

Рис. 19. Уголь в электроэнергетике

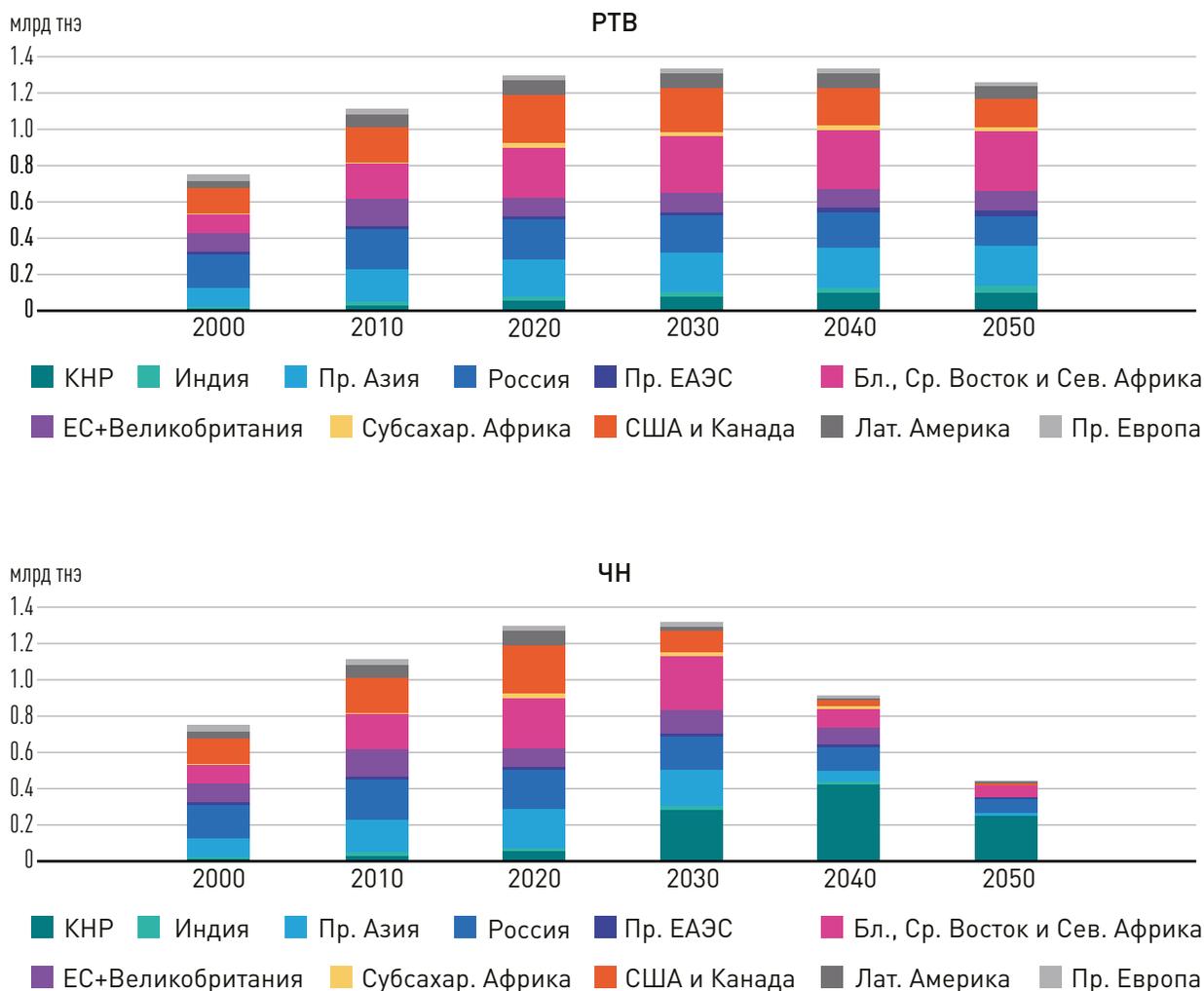


Казалось бы, данная проблема не должна являться ограничением для энергоперехода, так как развитые страны согласились в рамках Парижского соглашения выделить развивающимся странам, испытывающим финансовые проблемы (в настоящее время 52 развивающихся страны находятся практически в состоянии кризиса государственных заимствований) 100 млрд долл. для финансирования действий, направленных на предотвращение изменения климата, и в частности, перехода к низкоуглеродной экономике. Однако такая

сумма так пока ни разу и не была собрана, несмотря на определённый прогресс в данном направлении, достигнутый в 2023 г. Более того, как отмечают обозреватели, «Обещанные 100 миллиардов долларов далеко не соответствуют реальным потребностям бедных стран, но стали символом неспособности богатых стран предоставить обещанные средства на борьбу с изменением климата. Это усилило недоверие к более широким переговорам по климату между странами, пытающимися усилить меры по сокращению выбросов CO₂»²⁴.

²⁴ <https://www.reuters.com/sustainability/sustainable-finance-reporting/frances-macron-says-leaders-finalised-accord-100-blnc-climate-finance-2023-06-23/>

Рис. 20. Природный газ в электроэнергетике



В сценарии ЧН ситуация меняется: использование природного газа в электроэнергетике сокращается с 2022 г. по 2050 г. на 68%. В таких регионах, как США и Канада, ЕС и Великобритания оно сходит практически на нет (-98% и -100% соответственно), и даже в Российской Федерации сокращается на 64%. Значительный рост в данном сценарии сохраняется только в КНР (+267%). Однако, по нашим оценкам, данный сценарий с высокой

степенью вероятности окажется слишком дорогостоящим вариантом трансформации мировой электроэнергетики (и мирового ТЭК в целом). Требуемые для его реализации инвестиции в электроэнергетику приближаются к 2 триллионам долл. в год, а получающаяся стоимость электроэнергии оказывается более чем в полтора раза выше, чем в сценарии РТВ.

Рис. 21. Удельная стоимость выработки электроэнергии на полном жизненном цикле, долл./МВт*ч²⁵



Рис. 22. Удельная капиталоемкость различных электростанций, долл./КВт²⁶



²⁵ 2023 Levelized Cost Of Energy+ | Lazard April 2023

²⁶ Там же

ЖИДКИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ТОПЛИВА

При сохранении нынешних тенденций в сценарии ВКВ, в двух других сценариях мировое потребление ЖУВ резко сокращается. Падение с 2022 г. по 2050 г. в сценарии РТВ составляет 40%, а в сценарии ЧН — 71% (!). Основные различия в динамике потребления ЖУВ в разных сценариях прежде всего определяются различным масштабом и содержанием трансформации в секторе Транспорт, в результате чего потребление нефтепродуктов данным сектором с 2022 г. по 2050 г. растёт на 24% в сценарии ВКВ, сокращается на 57% в сценарии РТВ и на 86% в сценарии ЧН (Рис. 23). В двух последних сценариях на смену традиционным транспортным средствам с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), использующим бензин, керосин, дизельное или бункерное топливо, приходит транспорт на электричестве и водородных топливных элементах, а также с ДВС, использующими био- и газомоторное топливо (ГМТ).

В сценарии РТВ доля нефтепродуктов в структуре использования топлива сектором Транспорт сокращается с 2022 г. по 2050 г. с 91% до 32%. При этом доля биотоплива растёт с 3% до 11%, ГМТ — с 4% до 5%, электричества — с 2% до 49%, а водорода — практически с нуля до 3%. В сценарии ЧН данные сдвиги выражены ещё более ярко: доля нефтепродуктов сокращается к 2050 г. до 10%, биотоплива — увеличивается до 13%, электричества — до 59%, а водорода — до 14%. Только ГМТ в сценарии ЧН занимает меньшую долю, чем в РТВ — 4%.

Более высокая скорость перехода на новые виды тяги в подсекторе автомобильного транспорта приводит к тому, что доля данного подсектора в структуре потребления нефтепродуктов на транспорте снижается с 76% в 2022 г. до 55% в 2050 г. в сценариях РТВ и ЧН, при том что доля других подсекторов (судоходного, авиационного и железнодорожного) в потреблении нефтепродуктов растёт в этих сценариях.

В результате энергоперехода доля сектора Транспорт в целом снижается в мировом потреблении ЖУВ с 62% в 2022 г. до 43% к 2050 г. в сценарии РТВ до 30% в сценарии ЧН. Совокупная доля секторов ЖКХ, Сельское хозяйство и Прочие остаётся стабильной в сценариях РТВ и ЧН (около 10-11%). И так невысокая доля электроэнергетики (5% в 2022 г.) снижается к 2050 г. до 3% в РТВ и ноля в ЧН. В то время, как более

медленное замещение ЖУВ в промышленности ведёт к росту доли данного сектора в мировом потреблении жидких углеводородов: с 24% в 2022 г. до 43% в РТВ и 60% в ЧН к 2050 г. Такая смена доминирующих секторов в потреблении ЖУВ приведёт к заметному сдвигу в структуре потребности в том или ином виде ЖУВ (с преобладающим ростом спроса на этан, прямогонный бензин, пропан, бутан, пентан и т.п.).

Важные изменения в результате энергоперехода ожидаются и в региональной структуре потребления ЖУВ. Разная скорость замещения ЖУВ в отдельных регионах (странах), как мы ожидаем, приведёт к следующим наиболее заметным сдвигам: в сценарии РТВ доля Индии повысится с 6% в 2022 г. до 13% в 2050 г., доля Прочей Азии вырастет за этот период с 18% до 22%, а Китая — с 14% до 16%. В сценарии ЧН доля Китая растёт до 19%, Индии до 9%, Прочей Азии — до 24%. Таким образом, совокупная доля азиатских потребителей растёт с 38% в 2022 г. до 50-52% в сценариях РТВ и ЧН. При этом доля ЕС и Великобритании снизится в сценариях РТВ и ЧН с 13% до 6%, а США и Канады с 21% до 12%-15%. (Рис. 24).

В обоих сценариях энергоперехода ЖУВ утрачивают лидерство в структуре мирового потребления первичных ТЭР. В сценарии РТВ их доля снижается с 30% в 2022 г. до 16% в 2050 г., в сценарии ЧН — до 10%

Сокращение потребления ЖУВ в сценариях РТВ и ЧН ведёт к необходимости снижать добычу нефти и конденсата. И хотя основные центры добычи и экспорта в обоих сценариях остаются к 2050 г. теми же самыми, что и сейчас (в 2050 г. на Российскую Федерацию приходится 12-13%, Ближний, Средний Восток и Северную Африку — 42-43%, США и Канаду — 20-21%), объёмы межрегиональной торговли ЖУВ заметно сокращаются: в сценарии РТВ с примерно 1.8 млрд тонн в 2020 г. до 1.4 млрд т в 2050 г., а в сценарии ЧН до примерно 600 млн т. (Рис. 25). И хотя обратная связь энергетики с развитием экономики не рассматривается, нельзя не отметить, что такое сокращение международной торговли (а объём торговли нефтью во много раз превосходит торговлю любым другим сырьевым товаром) серьёзно скажется на целом ряде аспектов экономического развития (от инфраструктуры до финансов).

Рис. 23. Потребление ЖУВ

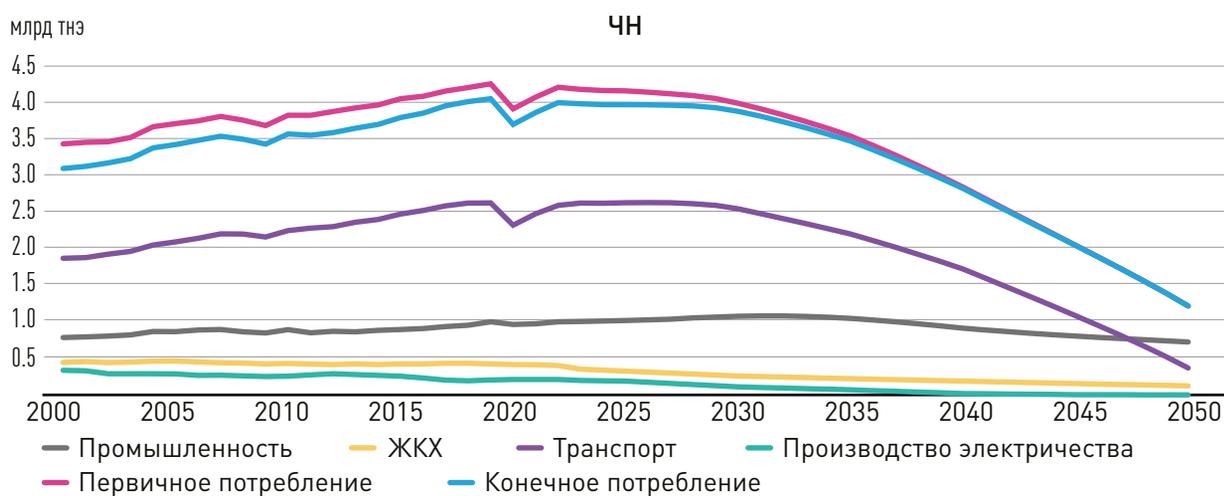
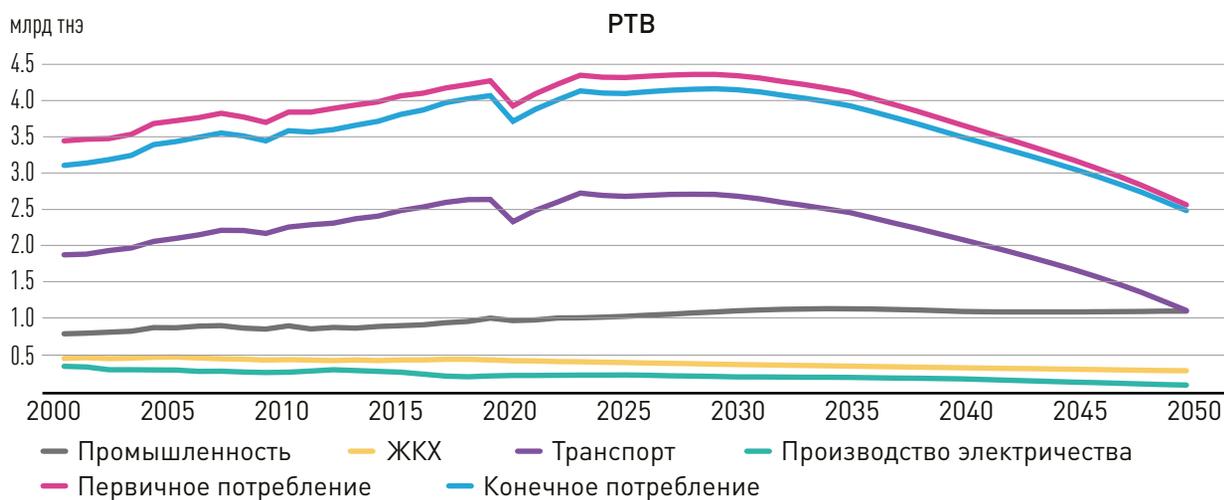
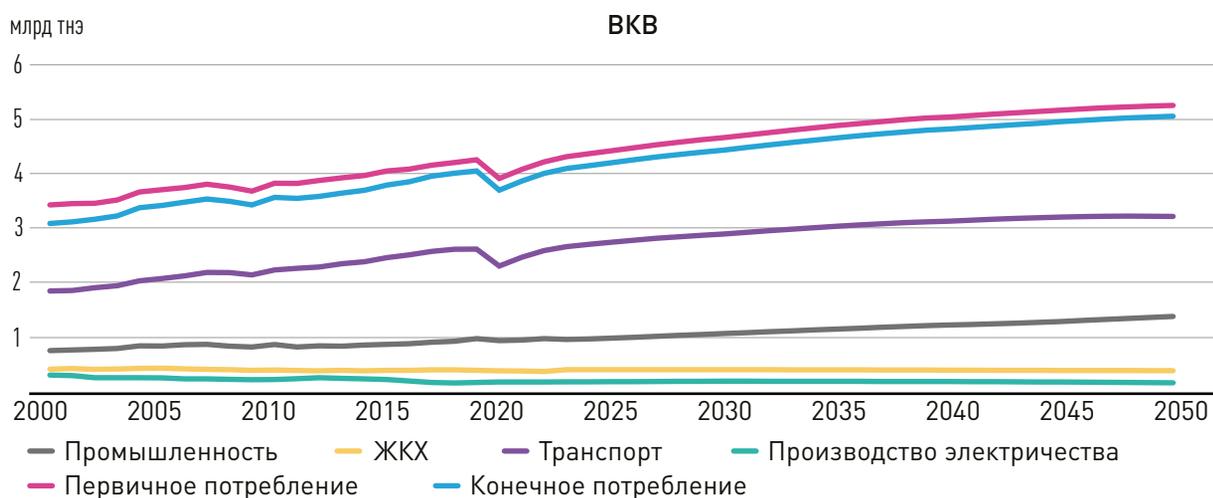


Рис. 24. Региональная структура потребления ЖУВ

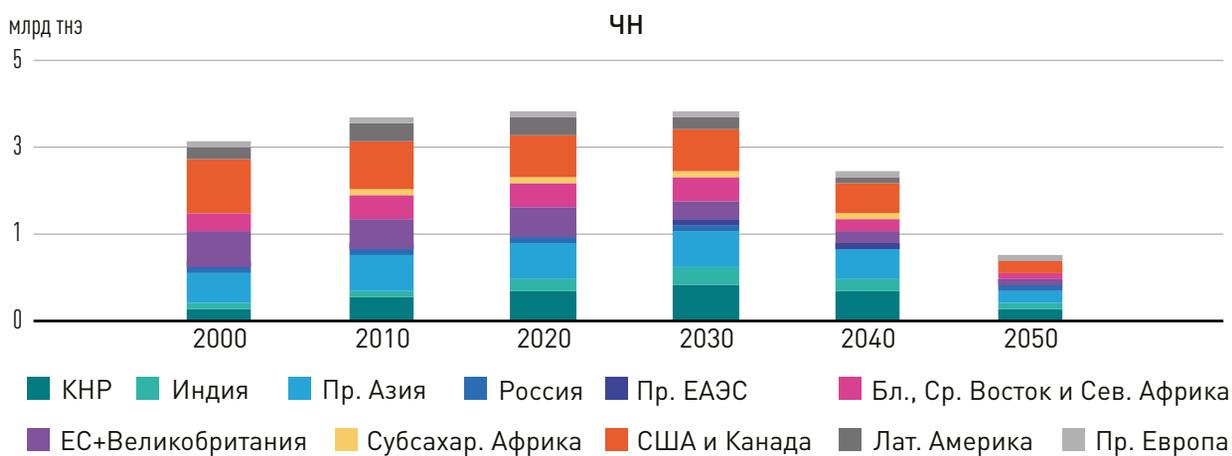
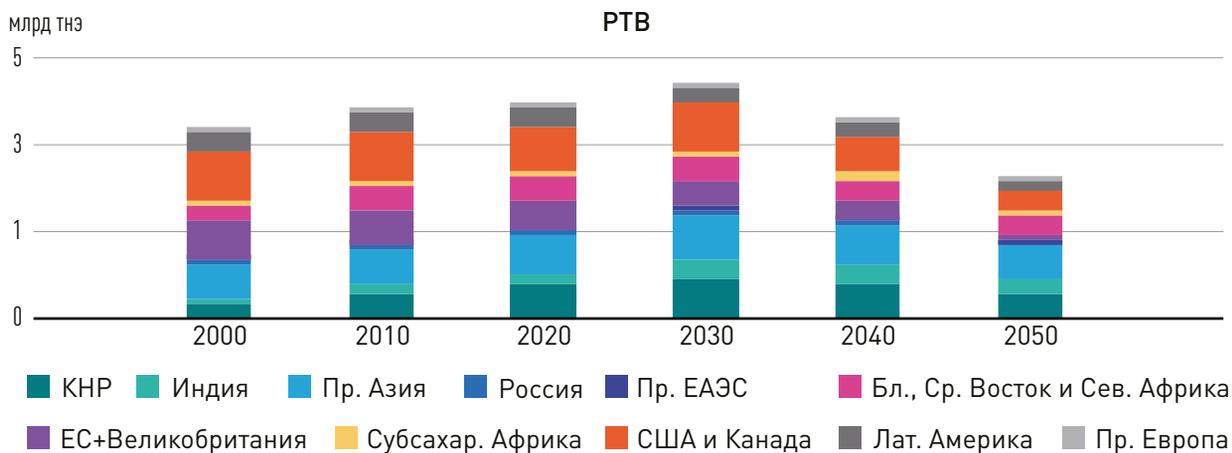
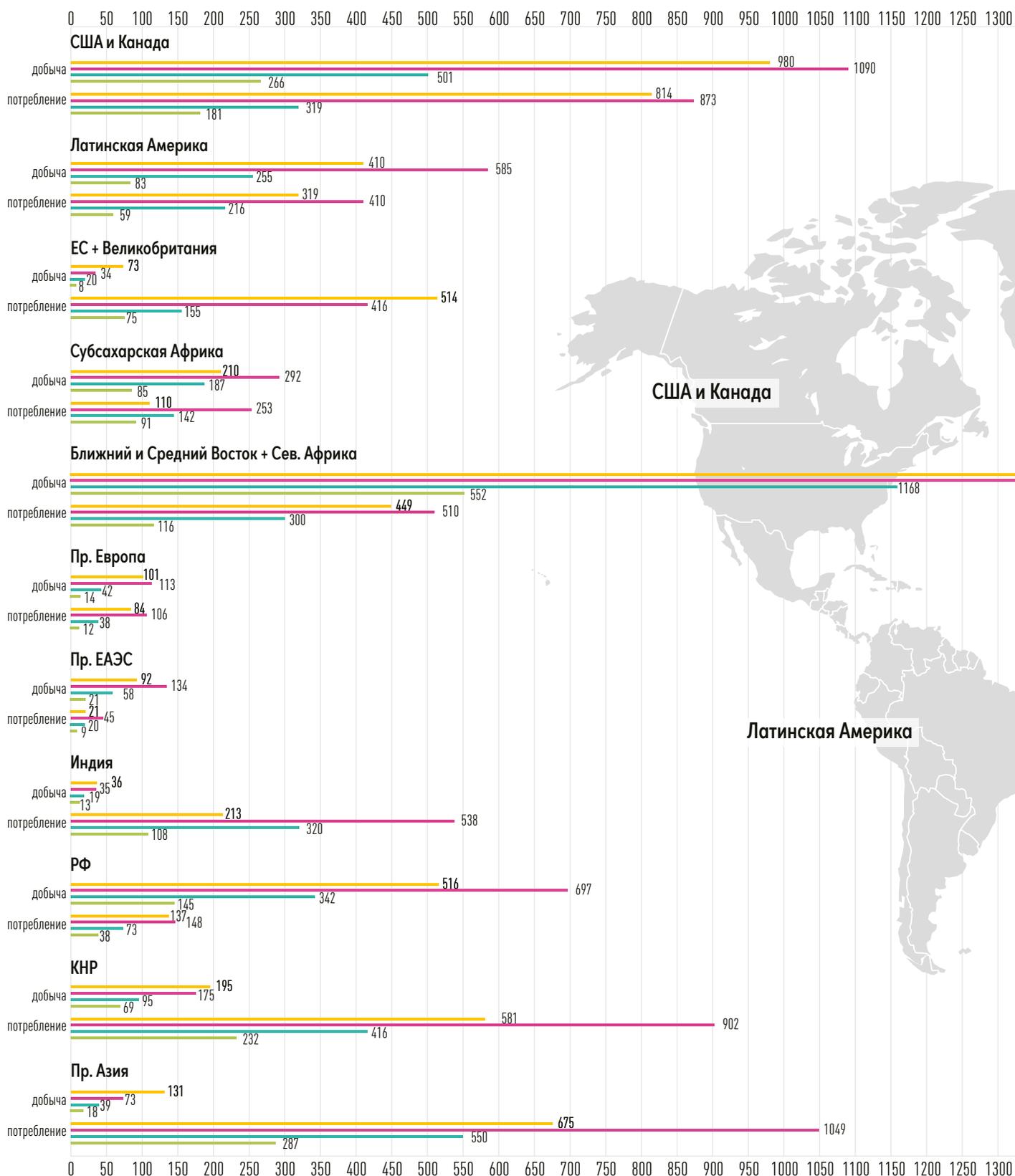
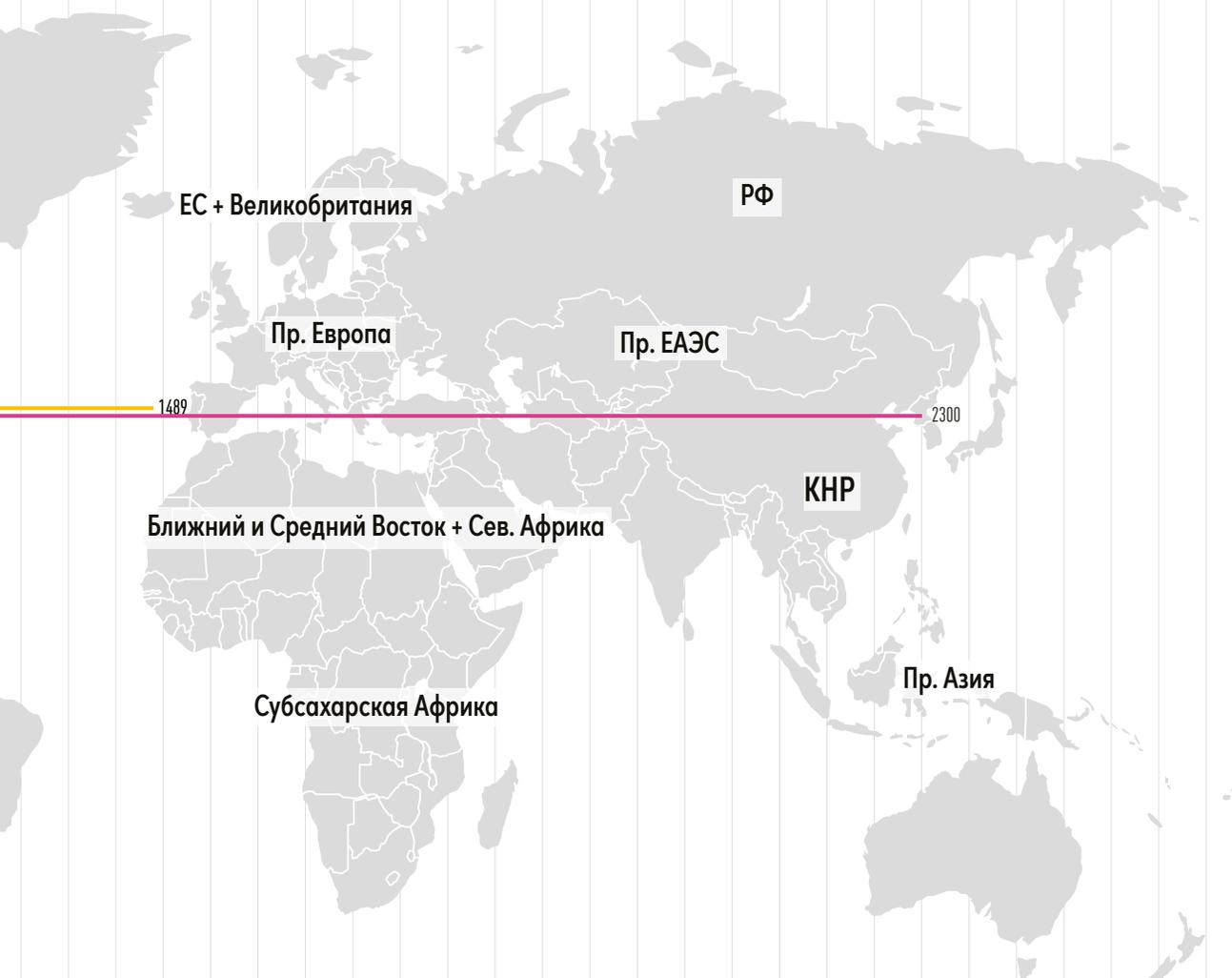


Рис. 25. Региональные балансы добычи и потребления ЖУВ, млн тнэ



1350 1400 1450 1500 1550 1600 1650 1700 1750 1800 1850 1900 1950 2000 2050 2100 2150 2200 2250 2300 2350 2400 2450 2500 2550 2600 2650 2700



- добыча и потребление нефти в 2020 г.
- добыча и потребление нефти в 2050 г., сценарий «Все как встарь»
- добыча и потребление нефти в 2050 г., сценарий «Рациональный технологический выбор»
- добыча и потребление нефти в 2050 г., сценарий «Чистый ноль»

1350 1400 1450 1500 1550 1600 1650 1700 1750 1800 1850 1900 1950 2000 2050 2100 2150 2200 2250 2300 2350 2400 2450 2500 2550 2600 2650 2700

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Динамика первичного потребления природного газа принципиально отличается в двух наших сценариях энергоперехода (как уже было отмечено в разделе Электроэнергетика). В сценарии РТВ мировое потребление газа растёт с 2022 г. по 2050 г. на 26%, в результате чего к 2050 г. природный газ становится лидером потребления первичных ТЭР (24% совокупного потребления первичных ТЭР). В сценарии ЧН более жёсткие требования к снижению углеродного следа энергетики ведут к тому, что потребление газа разделяет судьбу остальных ископаемых углеводородных ТЭР и снижается на 53% (!). Из этого следует, что на газ в 2050 г. приходится только 11% совокупного потребления первичных ТЭР (Рис. 26, 27).

В сценарии РТВ свой вклад в продолжающееся применение природного газа вносит его использование для производства водорода (в том числе «голубого» — производимого с улавливанием и захоронением выделяемого CO₂). В данном сценарии мировая потребность в водороде повышается к 2050 г. до более чем 200 млн т, а использование природного газа для его производства многократно растёт, превышая к концу прогнозного периода 300 млн т н.э. — почти 370 млрд м³ (Рис. 28), хотя доля природного газа в выработке водорода и снижается в этом сценарии с более чем 90% в настоящее время до 48% в 2050-м.

Рис. 26. Структура потребления первичных ТЭР

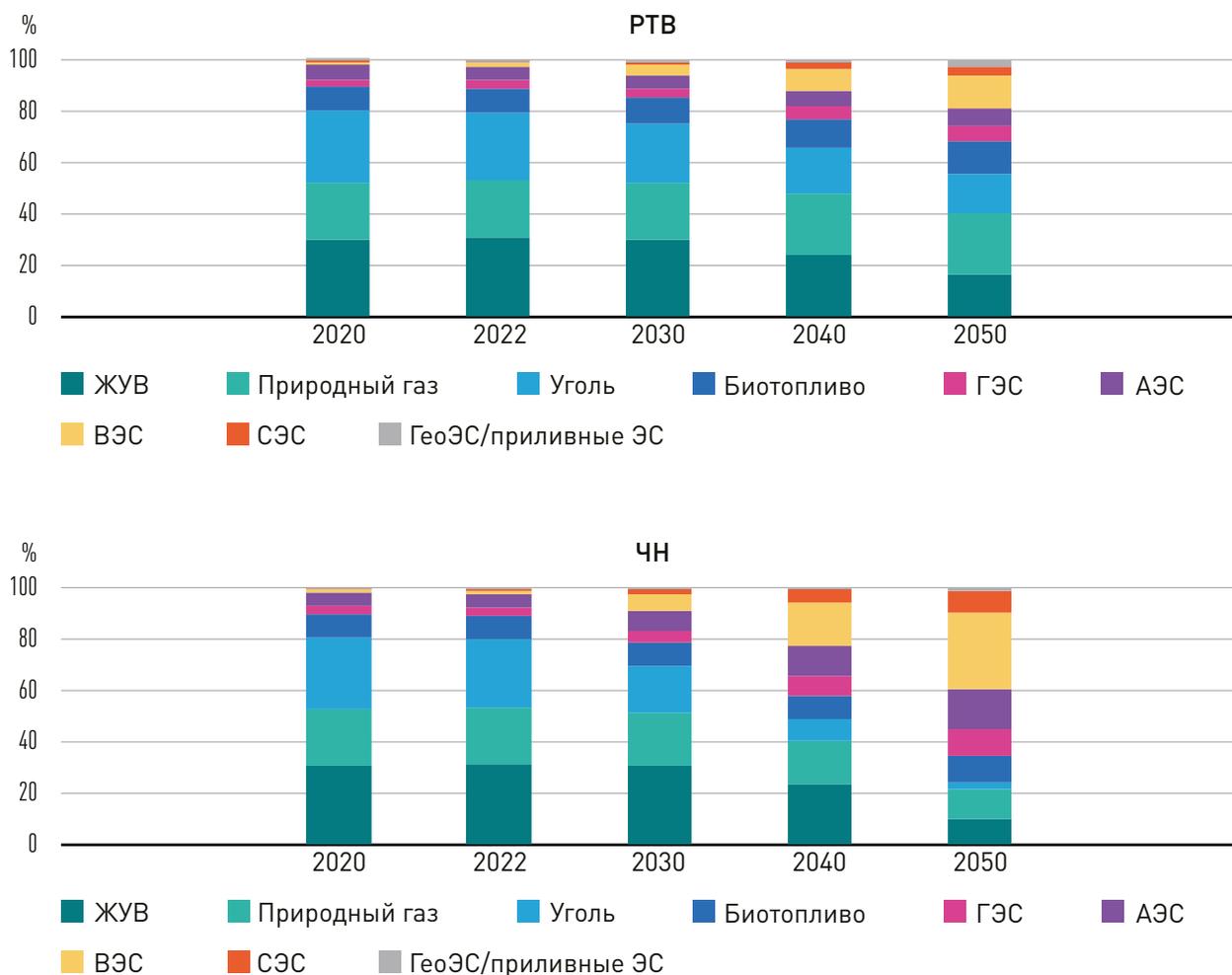


Рис. 27. Потребление природного газа в мире

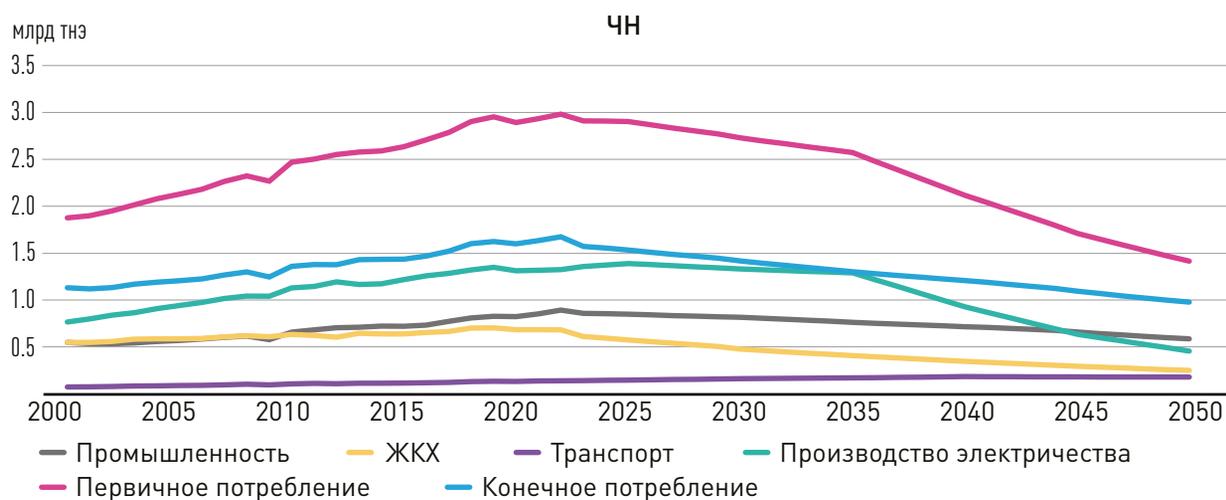
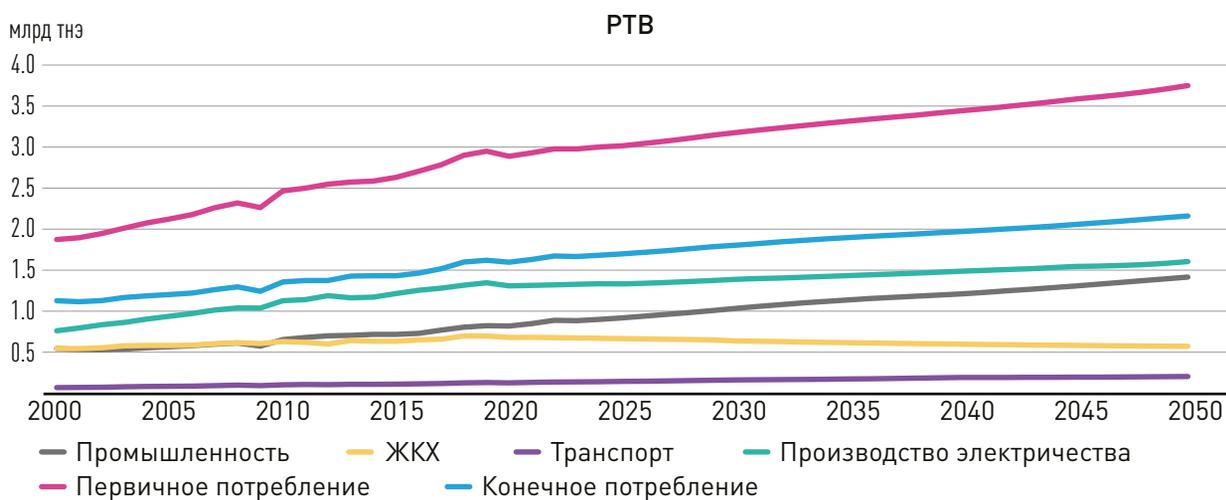
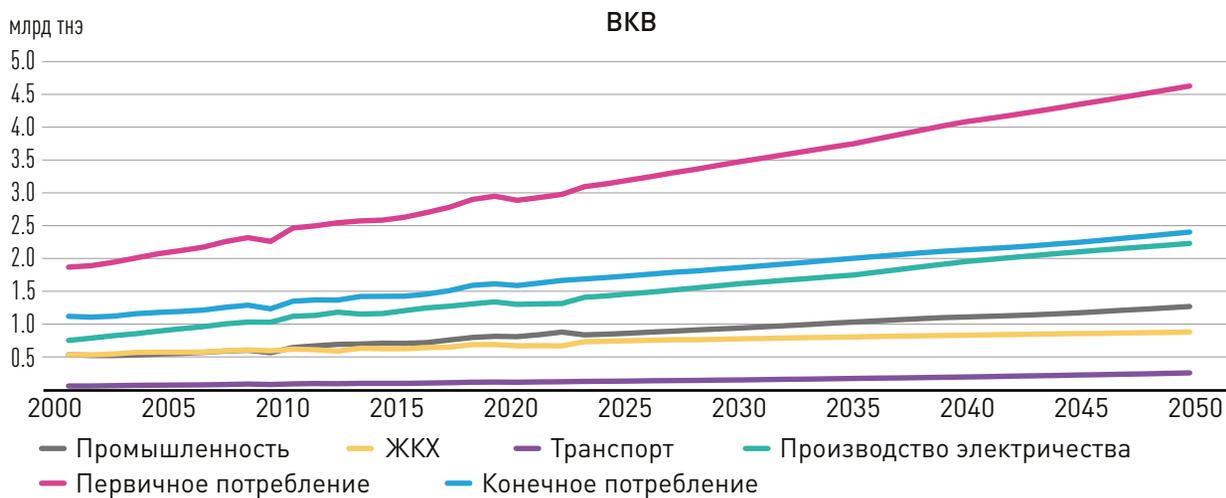
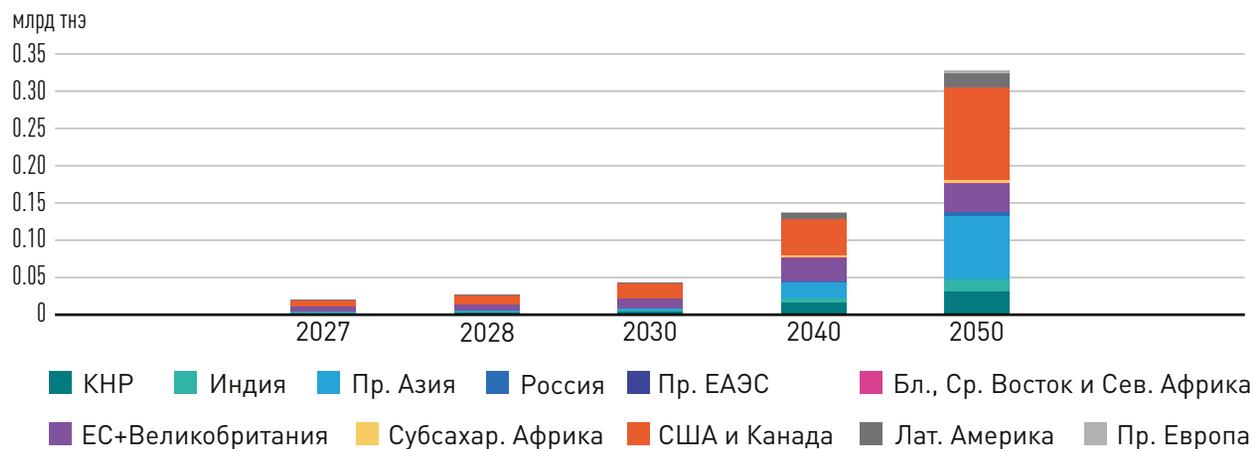


Рис. 28. Природный газ для производства водорода, РТВ



Региональная динамика потребления природного газа также заметно различается в наших сценариях энергоперехода. В сценарии РТВ потребление природного газа наиболее быстро растёт в Китае (+122% с 2022 г. по 2050 г.), Индии (+347%), Субсахарской Африке (+116%) и Прочей Азии (+59%). Совокупная доля Азии в потреблении газа растёт с 25% в 2022 г. до 37% в 2050 г. На Ближнем, Среднем Востоке и в Северной Африке потребление газа растёт немного быстрее, чем в мире в целом (+38%), и доля этого региона немного повышается (с 19 до 20%). В ЕС и Великобритании потребление газа в данном сценарии растёт всего на 9%, и доля данного региона снижается с 12% до 10%. При снижении потребления газа на 15%, США и Канада остаются важным центром потребления газа (хотя доля данного региона и снижается с 22% до 14%).

В сценарии ЧН снижение потребления газа наблюдается в большем числе регионов: в Прочей Азии на 67%, ЕС и Великобритании — на 90%, США и Канаде, а также Мексике и Латинской Америке — на 83-84%, на Ближнем, Среднем Востоке и в Северной Африке — на 62%. Рост потребления газа сохраняется только в трёх макрорегионах: КНР (+62%), Индии (+70%) и Субсахарской Африке (+14%). К 2050 г. крупнейшими потребителями газа остаются Китай (33% мирового потребления), Российская Федерация (18%), Ближний, Средний Восток и Северная Африка (15%) (Рис. 29).

Судьба природного газа оказывается очень чувствительна к выбору варианта энергоперехода. По нашему мнению, учитывая заметно более низкую капиталоемкость газовых проектов, по сравнению с ВИЭ (см. раздел Электроэнергетика), использование природного газа представляет рациональный вариант быстрого снижения углеродного следа мировой энергетики за счёт замещения более углеродоёмких (и заметно менее экологических) ТЭР в электроэнергетике, промышленности и ЖКХ.

При сокращении потребления, а соответственно и добычи газа в сценарии ЧН происходит сокращение межрегиональной торговли газом, аналогичное тому, которое ранее было описано для нефти. С 2020 г. по 2050 г. она сокращается почти в два раза. При этом происходит некоторое перераспределение долей мировой добычи газа: доля России растёт с 18% до 22%, а доля США и Канады сокращается с 26% до 17%. Доля Ближнего и Среднего Востока и Северной Африки остаётся стабильной — 25% (Рис. 30).

Рис. 29. Региональная структура потребления газа

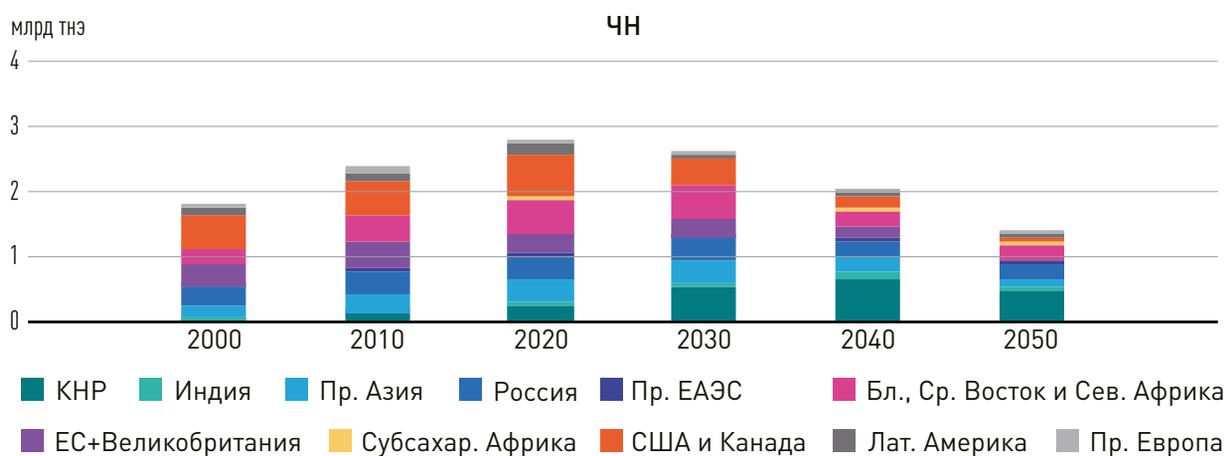
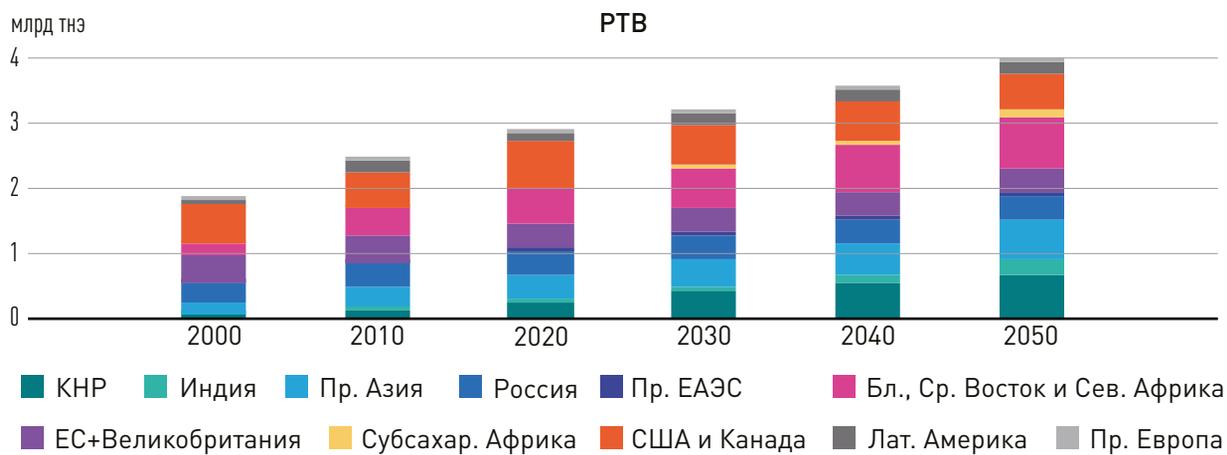
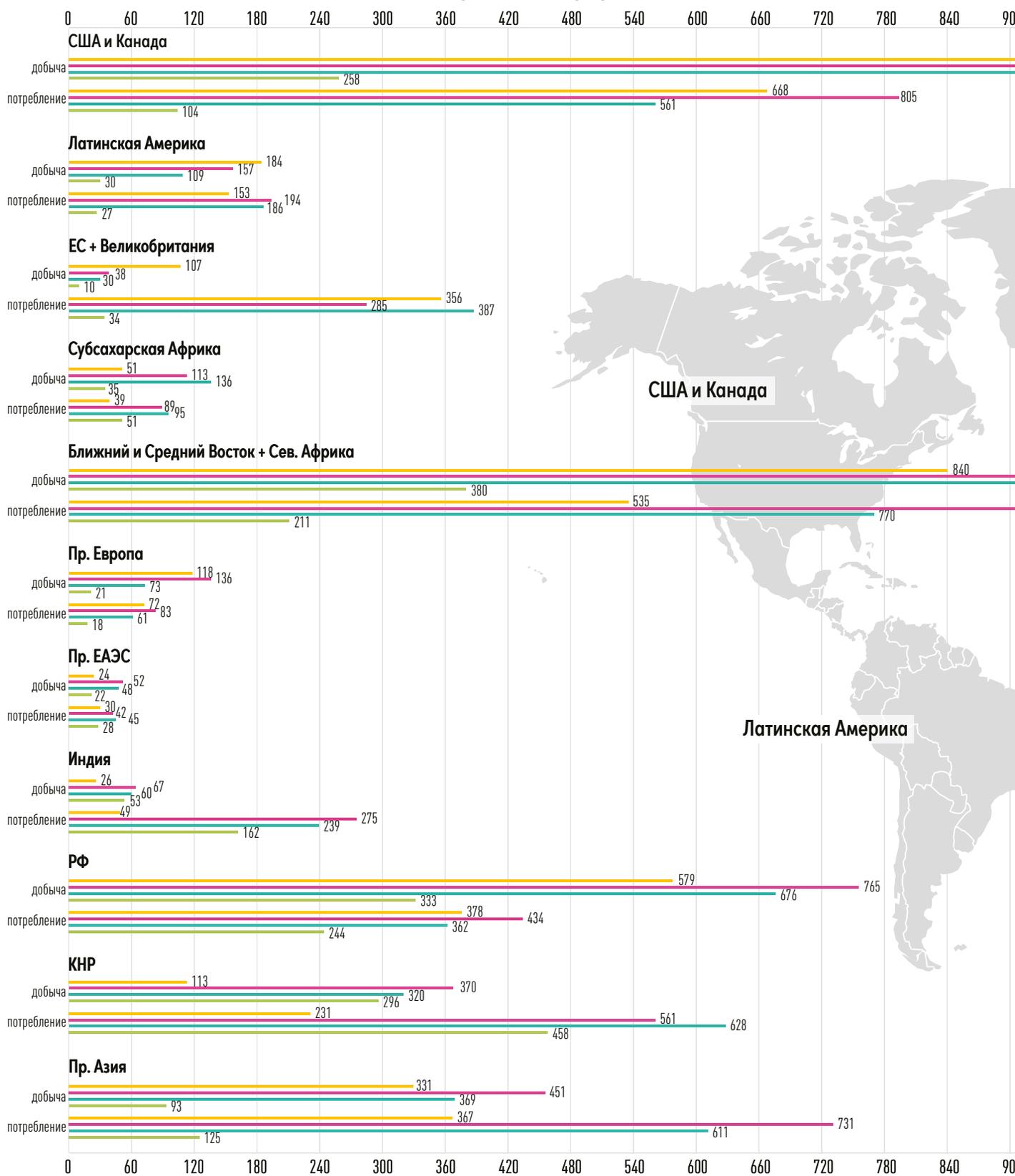
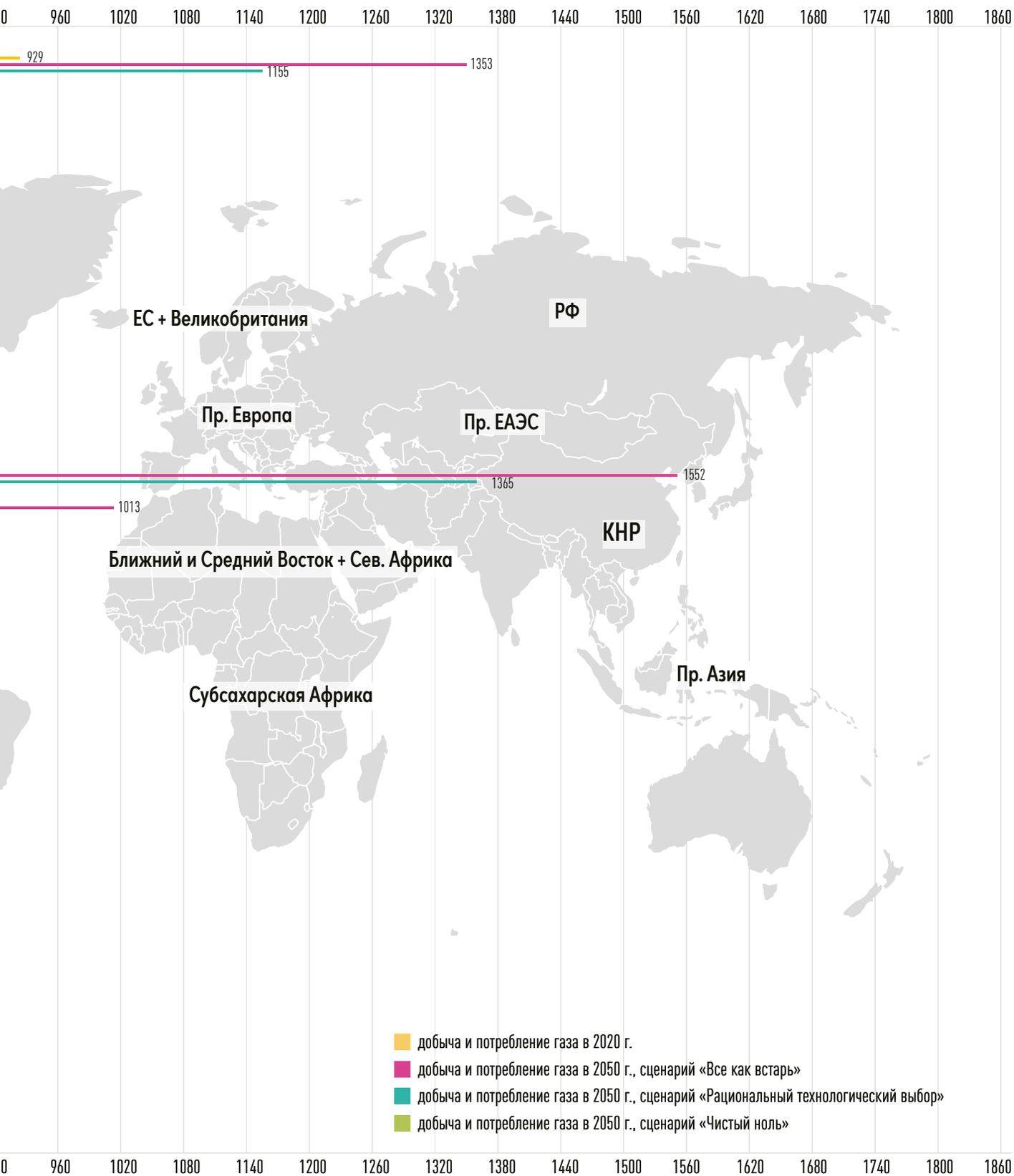


Рис. 30. Региональные балансы добычи и потребления природного газа, млн тнэ





УГОЛЬ

Оба наших сценария энергоперехода предрекают заметное сокращения потребления угля. В сценарии РТВ первичное потребление угля снижается с 2022 г. по 2050 г. на 32%, а в сценарии ЧН — на 90% (!). Наибольшее влияние на масштабы сокращения оказывает динамика замещения угля в электроэнергетике, в которой потребление угля сокращается на 41% и 94% соответственно (Рис. 31).

При всей схожести сценариев энергоперехода наблюдается региональная специфика в скорости замещения угля и соответственно сокращения его потребления (достаточно отметить, что в сценарии РТВ потребление угля в Индии даже растёт на 56%). В результате доля регионов в мировом потреблении угля к 2050 г. заметно различается между сценариями энергоперехода. В сценарии РТВ на долю Китая приходится 38% (54% в 2022 г.), Индии — 24% (11% в 2022 г.), Прочей Азии — 15% (12% в 2022 г.).

В сценарии ЧН лидерство переходит к Индии (27% мирового потребления в 2050 г.), на второе место выдвигается Субсахарская Африка (18%), а Китай смещается на третье место (16%) (Рис. 32).

Доля угля в мировом потреблении ТЭР снижается с 28% в 2022 г. до 15% в сценарии РТВ и до 3% в сценарии ЧН.

Добыча угля в сценарии РТВ сокращается быстрее всего в ЕС и Великобритании (на 74% с 2022 г. по 2050 г.) и Российской Федерации (–59%). Однако в абсолютном выражении КНР с 48%-ным падением добычи вносит львиную долю в сокращение добычи угля в мире в целом.

В Индии и Субсахарской Африке добыча угля в этом сценарии достаточно заметно растёт: +96% и +46% соответственно. В результате в данном сценарии доля КНР в мировой добыче снижается с 48% в 2022 г. до 39% в 2050 г., ЕС и Великобритании — с 4% до 1%, а Российской Федерации — с 5% до 2%. Доля Индии при этом растёт с 11% до 23%, а Субсахарской Африки — с 3% до 5%. Крупнейшими экспортёрами угля в сценарии РТВ выступают Прочая Азия (440 млн т), США и Канада (152 млн т), Российская Федерация (107 млн т) и Субсахарская Африка (95 млн т). Крупнейшими импортёрами угля в данном сценарии выступают Индия (388 млн т), ЕС и Великобритания (278 млн т) и КНР (117 млн т).

В сценарии ЧН наибольший темп падения добычи наблюдается в ЕС и Великобритании (–92% с 2022 по 2050 г.), КНР (–89%), США и Канаде (–57%) и Прочей Азии (–94%). В Индии добыча тоже падает (–70%), а в Российской Федерации добыча растёт на 11%. В данном сценарии лидерами мировой добычи оказываются Индия (24% общего объёма в 2050 г.), Субсахарская Африка (15%) и КНР (12%). Российская Федерация занимает четвёртое место с 15% мировой добычи.

В сценарии ЧН вслед за потреблением и добычей также резко (–72%) сокращается межрегиональная торговля углём (в сценарии РТВ она растёт на 39%).

Рис. 31. Потребление угля в мире

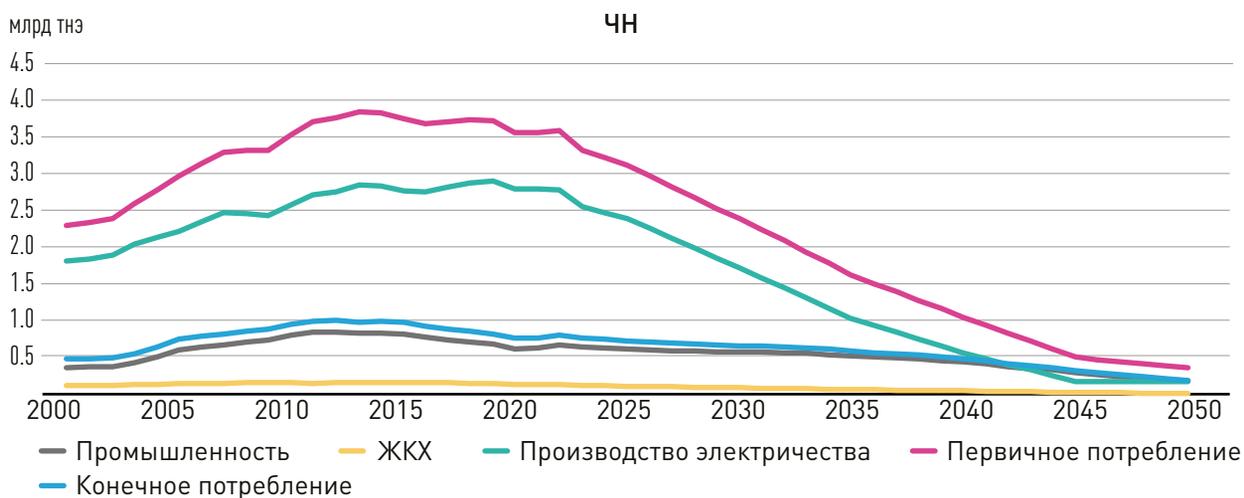
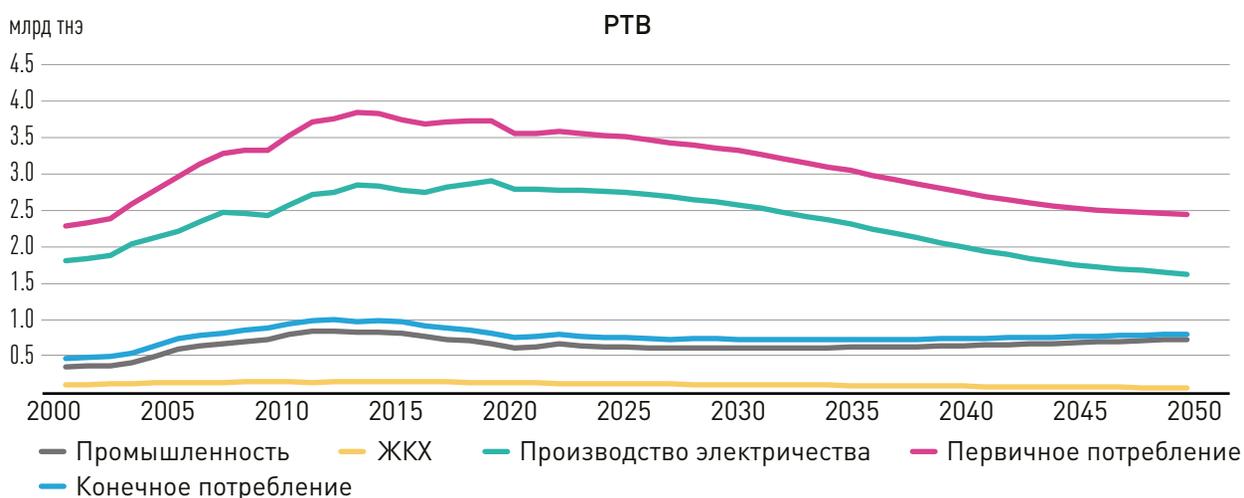
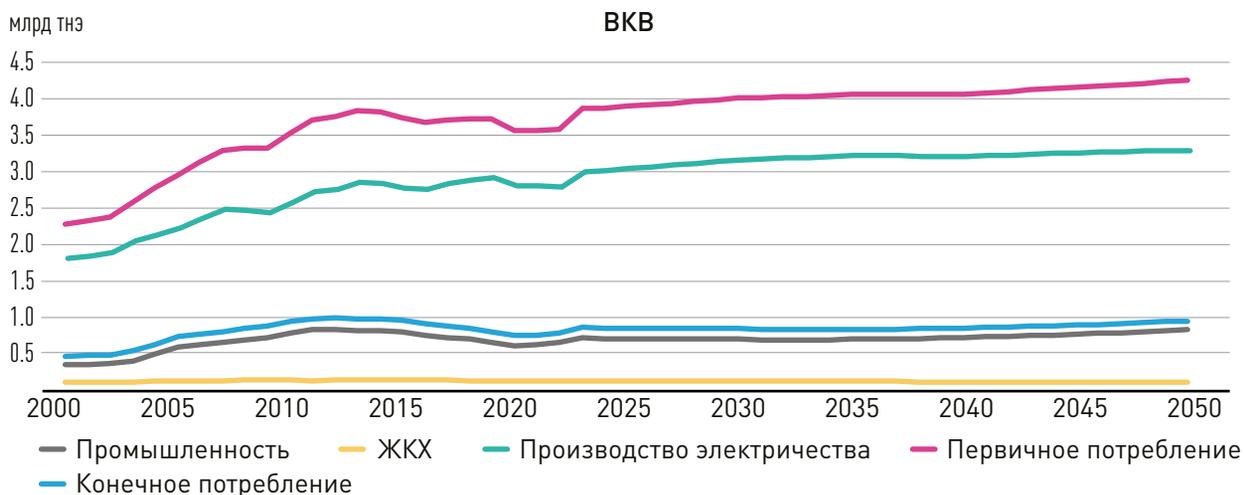
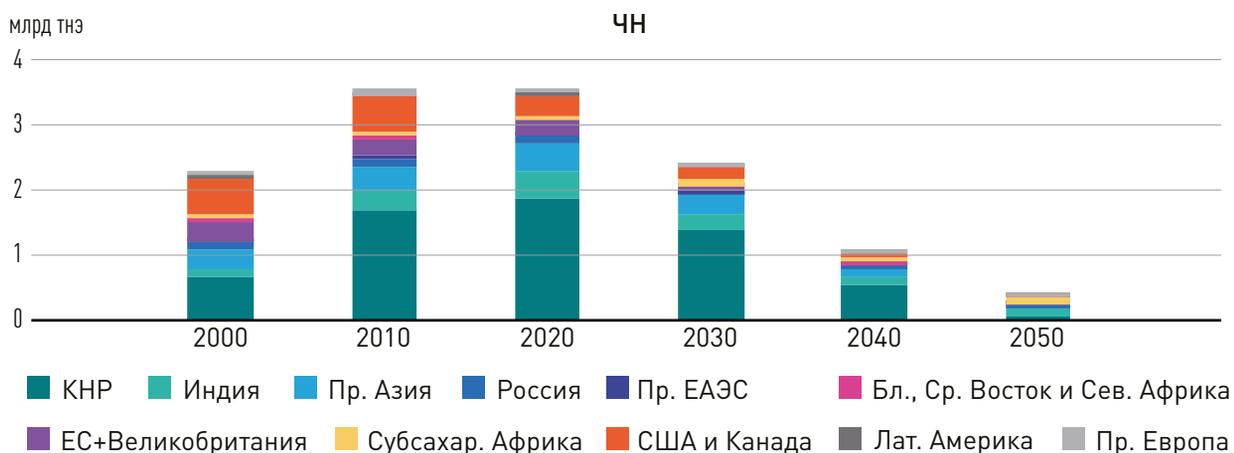
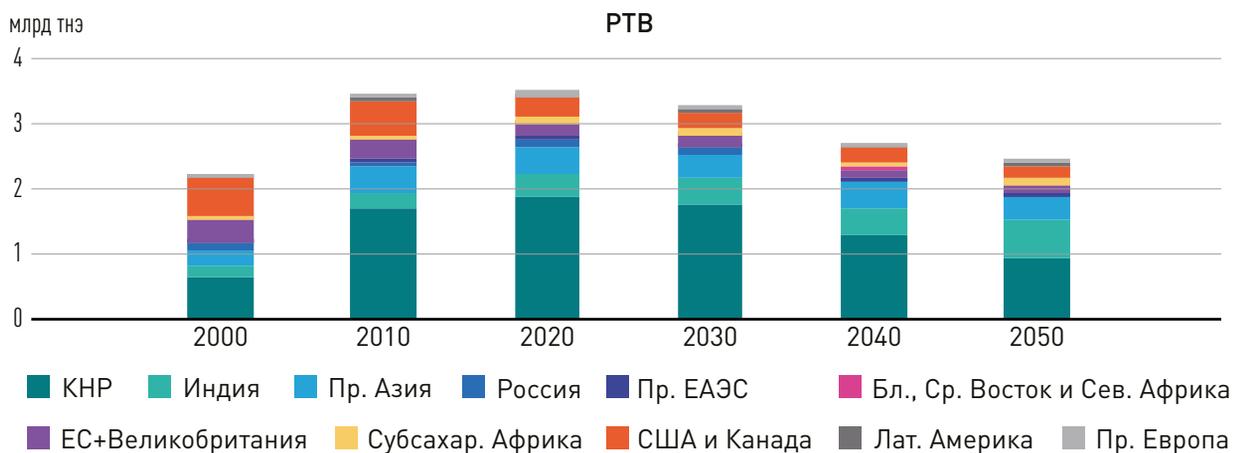


Рис. 32. Региональная структура потребления угля

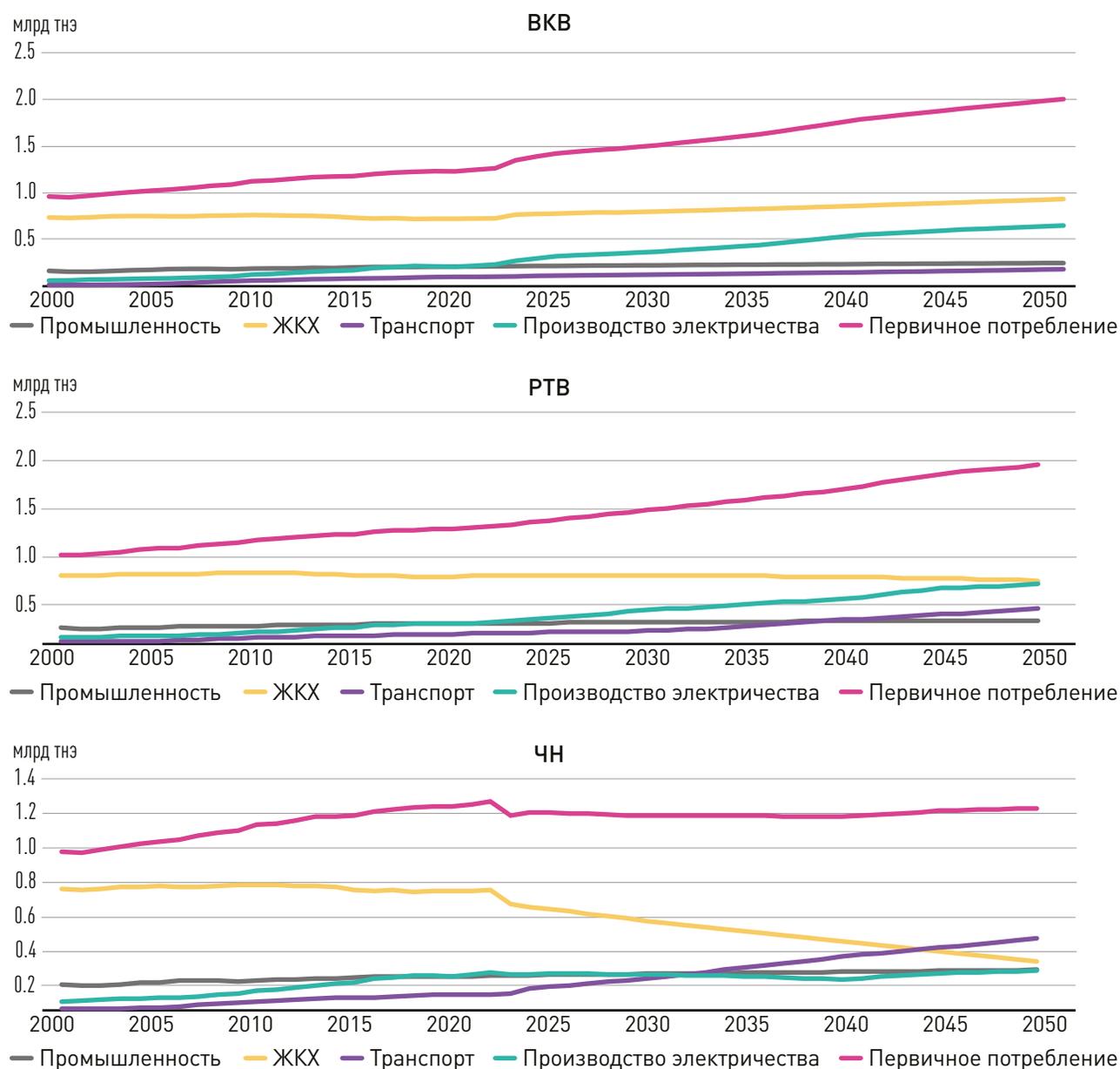


БИОТОПЛИВО

Первичное потребление биотоплива растёт с 2022 г. по 2050 г. в сценариях ВКВ и РТВ на 59% и 53% соответственно и снижается на 3% в сценарии ЧН (Рис. 33). За такой динамикой агрегированного показателя скрываются весьма различные процессы, связанные с замещением традиционных типов биотоплива (твёрдая биомасса, в основном представленная дровами) как на более современные виды твёрдой биомассы (пеллеты из отходов деревообработки и т.д.), так и современные жидкие виды: метанол, устойчивое авиационное топливо (SAF), биодизель и т.д.

Косвенным подтверждением этой разнонаправленной динамики выступают различия в прогнозируемом потреблении биотоплива секторами, использующими преимущественно традиционные или современные виды биотоплива. Так в секторе ЖКХ потребление биотоплива сокращается с 2022 г. по 2050 г. на 7% в сценарии РТВ и почти на 60% — в сценарии ЧН. В то же время потребление биотоплива на транспорте растёт на 178% в сценарии РТВ и на 341% в сценарии ЧН. В 2050 г. на долю биотоплива приходится 12% мирового потребления первичных ТЭР в сценарии РТВ и 10% — в сценарии ЧН.

Рис. 33. Потребление биотоплива в мире



ВОДОРОД

Рост потребления водорода является характерной чертой сценариев энергоперехода. Замещая ископаемые углеводородные энергоресурсы в промышленности, электроэнергетике и на транспорте, водород позволяет сократить до нуля выбросы CO₂ в данных производственных процессах (от топливных ячеек для транспорта до прямого восстановления железа). Однако, являясь вторичным ТЭР, водород и более дорог, по сравнению с замещаемыми первичными ТЭР. Более того, необходимо обеспечить отсутствие выбросов CO₂ при производстве водорода, что сужает «палитру» используемого водорода до голубого и зелёного.

В наших сценариях энергоперехода потребление водорода растёт наиболее значимо в промышленности в сценарии РТВ (на промышленность приходится 41% прироста потребления водорода с 2022 г. по 2050 г. в данном сценарии) и на транспорте в сценарии ЧН (на транспорт приходится 57% прироста потребления водорода с 2022 г. по 2050 г. в этом сценарии) (Рис. 34). В целом потребление водорода достигает к 2050 г. более 200 млн т в сценарии РТВ и около 370 млн т в сценарии ЧН.

Рис. 34. Потребление водорода в мире

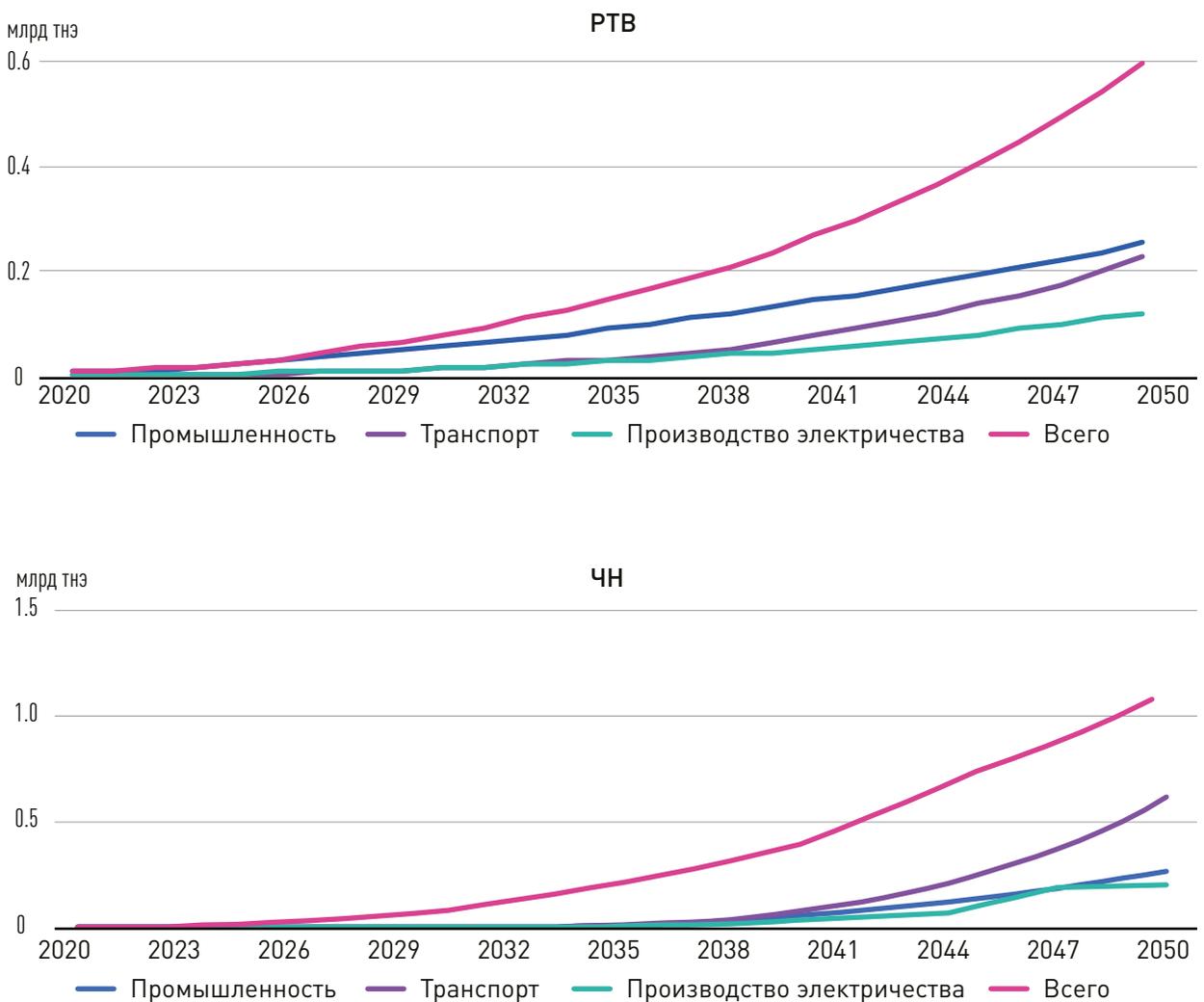
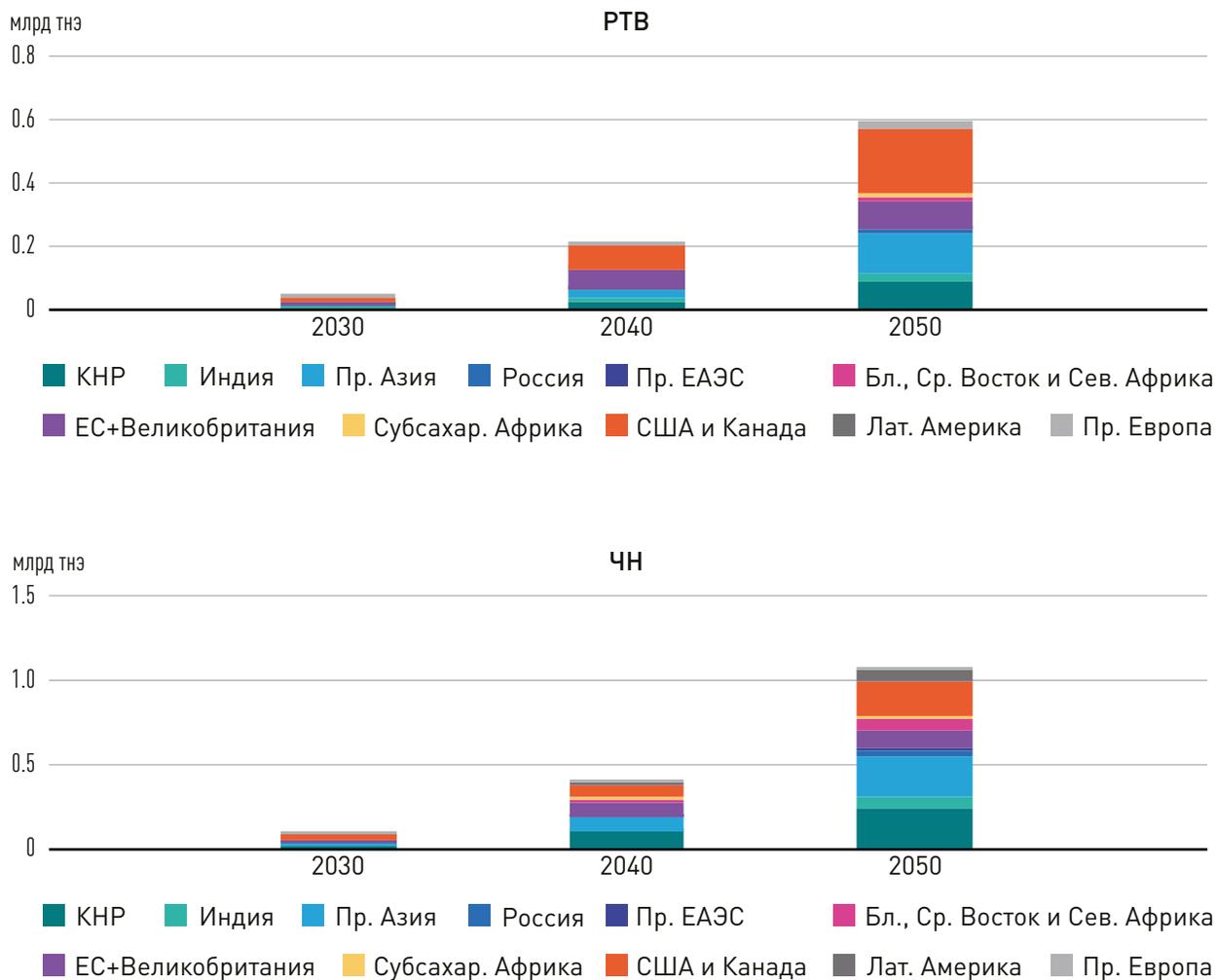


Рис. 35. Региональная структура потребления водорода



В производстве водорода в обоих сценариях трансформации растет доля электролиза. Доля водорода, производимого из природного газа, сокращается с более 90% в 2022 году до 48% в 2050 г. в сценарии РТВ и практически до нуля в сценарии ЧН. Наибольшую роль в мировом потреблении водорода играют США и Канада (33%), Прочая Азия (21%)

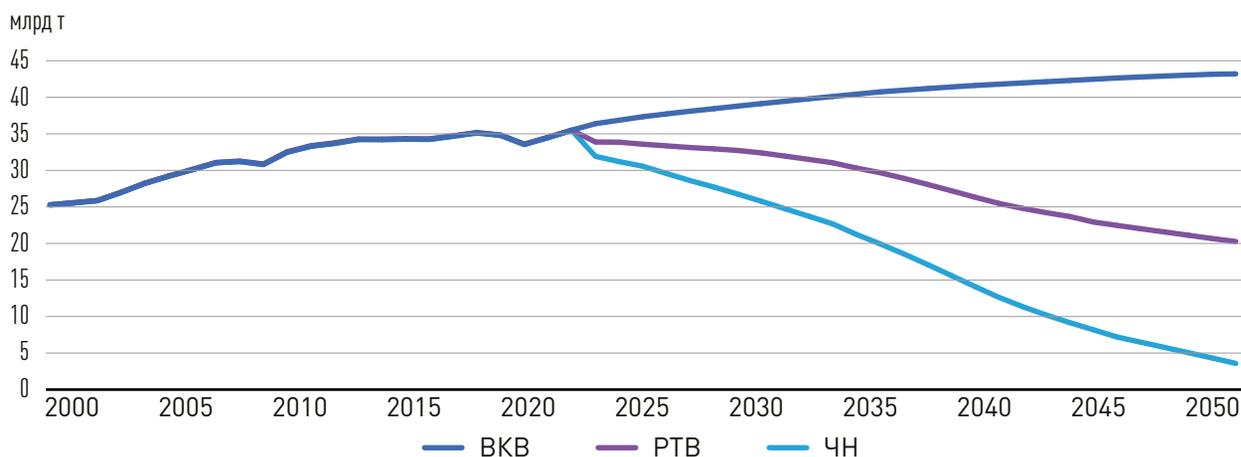
и Китай (14%). В сценарии ЧН пальма первенства переходит Китаю (24%). Прочая Азия выходит на второе место (21%), а США и Канада смещаются на третье (20%). В обоих сценариях на эти три макрорегиона приходится более двух третей потребления водорода в 2050 г. (Рис. 35).

ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Трансформация мировой энергетики позволяет переломить тенденцию роста выбросов CO₂ от использования ТЭР (включая утечки метана при добыче углеводородного сырья). По сравнению с ростом на 25% в сценарии ВКВ, выбросы снижаются с 2022 г. по 2050 г. на 34% в сценарии РТВ и на 74% в сценарии ЧН (Рис. 36). В 2050 г. в сценарии РТВ на электроэнергетику приходится 41% выбросов, связанных с потреблением и производством ТЭР, на промышленность — 30%, на транспорт — 18%, а на ЖКХ — 12%. В сценарии ЧН из-за другой относительной скорости распространения низкоуглеродных технологий в различных секторах промышленность перемещается на первое место с 46% общих выбросов в 2050 г., электроэнергетика переходит на второе место (26%), а на ЖКХ и транспорт приходится 17% и 11% соответственно.

Трансформация мирового ТЭК по сценарию ЧН с высокой степенью вероятности позволяет остаться в рамках углеродного бюджета для экономики в целом. Суммарные выбросы от энергетики за 2015-2050 гг. остаются в пределах 800 млрд т CO₂, что при хоть сколько-нибудь успешном росте поглощающей способности экосистем вполне укладывается в определённый МГЭИК для этого периода углеродный бюджет в 700-800 млрд т CO₂-экв и предотвращает повышение среднемировой температуры более чем на 1.5°C. Однако данный сценарий оказывается гораздо более капиталоемким, по сравнению со сценарием РТВ, и, на наш взгляд, чрезвычайно труднореализуемым при отсутствии масштабной финансовой помощи развивающемуся миру. По нашим оценкам, весьма схожим с цифрами BNEF, приведённым ранее в нашем

Рис. 36. Динамика выбросов CO₂ в энергетике



докладе, сценарий ЧН в целом выглядит «неподъемным» для мировой экономики. Масштабы требующихся уже в ближайшее время (и на многие годы вперед) инвестиций в низкоуглеродные технологии превышают 5-6% мирового ВВП (в полтора раза больше, чем в сценарии РТВ), что авторитетные исследователи энергоперехода находят маловероятным²⁷.

Возможным компромиссом может стать энергопереход по сценарию РТВ (в котором суммарные выбросы от использования ТЭР за указанный период превышают 1 трлн т CO₂ и не позволяют вписаться в определённый МГЭИК углеродный бюджет, позволяющий ограничить повышение среднемировой температуры менее чем на 2°C). Это требует более интенсивного роста поглощающей способности за пределами топливно-

²⁷ См., например, И. А. Башмаков. Прогнозы развития энергетики мира 30 лет спустя: проверка прошлым уроков будущего // Вопросы Экономики, 2022, № 5, с. 21.

энергетического комплекса (для достижения к 2050 г. поглощения примерно на уровне 12 млрд т CO₂ в год). При этом важную роль может сыграть не только увеличение поглощающей способности экосистем (на что делается ставка в развивающемся мире, и, в частности, в российской стратегии низкоуглеродного развития), но и наращивание систем прямого улавливания CO₂ из воздуха (DACCS) в развитом мире²⁸.

Преимуществом DACCS над обычной системой улавливания и захоронения CO₂ (УХУ) является не только возможность расположить системы улавливания вблизи имеющихся мест захоронения CO₂, но и то, что при таком подходе снижается потребность развивающихся стран в финансовой помощи для реализации климатических проектов. Развитые страны

смогут вносить больший вклад в снижение концентрации углекислого газа в атмосфере, осуществляя масштабные проекты по прямому улавливанию CO₂ из атмосферы прямо на своей территории. Аналогичным образом могли бы быть масштабированы представляющиеся весьма перспективными проекты по извлечению CO₂ из океанской воды, что позволит повысить поглощающую способность мирового океана²⁹. Созданные опытно-промышленные установки последнего типа (проект Equatic™ 20) предполагают стоимость поглощения 1 т CO₂ менее 100 долл. Учитывая, что на мировой океан приходится около одной трети естественного поглощения CO₂, развитие данного направления может стать весьма важным и конкурентоспособным компонентом глобальной стратегии декарбонизации.

²⁸ О возможности достижения такого уровня поглощений к 2050 г. (около 7 млрд т CO₂ в год за счёт роста поглощающей способности экосистем, и более 5 млрд т CO₂ за счёт строительства DACCS) свидетельствует, например, анализ британской Комиссии по Трансформации Энергетики (ETC) – Mind the Gap: How Carbon Removals Must Complement Deep decarbonization to Keep 1.5°C Alive, 2022.

²⁹ В этом отношении достаточно обнадеживающе звучит известие о том, что опытно-промышленная установка по извлечению и связыванию в стойких материалах CO₂, расположенная в США, по мнению её изобретателей, может обеспечить экономическую эффективность при цене выбросов CO₂ не выше 100 долл./тонну.

СРАВНЕНИЕ СПРОСА НА ИСКОПАЕМЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ С ДРУГИМИ ПРОГНОЗАМИ 2023 Г.

Сравнение динамики спроса на ископаемые углеводородные энергоресурсы в наших сценариях с соответствующими сценариями из подготовленных в 2023 г. прогнозов ведущих международных организаций и компаний показывает, что практически во всех случаях наши ожидания не являются экстремальными: всегда находятся прогнозы, предсказывающие меньшее или большее потребление нефти, газа и угля.

Наша оценка потребления жидких углеводородов в 2050 г. в сценарии ВКВ оказывается выше, чем в аналогичных сценариях bp, МакКинзи и МЭА, но ниже (хотя и незначительно), чем у Управления энергетической информации Минэнерго США (АЭИ) и ОПЕК (Рис. 37).

По динамике роста спроса на нефть в сценарии ВКВ (к 2050 г. по сравнению с уровнем 2022 г.) мы практически не отличаемся от АЭИ, но отстаём от ОПЕК (Рис. 38).

Рис. 37. Спрос на ЖУВ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)

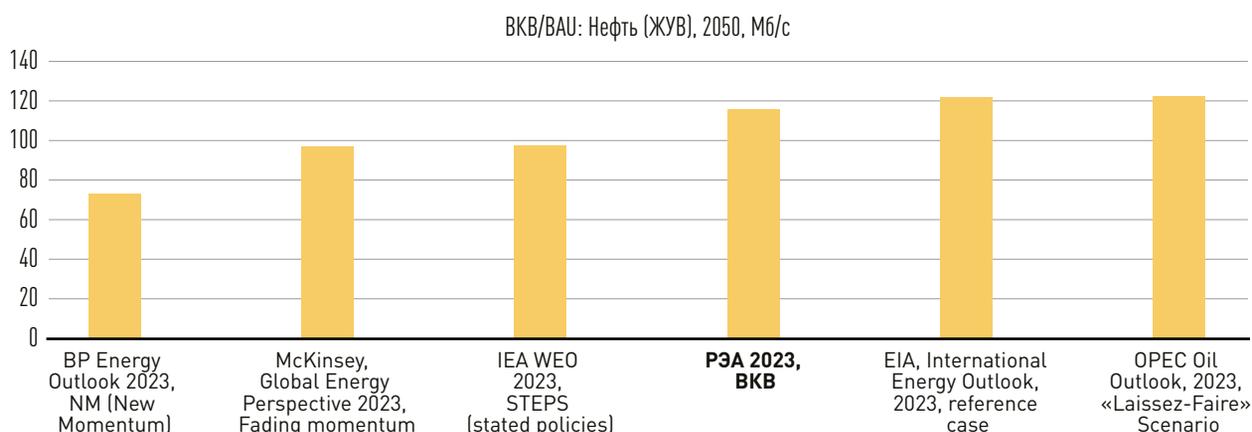
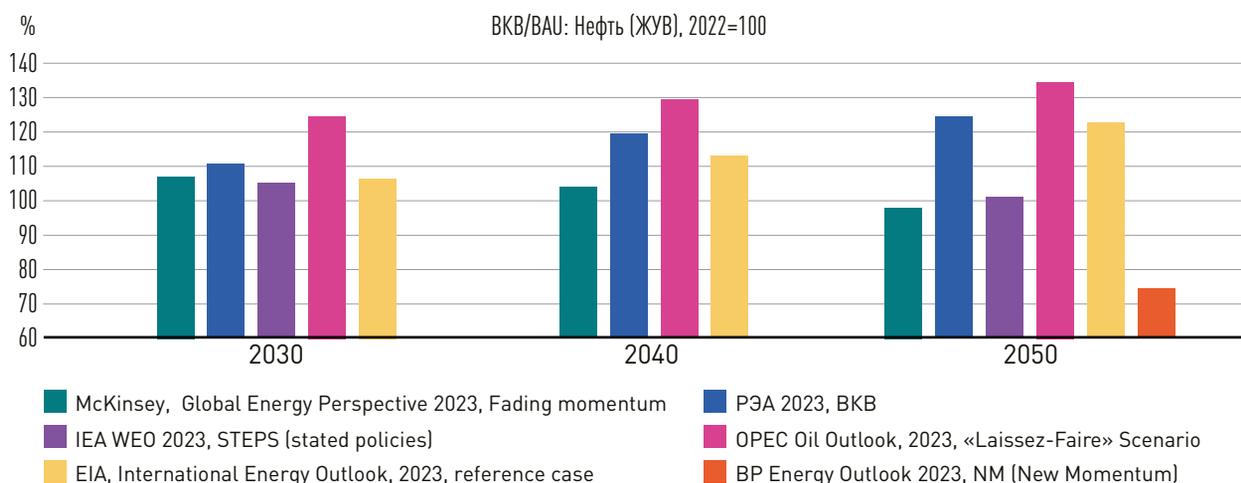


Рис. 38. Динамика спроса на нефть в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)



В сценарии РТВ наши оценки спроса на нефть в 2050 г. практически не отличаются от МЭА и МакКинзи и заметно больше отстают от ОПЕК и АЭИ (Рис. 39).

По динамике роста спроса на нефть в сценарии РТВ (к 2050 г. по сравнению с уровнем 2022 г.) мы лишь немного отличаемся от МЭА и сильно отстаём от АЭИ и ОПЕК (Рис. 40).

Рис. 39. Спрос на ЖУВ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий РТВ)

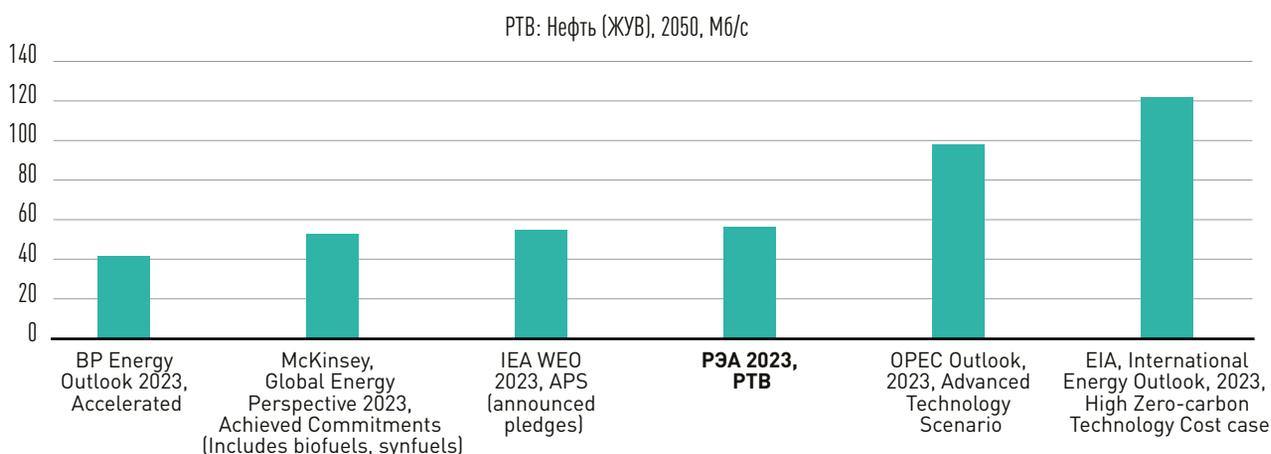
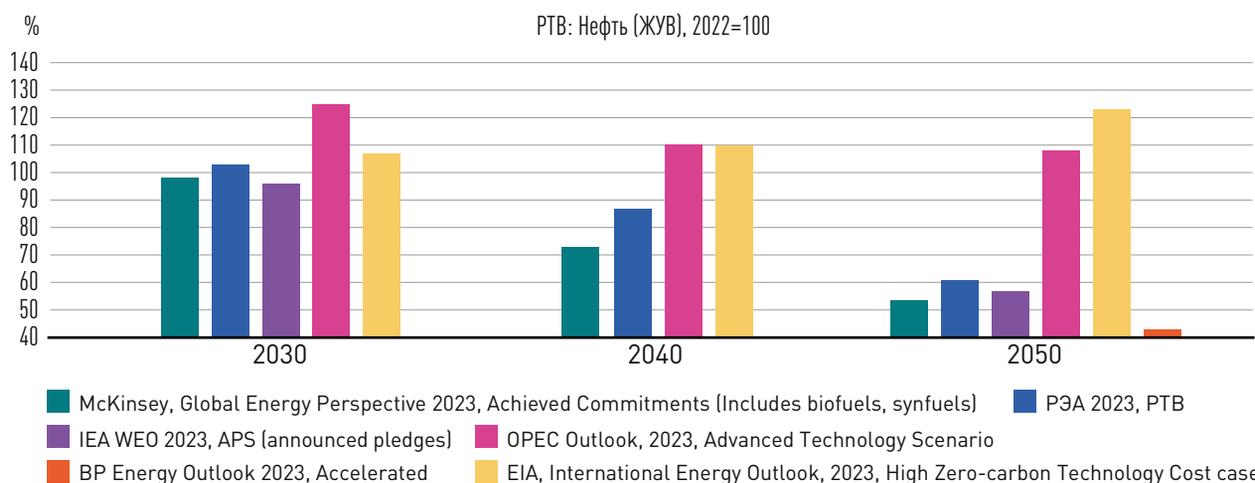


Рис. 40. Динамика спроса на нефть в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий РТВ)



В сценарии ЧН и по уровню спроса на нефть в 2050 г., и по динамике роста наши сценарии практически не отличаются от аналогичных сценариев бр, МакКинзи и МЭА, и сильно отстают от АЭИ (ОПЕК не рассматривает данный сценарий) (Рис. 41 и 42).

Рис. 41. Спрос на ЖУВ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ЧН)

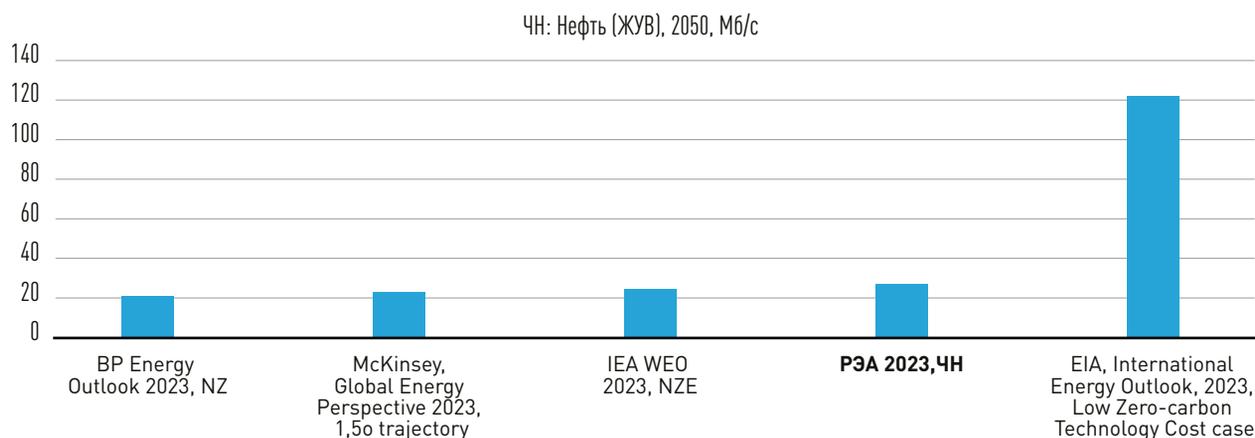
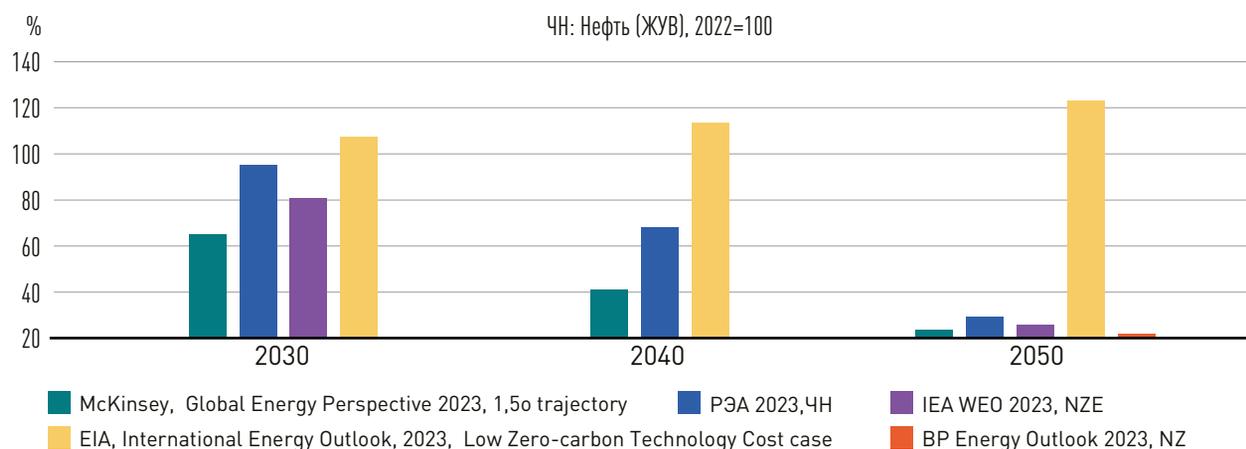


Рис. 42. Динамика спроса на нефть в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ЧН)



Наши ожидания потребления природного газа в 2050 г. в сценарии ВКВ оказываются ниже аналогичных сценариев АЭИ и ОПЕК и выше, чем у МЭА, bp и МакКинзи (Рис. 43).

Однако по динамике роста спроса на газ в сценарии ВКВ наши оценки выше других аналитических групп. Это один из двух таких случаев в наших сравнениях (частично связанный с различиями оценок потребления газа в базовом году) (Рис. 44).

Рис. 43. Спрос на газ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)

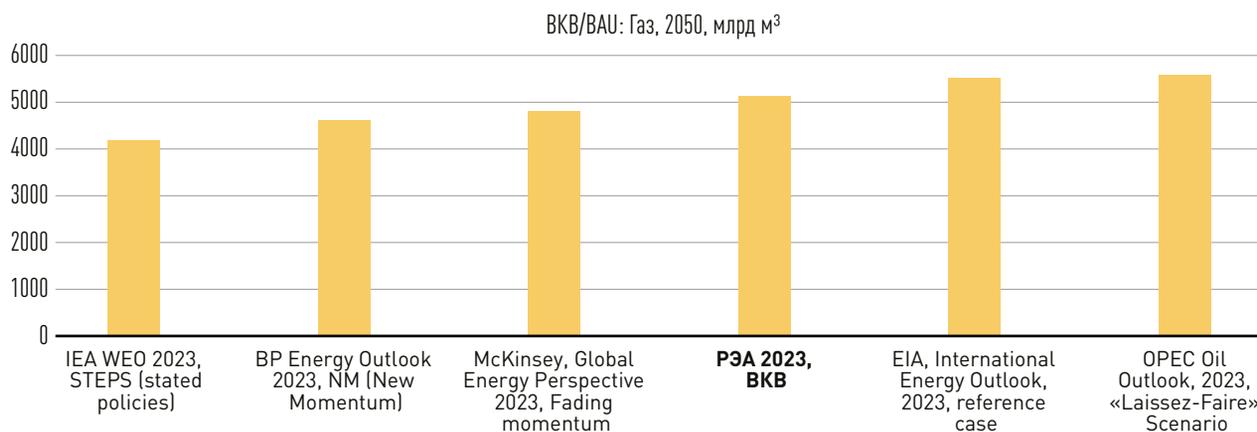
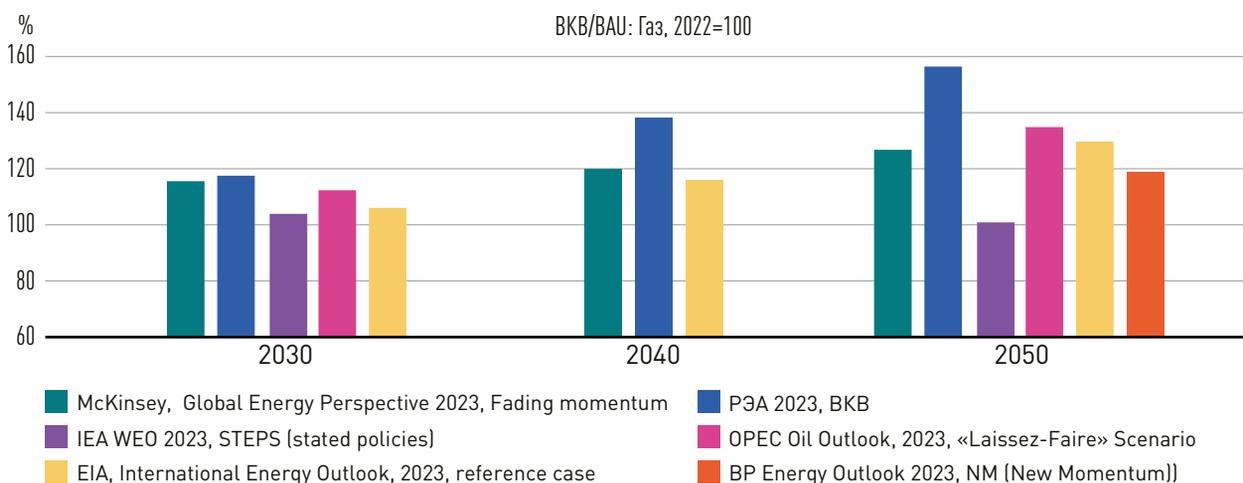


Рис. 44. Динамика спроса на газ в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)



В сценарии РТВ соотношения между нашими и прочими сценариями немного меняются. По уровню потребления газа в 2050 г. мы превосходим не только bp, МЭА

и МакКинзи, но и ОПЕК. Но отстаём от АЭИ, в том числе по темпам роста в 2023-2050 гг. (Рис. 45 и 46).

Рис. 45. Спрос на газ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий РТВ)

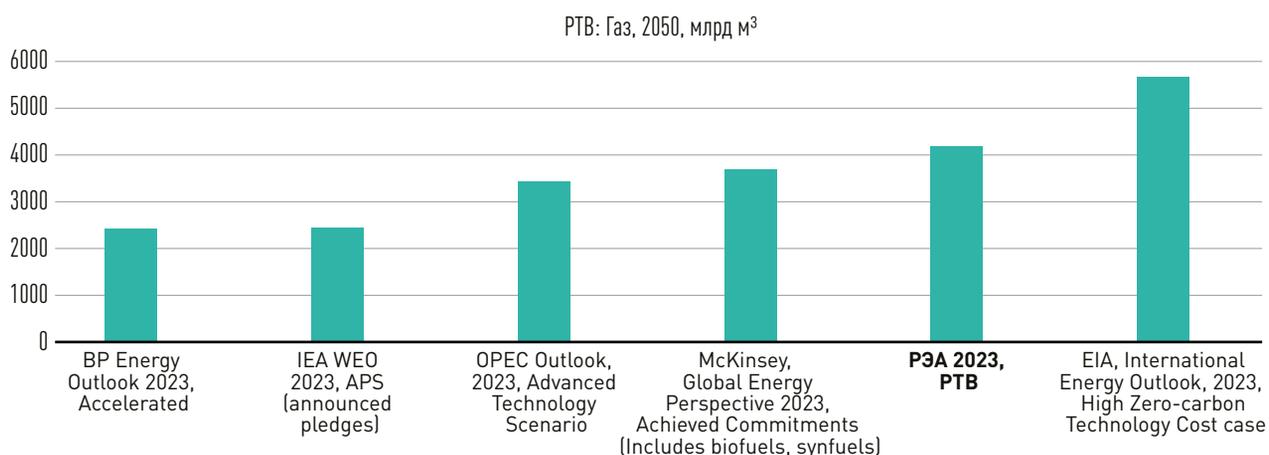
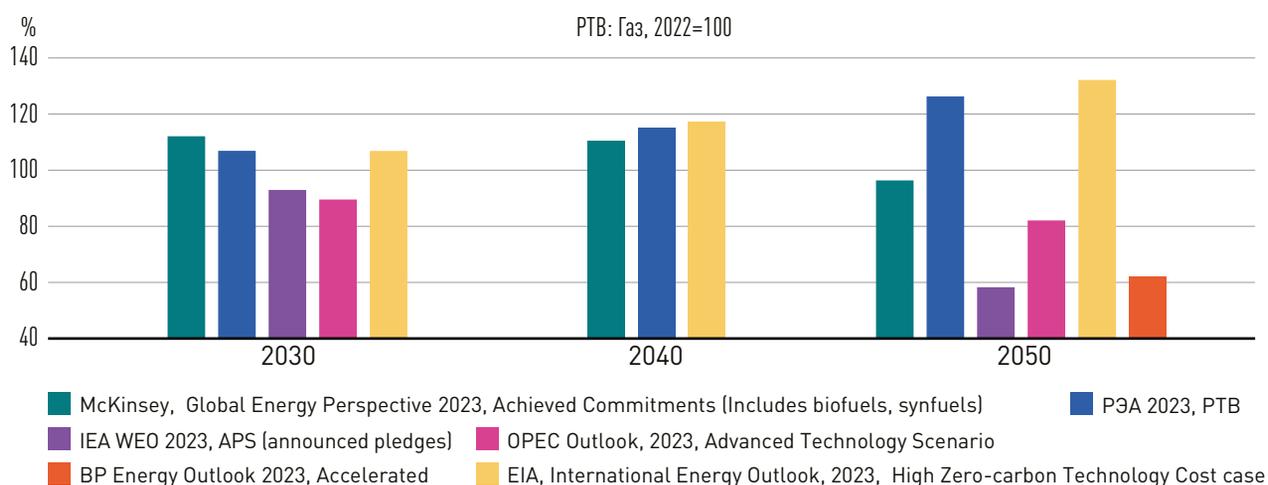


Рис. 46. Динамика спроса на газ в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий РТВ)



В сценарии ЧН к 2050 г. наши ожидания лишь незначительно отличаются от сценариев МЭА, МакКинзи и бр и по уровню, и по темпам роста спроса на газ, но заметно отстают от прогноза АЭИ (Рис. 47 и 48).

Рис. 47. Спрос на газ в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ЧН)

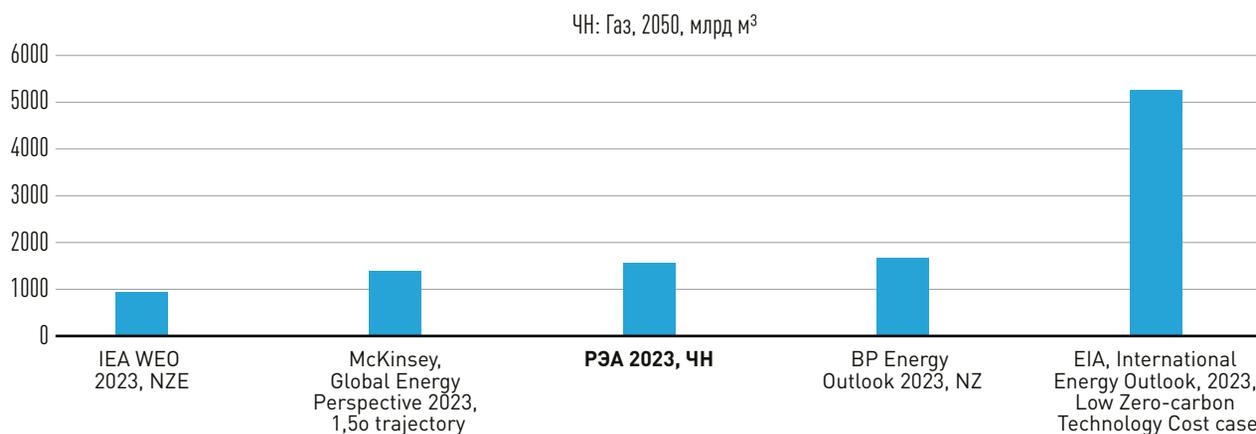
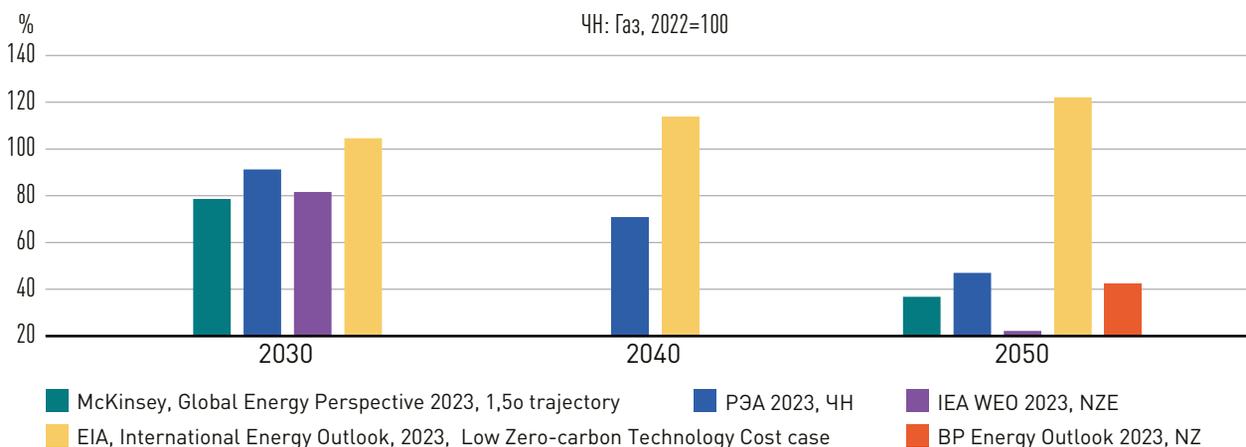


Рис. 48. Динамика спроса на газ в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ЧН)



Соотношения наших оценок потребления угля с другими прогнозами напоминают ситуацию со сравнением прогнозов потребления газа. В сценарии ВКВ ожидаемый

нами уровень потребления угля в 2050 г. отстаёт от оценок АЭИ и ОПЕК, но превышает прогноз МЭА, бр и МакКинзи. А по темпам роста мы опережаем всех (Рис. 49 и 50).

Рис. 49. Спрос на уголь в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)

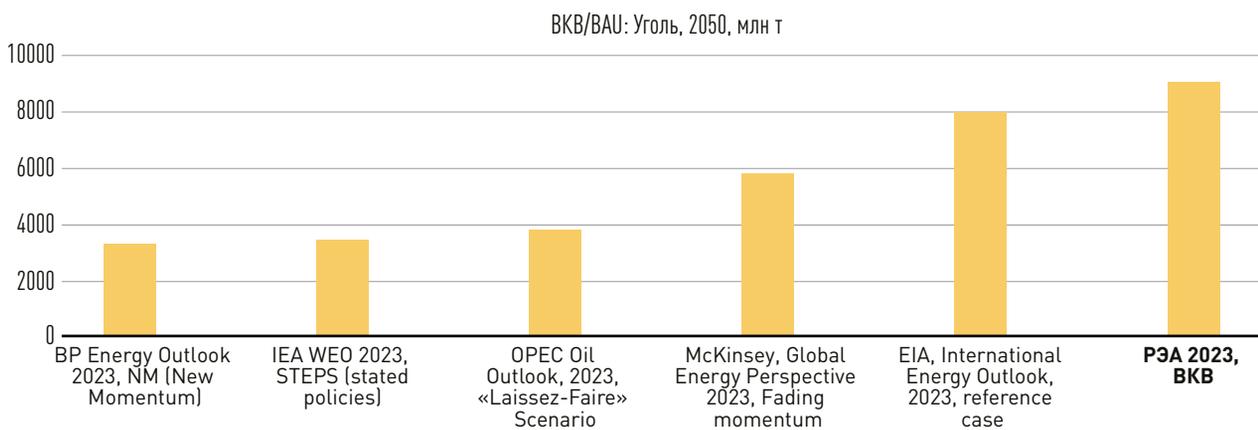
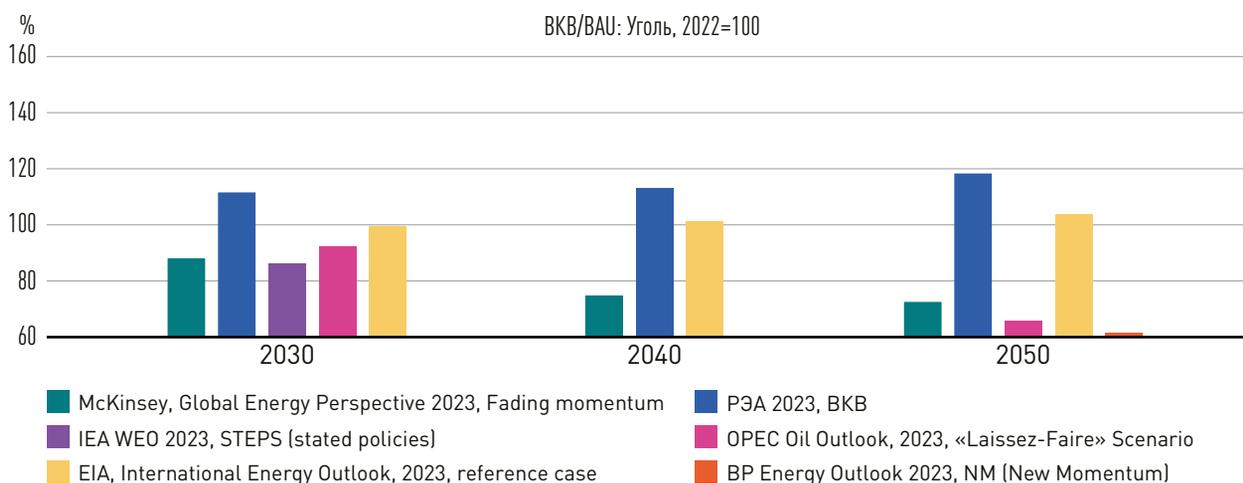


Рис. 50. Динамика спроса на уголь в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ВКВ)



В сценарии РТВ мы опережаем всех, кроме АЭИ, и по уровню спроса на уголь в 2050 г., и по динамике роста спроса в 2023-2050 гг. (Рис. 51 и 52).

Рис. 51. Спрос на уголь в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий РТВ)

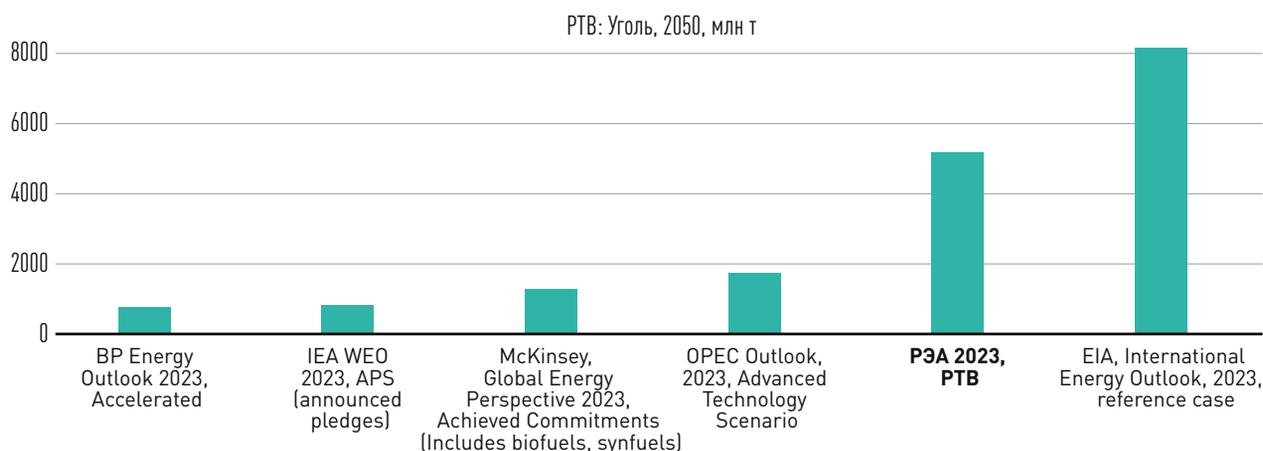
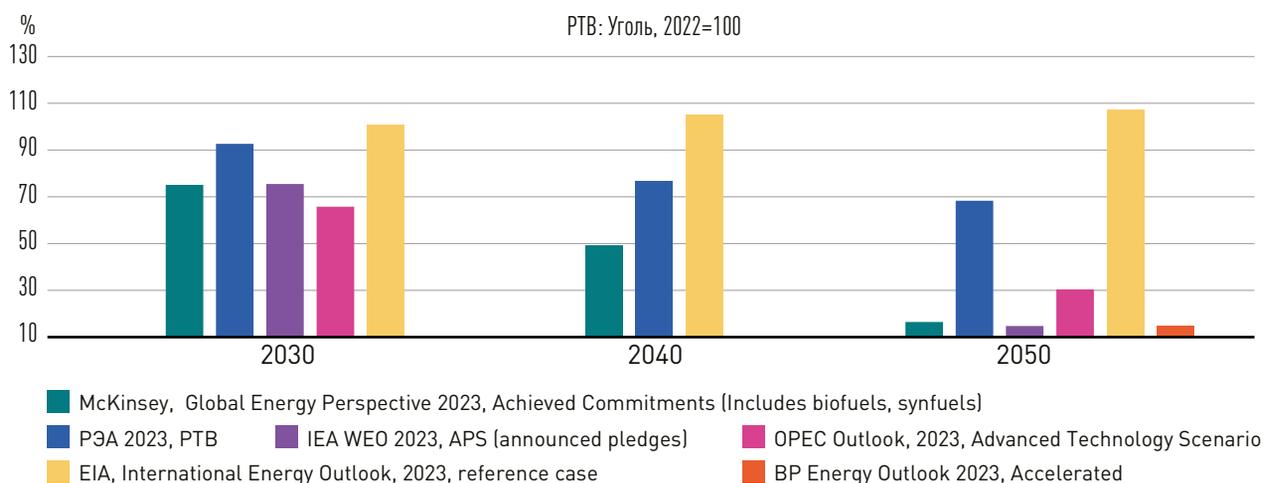


Рис. 52. Динамика спроса на уголь в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий РТВ)



В сценарии ЧН и по уровню спроса в 2050 г., и по динамике роста спроса в 2023-2050 гг. мы практически не отличаемся от других сценариев, кроме АЭИ, которое опять же опережает остальных с большим отрывом (Рис. 53 и 54).

Рис. 53. Спрос на уголь в 2050 г. в различных прогнозах (сценарий ЧН)

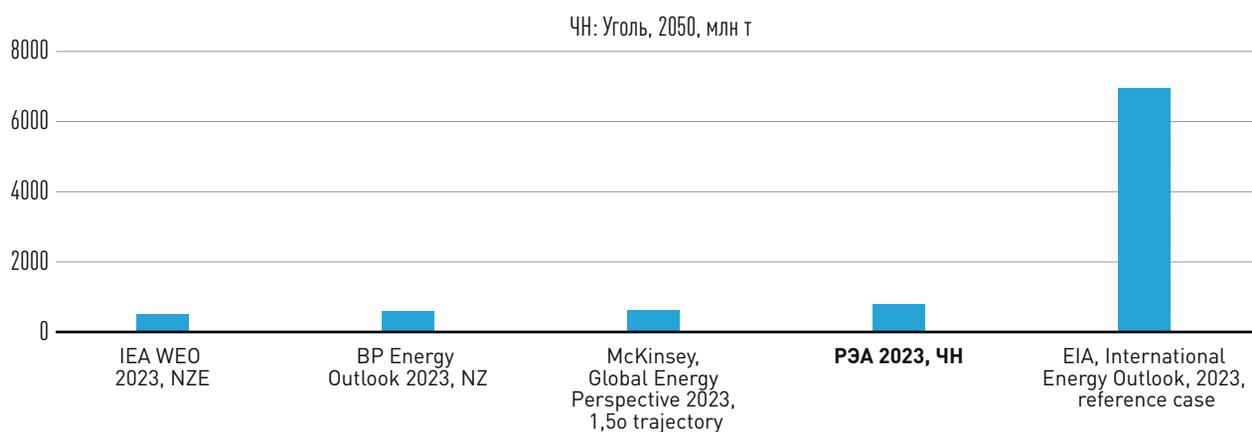
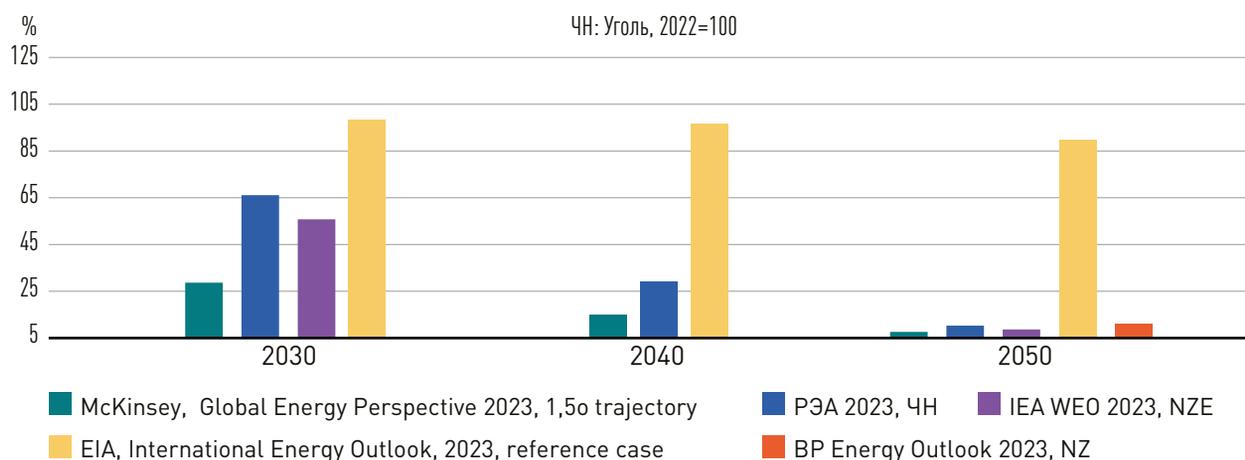


Рис. 54. Динамика спроса на уголь в 2030-2050 гг. в различных прогнозах (сценарий ЧН)



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практически все команды, с которыми мы сравнили полученные нами результаты, рассматривали, так же как и мы, минимум три сценария долгосрочного развития мировой энергетики. В «стандартный» набор входят сценарии типа ВКВ (часто именуемые ВАУ — business as usual), РТВ (обычно называемые сценариями реформ или ускоренных реформ) и ЧН (достижение углеродной нейтральности к 2050 г.). Уже само по себе такое единодушие в рассмотрении крайне отличающихся сценариев иллюстрирует высокую неопределённость конкретных путей декарбонизации мировой энергетики. Ещё более красноречиво подчёркивают данную неопределённость и различия между аналогичными сценариями в различных прогнозах.

При всей этой неопределённости некоторые выводы представляются достаточно определёнными:

- Участившиеся наглядные последствия изменения климата не позволят остановить энергопереход даже в наиболее неблагоприятные годы для энергетических рынков (например, таких как сейчас). Развитие по сценарию ВКВ практически исключено.
- Однако возникают сильные сомнения и в реализуемости сценария ЧН. При всей привлекательности достижения углеродной нейтральности к 2050 г. требующиеся для этого инвестиции превосходят возможности мировой экономики и могут создать серьёзные препятствия в достижении не менее важных целей социально-экономического развития (включая ЦУР № 7 ООН).
- В рамках более вероятных сценариев менее радикальной трансформации мировой энергетики, чем ЧН, просматриваются определённые закономерности. Доля электроэнергии в конечном потреблении заметно вырастет. Это затронет все сектора: транспорт, ЖКХ, промышленность. В конечном потреблении также возрастёт (хотя и в меньших масштабах) роль водорода и современных типов биотоплива. Доля электроэнергии, вырабатываемая на ВИЭ, будет расти. Однако нарастание проблем балансировки сети и обеспечения базовой (постоянной) нагрузки по мере роста доли ВИЭ, а также заметно более высокая капиталоемкость ВИЭ в сочетании со значительно более коротким сроком службы ВЭС и СЭС сохранит потребность в традиционных способах выработки электроэнергии: от безуглеродных АЭС до газовых и даже угольных электростанций.
- Водород остаётся одним из самых дорогих способов декарбонизации. Его использование будет развиваться в основном в тех процессах, в которых применение более дешёвых путей снижения углеродного следа не представляется возможным.
- Вероятность появления коммерческой возможности использовать прорывные технологии (термояд, передача энергии с Луны и т. п.) не нулевая, но крайне низкая.
- В связи с экономической нецелесообразностью слишком радикального замещения традиционных углеродных источников энергии на безуглеродные необходимо развитие поглощающей способности экосистем, включая масштабирование перспективных технологий прямого улавливания CO₂ из атмосферы и мирового океана. Это в том числе ослабит груз труднорешаемых проблем международного финансирования климатических проектов в развивающихся странах.
- Снижение совокупной потребности в ископаемых углеводородных ресурсах приведёт к сокращению мировой торговли в целом. Торговля новыми типами энергии не компенсирует выпадающие объёмы торговли традиционными энергоресурсами, и прежде всего нефти, которая в наше время во много раз превосходит объёмы торговли любыми другими природными ресурсами.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ИСТОРИЧЕСКИЕ И СЦЕНАРНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПОТРЕБЛЕНИЮ ТЭР МАКРОРЕГИОНАМИ

Китай, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	70520	135588	183956	243651	274533	274598
ЖУВ	ЖКХ	27966	49994	74343	97681	96216	87197
ЖУВ	Транспорт	112013	230671	320003	455784	526965	530425
ЖУВ	Производство электричества	14664	6693	3081	5572	7844	10005
ЖУВ	Первичное	225163	422946	581383	802688	905558	902225
Природный газ	Промышленность	9016	41855	91862	123375	148945	172643
Природный газ	ЖКХ	3228	24584	60780	90352	98043	89959
Природный газ	Транспорт	158	6870	25610	36061	51443	72630
Природный газ	Производство электричества	4918	21441	52413	184103	248574	225411
Природный газ	Первичное	17320	94750	230665	433891	547005	560644
Уголь	Промышленность	185563	556549	364247	384917	303679	264164
Уголь	ЖКХ	72920	98823	88236	91332	73640	56094
Уголь	Производство электричества	398868	1052468	1441852	1655662	1538498	1488438
Уголь	Первичное	657351	1707840	1894335	2131911	1915817	1808696
Биотопливо	Промышленность	0	0	0	0	0	0
Биотопливо	ЖКХ	196852	118793	74409	45725	33938	35372
Биотопливо	Транспорт	0	1770	3045	7987	11453	15988
Биотопливо	Производство электричества	1320	12825	37568	158415	276749	291161
Биотопливо	Первичное	198172	133387	115022	212127	322140	342520
Прочее первичное		2430	11732	30538	38034	38803	42756
АЭС	Производство электричества	4361	19250	80738	181312	266510	305866
ВЭС	Производство электричества	53	3837	33779	64966	95402	116669

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
СЭС	Производство электричества	2	61	18730	38350	57807	70263
ГЭС	Производство электричества	19124	61168	108547	118764	128316	141651
ГеоЭС	Производство электричества	1	108	106	187	275	337
Общие	Первичное	1123978	2455079	3093842	4022230	4277633	4291627
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	59758	203436	297907	488957	581370	609525
Электричество	ЖКХ	28365	88007	182898	317605	395409	448901
Электричество	Транспорт	1472	5670	14982	32651	62222	134904
Электричество	Конечное	89594	297113	495787	839212	1039001	1193330
Справочно: производство							
ЖУВ		163080	203159	194797	194143	191450	175279
Природный газ		22763	80164	162634	259997	335777	370465
Уголь				3604615	3656687	3344499	3469064
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт						
Водород	Производство электричества						
Водород	Конечное						

Китай, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	70520	135588	183956	246791	235621	203978
ЖУВ	ЖКХ	27966	49994	74343	61010	46715	31614
ЖУВ	Транспорт	112013	230671	320003	424503	341607	176749
ЖУВ	Производство электричества	14664	6693	3081	4194	3416	3662
ЖУВ	Первичное	225163	422946	581383	736498	627359	416003
Природный газ	Промышленность	9016	41855	91862	193634	225085	249469
Природный газ	ЖКХ	3228	24584	60780	76517	94240	109103
Природный газ	Транспорт	158	6870	25610	35212	45347	45797
Природный газ	Производство электричества	4918	21441	52413	79232	108757	128529
Природный газ	Первичное	17320	94750	230665	384595	473429	532898
Уголь	Промышленность	185563	556549	364247	321651	244036	195704
Уголь	ЖКХ	72920	98823	88236	66026	44096	21915
Уголь	Производство электричества	398868	1052468	1441852	1418963	1003938	717891
Уголь	Первичное	657351	1707840	1894335	1806640	1292070	935509
Биотопливо	Промышленность	0	0	0	0	0	0
Биотопливо	ЖКХ	196852	118793	74409	60639	55270	52316
Биотопливо	Транспорт	0	1770	3045	12298	34267	59544
Биотопливо	Производство электричества	1320	12825	37568	123986	165179	250321
Биотопливо	Первичное	198172	133387	115022	196923	254716	362180
Прочее первичное		2430	11732	30538	16247	8568	3053
АЭС	Производство электричества	4361	19250	80738	142281	203792	339126
ВЭС	Производство электричества	53	3837	33779	145697	352762	596152
СЭС	Производство электричества	2	61	18730	65343	128049	186745
ГЭС	Производство электричества	19124	61168	108547	161428	202551	211935
ГеоЭС	Производство электричества	1	108	106	6120	25849	61737
Общие	Первичное	1123978	2455079	3093842	3661772	3569145	3645339

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	59758	203436	297907	470895	589239	688630
Электричество	ЖКХ	28365	88007	182898	225234	253218	279199
Электричество	Транспорт	1472	5670	14982	46715	206637	381035
Электричество	Конечное	89594	297113	495787	742844	1049095	1348864
Справочно: производство							
ЖУВ		163080	203159	194797	181064	136395	94617
Природный газ		22763	80164	162634	242116	294871	319920
Уголь				3394923	3246814	2377752	1775553
Электроэнергия (МВт·ч)				7116728	10658496	13893239	17196251
Водород	Промышленность	0	0	0	849	15158	44200
Водород	Транспорт	0	0	0	318	2696	20450
Водород	Производство электричества	0	0	0	954	7369	16840
Водород	Конечное	0	0	0	2121	25223	81489

Китай, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	70520	135588	183956	243739	215438	164004
ЖУВ	ЖКХ	27966	49994	74343	52069	35251	19418
ЖУВ	Транспорт	112013	230671	320003	408731	284563	48952
ЖУВ	Производство электричества	14664	6693	3081	1580	230	0
ЖУВ	Первичное	225163	422946	581383	706119	535482	232375
Природный газ	Промышленность	9016	41855	91862	151159	169240	120712
Природный газ	ЖКХ	3228	24584	60780	58984	53595	47319
Природный газ	Транспорт	158	6870	25610	32138	37866	36640
Природный газ	Производство электричества	4918	21441	52413	279741	421509	253523
Природный газ	Первичное	17320	94750	230665	522021	682210	458193
Уголь	Промышленность	185563	556549	364247	301858	219811	54392
Уголь	ЖКХ	72920	98823	88236	53370	27362	4568
Уголь	Производство электричества	398868	1052468	1441852	1006587	275804	0
Уголь	Первичное	657351	1707840	1894335	1361815	522976	58960
Биотопливо	Промышленность	0	0	0	0	0	0
Биотопливо	ЖКХ	196852	118793	74409	49694	42019	37624
Биотопливо	Транспорт	0	1770	3045	18213	42313	60779
Биотопливо	Производство электричества	1320	12825	37568	63180	56563	98757
Биотопливо	Первичное	198172	133387	115022	131087	140895	197159
Прочее первичное		2430	11732	30538	13324	5837	880
АЭС	Производство электричества	4361	19250	80738	170753	251201	377603
ВЭС	Производство электричества	53	3837	33779	175828	492478	965342
СЭС	Производство электричества	2	61	18730	83352	176565	340778
ГЭС	Производство электричества	19124	61168	108547	210326	286138	411193
ГеоЭС	Производство электричества	1	108	106	415	563	773
Общие	Первичное	1123978	2455079	3093842	3375040	3094344	3043256

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	59758	203436	297907	544434	663944	773505
Электричество	ЖКХ	28365	88007	182898	200836	227672	249419
Электричество	Транспорт	1472	5670	14982	51011	191791	400472
Электричество	Конечное	89594	297113	495787	796281	1083407	1423395
Справочно: производство							
ЖУВ		163080	203159	194797	171027	124815	68500
Природный газ		22763	80164	162634	241945	288620	295648
Уголь				3394923	2495545	1027984	115895
Электроэнергия (мВт·ч)				7116728	11216121	14455776	18011976
Водород	Промышленность	0	0	0	849	15158	44200
Водород	Транспорт	0	0	0	7721	52373	142804
Водород	Производство электричества	0	0	0	3239	28619	53621
Водород	Конечное	0	0	0	11809	96150	240624

Индия, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	36057	37703	64593	96579	137021	189928
ЖУВ	ЖКХ	27346	38184	49380	59347	68884	79502
ЖУВ	Транспорт	33343	66723	94671	158358	211974	265140
ЖУВ	Производство электричества	8957	7245	3953	3420	3429	3139
ЖУВ	Первичное	105703	149855	212597	317704	421307	537708
Природный газ	Промышленность	11223	16047	26995	49879	81707	117837
Природный газ	ЖКХ	402	1223	3899	7869	15459	29396
Природный газ	Транспорт	76	1374	3453	6130	10649	18363
Природный газ	Производство электричества	9257	24867	14570	33379	65319	109335
Природный газ	Первичное	20958	43511	48917	97257	173134	274932
Уголь	Промышленность	21345	68807	81604	132594	219533	342394
Уголь	ЖКХ	7377	12097	13310	16698	20109	23106
Уголь	Производство электричества	115104	194561	285612	385844	508788	611522
Уголь	Первичное	143826	275465	380526	535135	748431	977022
Биотопливо	Промышленность	25570	29355	32822	35835	38438	40633
Биотопливо	ЖКХ	118780	142861	123173	130686	127054	120306
Биотопливо	Транспорт	70	210	1084	2431	4731	9184
Биотопливо	Производство электричества	733	8333	20874	23858	28500	36954
Биотопливо	Первичное	145153	180759	177953	192810	198724	207077
Прочее первичное		33	275	801	1152	1297	1438
АЭС	Производство электричества	4404	6844	12196	16437	35287	60843
ВЭС	Производство электричества	145	1690	6045	9471	13678	16616
СЭС	Производство электричества	0	11	4376	6252	9029	12033
ГЭС	Производство электричества	6403	10742	14893	25605	41533	61428
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	426626	669151	858306	1201824	1642420	2149097

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	13620	27513	49087	86539	143778	217403
Электричество	ЖКХ	17373	33281	64108	91275	117944	138785
Электричество	Транспорт	706	1146	1628	3665	12838	32097
Электричество	Конечное	31699	61940	114824	181480	274560	388285
Справочно: производство							
ЖУВ		37240	43139	35569	31684	32972	35388
Природный газ		23069	42965	23225	44503	57898	67120
Уголь				743000	719370	1361000	1777000
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества						
Водород	Конечное						

Индия, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	36057	37703	64593	105345	125132	165138
ЖУВ	ЖКХ	27346	38184	49380	62002	52134	43398
ЖУВ	Транспорт	33343	66723	94671	149583	139786	101833
ЖУВ	Производство электричества	8957	7245	3953	13147	11452	9402
ЖУВ	Первичное	105703	149855	212597	330076	328504	319772
Природный газ	Промышленность	11223	16047	26995	52313	92478	130691
Природный газ	ЖКХ	402	1223	3899	5979	10111	14162
Природный газ	Транспорт	76	1374	3453	7242	15212	18890
Природный газ	Производство электричества	9257	24867	14570	17902	28607	49640
Природный газ	Первичное	20958	43511	48917	83436	146408	213383
Уголь	Промышленность	21345	68807	81604	118831	206831	321924
Уголь	ЖКХ	7377	12097	13310	15297	15787	15882
Уголь	Производство электричества	115104	194561	285612	237340	201114	258098
Уголь	Первичное	143826	275465	380526	371468	423732	595905
Биотопливо	Промышленность	25570	29355	32822	35835	38438	40633
Биотопливо	ЖКХ	118780	142861	123173	135230	116794	97300
Биотопливо	Транспорт	70	210	1084	2806	7447	14497
Биотопливо	Производство электричества	733	8333	20874	55433	96468	140778
Биотопливо	Первичное	145153	180759	177953	229303	259147	293208
Прочее первичное		33	275	801	0	0	0
АЭС	Производство электричества	4404	6844	12196	16969	29346	45224
ВЭС	Производство электричества	145	1690	6045	32543	93372	161660
СЭС	Производство электричества	0	11	4376	17209	39669	60122
ГЭС	Производство электричества	6403	10742	14893	32107	81752	137078
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	1856	7252	18973
Общие	Первичное	426626	669151	858306	1114968	1409182	1845326

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	13620	27513	49087	86126	146519	240876
Электричество	ЖКХ	17373	33281	64108	79933	120610	143545
Электричество	Транспорт	706	1146	1628	5595	56366	139408
Электричество	Конечное	31699	61940	114824	171654	323495	523830
Справочно: производство							
ЖУВ		37240	43139	35569	29549	23168	19360
Природный газ		23069	42965	23225	39738	49704	59564
Уголь				743000	750420	815894	1111546
Электроэнергия (мВт·ч)				1671689	2386163	4155394	6473681
Водород	Промышленность	0	0	0	53	1752	11622
Водород	Транспорт	0	0	0	96	1256	8261
Водород	Производство электричества	0	0	0	296	2859	10844
Водород	Конечное	0	0	0	445	5867	30727

Индия, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	36057	37703	64593	136430	115276	74405
ЖУВ	ЖКХ	27346	38184	49380	30291	21792	12771
ЖУВ	Транспорт	33343	66723	94671	147508	114510	20849
ЖУВ	Производство электричества	8957	7245	3953	8171	2290	0
ЖУВ	Первичное	105703	149855	212597	322399	253869	108025
Природный газ	Промышленность	11223	16047	26995	51383	67038	70815
Природный газ	ЖКХ	402	1223	3899	4190	3945	3475
Природный газ	Транспорт	76	1374	3453	6569	13055	17007
Природный газ	Производство электричества	9257	24867	14570	15147	14626	0
Природный газ	Первичное	20958	43511	48917	77288	98664	91298
Уголь	Промышленность	21345	68807	81604	103284	102429	47786
Уголь	ЖКХ	7377	12097	13310	9918	6572	1955
Уголь	Производство электричества	115104	194561	285612	159485	48027	49574
Уголь	Первичное	143826	275465	380526	272687	157028	99316
Биотопливо	Промышленность	25570	29355	32822	35835	38438	40633
Биотопливо	ЖКХ	118780	142861	123173	47130	30087	14937
Биотопливо	Транспорт	70	210	1084	4565	11270	19520
Биотопливо	Производство электричества	733	8333	20874	15170	9916	9246
Биотопливо	Первичное	145153	180759	177953	102700	89711	84336
Прочее первичное		33	275	801	0	0	0
АЭС	Производство электричества	4404	6844	12196	27370	57564	79100
ВЭС	Производство электричества	145	1690	6045	93398	237900	479661
СЭС	Производство электричества	0	11	4376	18287	41634	73394
ГЭС	Производство электричества	6403	10742	14893	47395	120893	179366
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	2672	4962	3734
Общие	Первичное	426626	669151	858306	964198	1062224	1198230

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	13620	27513	49087	91004	152797	252339
Электричество	ЖКХ	17373	33281	64108	110985	145299	169621
Электричество	Транспорт	706	1146	1628	6385	74469	188482
Электричество	Конечное	31699	61940	114824	208374	372565	610442
Справочно: производство							
ЖУВ		37240	43139	35569	27220	19850	12501
Природный газ		23069	42965	23225	39490	48906	53321
Уголь				743000	656737	378184	239191
Электроэнергия (мВт·ч)				1671689	2807128	4725259	7488452
Водород	Промышленность	0	0	0	53	1752	15109
Водород	Транспорт	0	0	0	295	6763	37031
Водород	Производство электричества	0	0	0	681	1039	10818
Водород	Конечное	0	0	0	1029	9554	62958

Прочие страны Азии, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	171890	193747	203614	244878	281150	322686
ЖУВ	ЖКХ	98724	76625	73427	71043	66690	62575
ЖУВ	Транспорт	274111	327293	361185	489266	557744	615235
ЖУВ	Производство электричества	70062	51944	37487	45692	53044	48123
ЖУВ	Первичное	614788	649609	675714	850877	958628	1048619
Природный газ	Промышленность	47392	70717	98222	127616	153254	166611
Природный газ	ЖКХ	31184	44155	47859	70636	84093	99848
Природный газ	Транспорт	430	6751	6098	11693	23058	39389
Природный газ	Производство электричества	106349	179651	214946	267584	331153	425618
Природный газ	Первичное	185355	301274	367125	477528	591558	731466
Уголь	Промышленность	50664	79628	76388	101499	125895	155721
Уголь	ЖКХ	5241	5729	4799	5084	6114	7197
Уголь	Производство электричества	210347	296706	335921	374029	379751	379222
Уголь	Первичное	266252	382063	417108	480611	511759	542141
Биотопливо	Промышленность	29627	32465	39553	42648	46148	49303
Биотопливо	ЖКХ	118743	130026	104517	115350	112533	107244
Биотопливо	Транспорт	0	1719	8638	13008	17828	24757
Биотопливо	Производство электричества	4355	12034	31130	50038	72467	97343
Биотопливо	Первичное	152725	176245	183839	221044	248976	278647
Прочее первичное		1894	2159	1445	777	705	644
АЭС	Производство электричества	122857	125557	62997	75840	89804	109708
ВЭС	Производство электричества	27	1098	3621	4378	5222	6712
СЭС	Производство электричества	35	412	9860	12001	14402	17811
ГЭС	Производство электричества	19039	23494	31615	44311	67298	98024
ГеоЭС	Производство электричества	23007	30310	36350	55988	66803	82110
Общие	Первичное	1385979	1692220	1789673	2223354	2555156	2915882

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	79446	98299	119820	144105	171382	200726
Электричество	ЖКХ	96372	139220	158357	212950	248625	282361
Электричество	Транспорт	2007	2183	2374	4634	23882	56265
Электричество	Конечное	177825	239702	280551	361689	443889	539352
Справочно: производство							
ЖУВ		183169	165873	130587	105941	86153	73042
Природный газ		195860	283116	331303	380412	423041	450832
Уголь				1176176	1589914	1561269	1685495
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Прочие страны Азии, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	171890	193747	203614	249072	252119	271857
ЖУВ	ЖКХ	98724	76625	73427	80414	80887	80483
ЖУВ	Транспорт	274111	327293	361185	431562	343751	184155
ЖУВ	Производство электричества	70062	51944	37487	30494	22962	13624
ЖУВ	Первичное	614788	649609	675714	791543	699719	550119
Природный газ	Промышленность	47392	70717	98222	139290	153596	201254
Природный газ	ЖКХ	31184	44155	47859	52408	54054	55630
Природный газ	Транспорт	430	6751	6098	12012	18796	21374
Природный газ	Производство электричества	106349	179651	214946	222349	245621	305902
Природный газ	Первичное	185355	301274	367125	426059	472067	584161
Уголь	Промышленность	50664	79628	76388	98169	125397	145769
Уголь	ЖКХ	5241	5729	4799	6567	9480	12767
Уголь	Производство электричества	210347	296706	335921	295897	265532	203036
Уголь	Первичное	266252	382063	417108	400633	400409	361573
Биотопливо	Промышленность	29627	32465	39553	42648	46148	49303
Биотопливо	ЖКХ	118743	130026	104517	101522	91531	80481
Биотопливо	Транспорт	0	1719	8638	12477	30834	54202
Биотопливо	Производство электричества	4355	12034	31130	41873	55371	70001
Биотопливо	Первичное	152725	176245	183839	198520	223885	253987
Прочее первичное		1894	2159	1445	895	756	610
АЭС	Производство электричества	122857	125557	62997	64561	70650	79397
ВЭС	Производство электричества	27	1098	3621	55250	139906	253953
СЭС	Производство электричества	35	412	9860	27053	45386	70143
ГЭС	Производство электричества	19039	23494	31615	51945	85802	142294
ГеоЭС	Производство электричества	23007	30310	36350	52186	79098	123529
Общие	Первичное	1385979	1692220	1789673	2068731	2217678	2419766

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	79446	98299	119820	157324	176590	210134
Электричество	ЖКХ	96372	139220	158357	179127	193246	200002
Электричество	Транспорт	2007	2183	2361	7037	104225	263778
Электричество	Конечное	177825	239702	280538	343488	474061	673914
Справочно: производство							
ЖУВ		183169	165873	130587	94208	57921	38848
Природный газ		195860	283116	331303	341725	356203	368696
Уголь				1114647	1101069	1077324	1020950
Электроэнергия (мВт·ч)				3594540	4643916	6352241	8452777
Водород	Промышленность	0	0	0	723	8626	45234
Водород	Транспорт	0	0	0	314	7909	36571
Водород	Производство электричества	0	0	0	1827	11496	40274
Водород	Конечное	0	0	0	2865	28031	122080

Прочие страны Азии, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	171890	193747	203614	235191	230804	217037
ЖУВ	ЖКХ	98724	76625	73427	50944	35532	20950
ЖУВ	Транспорт	274111	327293	361185	411521	282166	49186
ЖУВ	Производство электричества	70062	51944	37487	16119	1349	0
ЖУВ	Первичное	614788	649609	675714	713775	549851	287173
Природный газ	Промышленность	47392	70717	98222	132420	129734	87982
Природный газ	ЖКХ	31184	44155	47859	35875	23547	13064
Природный газ	Транспорт	430	6751	6098	11290	17951	16777
Природный газ	Производство электричества	106349	179651	214946	208814	62023	7149
Природный газ	Первичное	185355	301274	367125	388398	233255	124973
Уголь	Промышленность	50664	79628	76388	91384	67521	45097
Уголь	ЖКХ	5241	5729	4799	3284	1724	179
Уголь	Производство электричества	210347	296706	335921	182516	41285	0
Уголь	Первичное	266252	382063	417108	277185	110531	45276
Биотопливо	Промышленность	29627	32465	39553	42648	46148	49303
Биотопливо	ЖКХ	118743	130026	104517	68187	41501	19486
Биотопливо	Транспорт	0	1719	8638	22598	45647	62528
Биотопливо	Производство электричества	4355	12034	31130	32710	23662	24814
Биотопливо	Первичное	152725	176245	183839	166143	156957	156132
Прочее первичное		1894	2159	1445	895	423	99
АЭС	Производство электричества	122857	125557	62997	162149	293000	470976
ВЭС	Производство электричества	27	1098	3621	82306	268199	449762
СЭС	Производство электричества	35	412	9860	51070	125054	205456
ГЭС	Производство электричества	19039	23494	31615	57616	108298	153362
ГеоЭС	Производство электричества	23007	30310	36350	28027	22096	21199
Общие	Первичное	1385979	1692220	1789673	1927566	1867664	1914407

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	79446	98299	119820	157756	183094	221160
Электричество	ЖКХ	96372	139220	158357	213967	243851	261499
Электричество	Транспорт	2007	2183	2374	8673	106044	277166
Электричество	Конечное	177825	239702	280551	380396	532988	759825
Справочно: производство							
ЖУВ		183169	165873	130587	86784	46618	18174
Природный газ		195860	283116	331303	306002	194851	93303
Уголь				1114647	568715	172531	70647
Электроэнергия (мВт·ч)				3594540	4991969	6965590	9305201
Водород	Промышленность	0	0	0	723	8626	45234
Водород	Транспорт	0	0	0	9404	53707	154423
Водород	Производство электричества	0	0	0	5529	9978	26298
Водород	Конечное	0	0	0	15656	72312	225955

Российская Федерация, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	27980	37889	45996	38199	46188	50173
ЖУВ	ЖКХ	12605	10181	14206	12896	11355	9119
ЖУВ	Транспорт	46543	63015	71163	80370	84069	83787
ЖУВ	Производство электричества	22433	10192	5721	6057	6432	4826
ЖУВ	Первичное	109561	121277	137086	137522	148045	147905
Природный газ	Промышленность	42763	66351	81839	84656	105772	122356
Природный газ	ЖКХ	47471	44019	52616	58540	62578	66476
Природный газ	Транспорт	26976	33396	27219	31387	31692	31141
Природный газ	Производство электричества	186413	221313	217318	218537	221257	216922
Природный газ	Первичное	303623	364878	378993	393121	421299	436895
Уголь	Промышленность	3363	1527	19656	15754	10817	5548
Уголь	ЖКХ	9973	4101	1929	1319	1003	771
Уголь	Производство электричества	102111	99931	92223	85197	82444	73887
Уголь	Первичное	115447	105559	113807	102270	94265	80206
Биотопливо	Промышленность	590	357	3262	3628	2378	1357
Биотопливо	ЖКХ	2461	1991	2325	1812	1941	1328
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	264	379	530
Биотопливо	Производство электричества	3765	4457	4654	4556	4910	5214
Биотопливо	Первичное	6816	6805	10241	10260	9608	8429
Прочее первичное		0	0	6			
АЭС	Производство электричества	34413	44753	52801	53347	67824	81937
ВЭС	Производство электричества	0	0	45	87	190	330
СЭС	Производство электричества	0	0	110	267	549	928
ГЭС	Производство электричества	14108	14315	16267	17094	22795	28811
ГеоЭС	Производство электричества	50	430	366	104	136	169
Общие	Первичное	584018	658017	708958	714072	764711	785609

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	26862	28104	28772	32693	41945	48883
Электричество	ЖКХ	20224	27046	26843	30611	33357	35535
Электричество	Транспорт	4815	6236	5986	7569	10805	14511
Электричество	Конечное	51901	61387	61601	70943	85977	99468
Справочно: производство							
ЖУВ		323256	506540	516038	608051	671672	696858
Природный газ		470739	540157	579132	590914	673370	764962
Уголь				442360	430225	428622	437467
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Российская Федерация, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	27980	37889	45996	38418	37706	33571
ЖУВ	ЖКХ	12605	10181	14206	10132	7521	5365
ЖУВ	Транспорт	46543	63015	71163	74326	60757	39207
ЖУВ	Производство электричества	22433	10192	5721	1809	125	0
ЖУВ	Первичное	109561	121277	137086	124685	106108	78143
Природный газ	Промышленность	42763	66351	81839	75478	98734	119364
Природный газ	ЖКХ	47471	44019	52616	49901	43639	37955
Природный газ	Транспорт	26976	33396	27219	31445	30545	31304
Природный газ	Производство электричества	186413	221313	217318	211275	202079	174881
Природный газ	Первичное	303623	364878	378993	368094	374998	363503
Уголь	Промышленность	3363	1527	19656	11374	6317	2637
Уголь	ЖКХ	9973	4101	1929	416	216	0
Уголь	Производство электричества	102111	99931	92223	68632	43038	25406
Уголь	Первичное	115447	105559	113807	80422	49571	28043
Биотопливо	Промышленность	590	357	3262	3954	2592	1479
Биотопливо	ЖКХ	2461	1991	2325	3097	3910	4458
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	247	1373	2877
Биотопливо	Производство электричества	3765	4457	4654	7658	10497	15118
Биотопливо	Первичное	6816	6805	10241	14956	18372	23932
Прочее первичное		0	0	6	29	45	55
АЭС	Производство электричества	34413	44753	52801	49894	49724	51378
ВЭС	Производство электричества	0	0	45	6839	23118	43050
СЭС	Производство электричества	0	0	110	1289	4399	7274
ГЭС	Производство электричества	14108	14315	16267	17815	21509	27273
ГеоЭС	Производство электричества	50	430	366	686	1262	2316
Общие	Первичное	584018	658219	709721	664709	649105	624969

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	26862	28104	28772	27633	37925	51497
Электричество	ЖКХ	20224	27046	26843	33575	33918	32110
Электричество	Транспорт	4815	6236	5986	8517	16486	25883
Электричество	Конечное	51901	61387	61601	69725	88330	109490
Справочно: производство							
ЖУВ		323256	506540	516038	521328	426158	341971
Природный газ		470739	540157	579132	526541	584619	676022
Уголь				425517	307306	214949	155390
Электроэнергия (мВт·ч)				1093660	1196038	1416227	1654896
Водород	Промышленность				46	1981	7819
Водород	Транспорт	0	0	0	13	557	3025
Водород	Производство электричества	0	0	0	40	298	1047
Водород	Конечное	0	0	0	100	2835	11890

Российская Федерация, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	27980	37889	45996	35474	28204	21010
ЖУВ	ЖКХ	12605	10181	14206	8963	6185	4106
ЖУВ	Транспорт	46543	63015	71163	72280	52118	21847
ЖУВ	Производство электричества	22433	10192	5721	11590	2779	0
ЖУВ	Первичное	109561	121277	137086	128308	89286	46962
Природный газ	Промышленность	42763	66351	81839	77001	101599	125606
Природный газ	ЖКХ	47471	44019	52616	34107	24978	17354
Природный газ	Транспорт	26976	33396	27219	31469	30572	31275
Природный газ	Производство электричества	186413	221313	217318	180394	127276	77614
Природный газ	Первичное	303623	364878	378993	322970	284426	251850
Уголь	Промышленность	3363	1527	19656	11425	7808	5284
Уголь	ЖКХ	9973	4101	1929	377	187	0
Уголь	Производство электричества	102111	99931	92223	31449	37898	46278
Уголь	Первичное	115447	105559	113807	43251	45893	51562
Биотопливо	Промышленность	590	357	3262	3954	2592	1479
Биотопливо	ЖКХ	2461	1991	2325	2774	3275	3441
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	1588	3577	5080
Биотопливо	Производство электричества	3765	4457	4654	1663	1188	0
Биотопливо	Первичное	6816	6805	10241	9979	10632	10000
Прочее первичное		0	0	6	25	34	36
АЭС	Производство электричества	34413	44753	52801	60865	93496	120101
ВЭС	Производство электричества	0	0	45	11107	44382	95593
СЭС	Производство электричества	0	0	110	1572	8271	16138
ГЭС	Производство электричества	14108	14315	16267	20727	36726	51230
ГеоЭС	Производство электричества	50	430	366	837	2373	5415
Общие	Первичное	584018	658017	708958	599641	615520	648887

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	26862	28104	28772	28485	40667	55234
Электричество	ЖКХ	20224	27046	26843	33874	30493	23887
Электричество	Транспорт	4815	6236	5986	8023	20995	45818
Электричество	Конечное	51901	61387	61601	70383	92156	124939
Справочно: производство							
ЖУВ		323256	506540	516038	497176	344796	148500
Природный газ		470739	540157	579132	492242	409845	332997
Уголь				425517	169527	104419	102788
Электроэнергия (мВт·ч)				1093660	1157712	1420035	1717275
Водород	Промышленность	0	0	0	46	1981	7819
Водород	Транспорт	0	0	0	135	2275	8007
Водород	Производство электричества	0	0	0	51	411	26270
Водород	Конечное	0	0	0	232	4667	42096

Прочие страны ЕАЭС, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	4325	4408	5233	5106	6183	7513
ЖУВ	ЖКХ	2368	3173	5367	7612	10022	12816
ЖУВ	Транспорт	5870	9021	9740	13096	18777	24195
ЖУВ	Производство электричества	2432	603	243	289	228	173
ЖУВ	Первичное	14995	17204	20584	26102	35209	44696
Природный газ	Промышленность	2086	4613	4279	4579	5817	7245
Природный газ	ЖКХ	4224	3888	6764	8288	10209	12205
Природный газ	Транспорт	219	628	1069	1354	1718	2132
Природный газ	Производство электричества	14158	15275	18158	16514	19863	20557
Природный газ	Первичное	20687	24404	30270	30734	37607	42138
Уголь	Промышленность	3721	10523	4650	3465	2272	1080
Уголь	ЖКХ	526	4663	5280	6512	7892	9114
Уголь	Производство электричества	17907	21172	32354	30536	34836	41465
Уголь	Первичное	22154	36358	42284	40513	45001	51659
Биотопливо	Промышленность	24	47	71	99	124	145
Биотопливо	ЖКХ	798	904	892	709	721	744
Биотопливо	Транспорт	0	11	2	29	52	93
Биотопливо	Производство электричества	208	619	972	1250	1489	1894
Биотопливо	Первичное	1030	1581	1937	2087	2386	2876
Прочее первичное		0	0	3	78	110	140
АЭС	Производство электричества	522	649	836	4938	5655	8690
ВЭС	Производство электричества	0	1	101	101	119	175
СЭС	Производство электричества	0	0	121	120	141	209
ГЭС	Производство электричества	1861	1869	2966	2951	3465	5140
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	61248	82067	99102	107625	129693	155724

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	3232	4827	6287	6214	6822	7822
Электричество	ЖКХ	2789	3227	6393	5717	7055	8405
Электричество	Транспорт	224	176	379	582	1338	2904
Электричество	Конечное	6246	8230	13059	12514	15214	19131
Справочно: производство							
ЖУВ		38102	84868	91527	108897	126038	134362
Природный газ		7833	24760	34108	38590	47333	56386
Уголь				108352	106529	123710	132180
Водород							
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Прочие страны ЕАЭС, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	4325	4408	5233	6126	7231	6287
ЖУВ	ЖКХ	2368	3173	5367	3671	2583	1271
ЖУВ	Транспорт	5870	9021	9740	12541	13513	11918
ЖУВ	Производство электричества	2432	603	243	126	98	42
ЖУВ	Первичное	14995	17204	20584	22463	23425	19517
Природный газ	Промышленность	2086	4613	4279	4891	6515	7708
Природный газ	ЖКХ	4224	3888	6764	8059	8832	9570
Природный газ	Транспорт	219	628	1069	1410	1813	3153
Природный газ	Производство электричества	14158	15275	18158	18968	20500	24329
Природный газ	Первичное	20687	24404	30270	33328	37660	44760
Уголь	Промышленность	3721	10523	4650	3394	2137	880
Уголь	ЖКХ	526	4663	5280	3398	1842	0
Уголь	Производство электричества	17907	21172	32354	30265	27018	23528
Уголь	Первичное	22154	36358	42284	37057	30997	24408
Биотопливо	Промышленность	24	47	71	99	124	145
Биотопливо	ЖКХ	798	904	892	1611	2445	3502
Биотопливо	Транспорт	0	11	2	40	271	725
Биотопливо	Производство электричества	208	619	972	1207	1734	2220
Биотопливо	Первичное	1030	1581	1937	2956	4574	6592
Прочее первичное		0	0	3	16	26	34
АЭС	Производство электричества	522	649	836	6995	15350	24157
ВЭС	Производство электричества	0	1	101	1480	3596	5839
СЭС	Производство электричества	0	0	121	642	1439	2318
ГЭС	Производство электричества	1861	1869	2966	6043	10591	15728
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	61248	82067	99102	110979	127658	143353

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	3232	4827	6287	7264	8282	8855
Электричество	ЖКХ	2789	3227	6393	13067	19827	27196
Электричество	Транспорт	224	176	373	692	4774	9987
Электричество	Конечное	6246	8230	13053	21024	32882	46039
Справочно: производство							
ЖУВ		38102	84868	91527	90991	81463	57764
Природный газ		7833	24760	34108	35399	40956	48231
Уголь				108352	95418	79468	62295
Электроэнергия (мВт·ч)				185257	281999	413528	569180
Водород	Промышленность	0	0	0	10	37	124
Водород	Транспорт	0	0	0	8	109	729
Водород	Производство электричества	0	0	0	2	31	220
Водород	Конечное	0	0	0	20	177	1073

Прочие страны ЕАЭС, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	4325	4408	5233	6048	6444	5078
ЖУВ	ЖКХ	2368	3173	5367	3029	2077	985
ЖУВ	Транспорт	5870	9021	9740	12312	10595	3283
ЖУВ	Производство электричества	2432	603	243	171	74	0
ЖУВ	Первичное	14995	17204	20584	21560	19190	9345
Природный газ	Промышленность	2086	4613	4279	4942	6889	8168
Природный газ	ЖКХ	4224	3888	6764	6389	5970	5348
Природный газ	Транспорт	219	628	1069	1396	1763	2226
Природный газ	Производство электричества	14158	15275	18158	15668	14526	12595
Природный газ	Первичное	20687	24404	30270	28395	29148	28337
Уголь	Промышленность	3721	10523	4650	3323	2001	680
Уголь	ЖКХ	526	4663	5280	3240	1704	0
Уголь	Производство электричества	17907	21172	32354	26691	11061	6147
Уголь	Первичное	22154	36358	42284	33253	14767	6827
Биотопливо	Промышленность	24	47	71	99	124	145
Биотопливо	ЖКХ	798	904	892	1525	2237	3116
Биотопливо	Транспорт	0	11	2	185	591	1149
Биотопливо	Производство электричества	208	619	972	3024	7678	15314
Биотопливо	Первичное	1030	1581	1937	4833	10629	19723
Прочее первичное		0	0	3	14	21	25
АЭС	Производство электричества	522	649	836	8445	18775	26485
ВЭС	Производство электричества	0	1	101	120	141	209
СЭС	Производство электричества	0	0	121	775	2273	3733
ГЭС	Производство электричества	1861	1869	2966	7296	15014	23514
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	61248	82067	99102	104691	109957	118198

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	3232	4827	6287	7412	9060	9806
Электричество	ЖКХ	2789	3227	6393	13701	20167	27127
Электричество	Транспорт	224	176	379	780	7140	18056
Электричество	Конечное	6246	8230	13059	21893	36367	54988
Справочно: производство							
ЖУВ		38102	84868	91527	82550	57746	20645
Природный газ		7833	24760	34108	29646	26305	22047
Уголь				108352	77234	37726	21336
Электроэнергия (мВт·ч)				185257	283768	447764	659323
Водород	Промышленность	0	0	0	10	37	124
Водород	Транспорт	0	0	0	19	391	1799
Водород	Производство электричества	0	0	0	10	231	904
Водород	Конечное	0	0	0	39	659	2826

Евросоюз+Великобритания, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	142284	121485	102968	95893	91573	89064
ЖУВ	ЖКХ	99973	78895	57025	46726	36015	27255
ЖУВ	Транспорт	378895	394171	340280	370449	332400	285826
ЖУВ	Производство электричества	42963	23138	13950	14528	13569	14084
ЖУВ	Первичное	664115	617689	514223	527597	473556	416229
Природный газ	Промышленность	117315	99720	104556	103354	104488	96874
Природный газ	ЖКХ	153887	176059	147404	155497	149480	141908
Природный газ	Транспорт	895	2605	3500	6970	12990	22774
Природный газ	Производство электричества	103163	150355	101033	104071	121873	124002
Природный газ	Первичное	375260	428739	356494	369892	388831	385559
Уголь	Промышленность	29802	19877	17011	14453	12261	11157
Уголь	ЖКХ	13162	15189	9803	6973	3783	909
Уголь	Производство электричества	276620	244399	171004	146811	143199	141029
Уголь	Первичное	319584	279465	197819	168236	159243	153095
Биотопливо	Промышленность	16525	22177	28663	34453	39921	45066
Биотопливо	ЖКХ	32068	51659	49384	52023	53379	54581
Биотопливо	Транспорт	713	13156	17513	17638	16993	16733
Биотопливо	Производство электричества	17298	46899	58612	61345	67249	71283
Биотопливо	Первичное	66604	133891	154171	165459	177543	187662
Прочее первичное		925	1965	3099	3249	3121	2996
АЭС	Производство электричества	246302	238833	218601	219653	227856	235894
ВЭС	Производство электричества	1908	12908	40385	49097	55451	56894
СЭС	Производство электричества	10	2238	13216	16123	18150	18587
ГЭС	Производство электричества	30686	32435	33085	36929	44413	46580
ГеоЭС	Производство электричества	4188	5114	5920	6479	7628	8173
Общие	Первичное	1709582	1753277	1537012	1562716	1555792	1511669

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	91133	88683	93388	98999	102871	106540
Электричество	ЖКХ	120171	150123	138645	147868	148542	149188
Электричество	Транспорт	4749	4627	4496	17826	31151	58812
Электричество	Конечное	216053	243433	236529	264693	282564	314539
Справочно: производство							
ЖУВ		175471	98713	73404	40898	36163	34309
Природный газ		209783	159292	75461	54011	40357	35227
Уголь				335500	191523	87217	74842
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Евросоюз+Великобритания, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	142284	121485	102968	90102	83075	77150
ЖУВ	ЖКХ	99973	78895	57025	35431	22419	12141
ЖУВ	Транспорт	378895	394171	340280	338954	205425	61511
ЖУВ	Производство электричества	42963	23138	13950	14929	12092	5060
ЖУВ	Первичное	664115	617689	514223	479417	323010	155862
Природный газ	Промышленность	117315	99720	104556	102092	108352	116104
Природный газ	ЖКХ	153887	176059	147404	126586	97717	74387
Природный газ	Транспорт	895	2605	3500	7190	9753	11209
Природный газ	Производство электричества	103163	150355	101033	114945	138869	150349
Природный газ	Первичное	375260	428739	356494	350812	354691	352049
Уголь	Промышленность	29802	19877	17011	11615	9658	8328
Уголь	ЖКХ	13162	15189	9803	4304	1894	0
Уголь	Производство электричества	276620	244399	171004	140464	131813	128309
Уголь	Первичное	319584	279465	197819	156382	143364	136636
Биотопливо	Промышленность	16525	22177	28663	34453	39921	45066
Биотопливо	ЖКХ	32068	51659	49384	49477	51851	52989
Биотопливо	Транспорт	713	13156	17513	20954	38519	46568
Биотопливо	Производство электричества	17298	46899	58612	56069	51958	41288
Биотопливо	Первичное	66604	133891	154171	160953	182249	185910
Прочее первичное		925	1965	3099	3873	2440	1337
АЭС	Производство электричества	246302	238833	218601	221096	222594	223213
ВЭС	Производство электричества	1908	12908	40385	93245	152092	201308
СЭС	Производство электричества	10	2238	13216	34526	48805	63032
ГЭС	Производство электричества	30686	32435	33085	37410	43037	48439
ГеоЭС	Производство электричества	4188	5114	5920	8738	12358	16458
Общие	Первичное	1709582	1753277	1537012	1546452	1484640	1384243

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	91133	88683	93388	96908	103852	108935
Электричество	ЖКХ	120171	150123	138645	141996	137434	131141
Электричество	Транспорт	4749	4627	4382	31553	94673	179467
Электричество	Конечное	216053	243433	236415	270457	335960	419543
Справочно: производство							
ЖУВ		175471	98713	73404	39981	26345	19632
Природный газ		209783	159292	75461	49545	34920	30131
Уголь				335500	191523	87217	74842
Электроэнергия (мВт·ч)				3294498	4198410	4897020	5508783
Водород							
Водород	Промышленность	0	0	0	11172	38111	39348
Водород	Транспорт	0	0	0	902	11360	35737
Водород	Производство электричества	0	0	0	542	3668	10371
Водород	Конечное	0	0	0	12616	53139	85456

Евросоюз+Великобритания, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	142284	121485	102968	85408	68361	45448
ЖУВ	ЖКХ	99973	78895	57025	22211	13560	7448
ЖУВ	Транспорт	378895	394171	340280	313397	172163	22182
ЖУВ	Производство электричества	42963	23138	13950	11700	5812	0
ЖУВ	Первичное	664115	617689	514223	432717	259896	75078
Природный газ	Промышленность	117315	99720	104556	49310	24378	14596
Природный газ	ЖКХ	153887	176059	147404	77087	39436	13096
Природный газ	Транспорт	895	2605	3500	7497	7717	6115
Природный газ	Производство электричества	103163	150355	101033	132981	95765	0
Природный газ	Первичное	375260	428739	356494	266875	167297	33808
Уголь	Промышленность	29802	19877	17011	8702	3101	1258
Уголь	ЖКХ	13162	15189	9803	3846	1556	0
Уголь	Производство электричества	276620	244399	171004	51086	10432	0
Уголь	Первичное	319584	279465	197819	63634	15090	1258
Биотопливо	Промышленность	16525	22177	28663	34453	39921	45066
Биотопливо	ЖКХ	32068	51659	49384	49276	50152	48178
Биотопливо	Транспорт	713	13156	17513	35049	51199	61109
Биотопливо	Производство электричества	17298	46899	58612	53070	43567	39574
Биотопливо	Первичное	66604	133891	154171	171848	184838	193927
Прочее первичное		925	1965	3099	3488	2038	1033
АЭС	Производство электричества	246302	238833	218601	240511	291466	333070
ВЭС	Производство электричества	1908	12908	40385	143231	239137	328965
СЭС	Производство электричества	10	2238	13216	41659	61107	81894
ГЭС	Производство электричества	30686	32435	33085	42002	56069	71641
ГеоЭС	Производство электричества	4188	5114	5920	5558	5395	5786
Общие	Первичное	1709582	1753277	1537012	1411523	1282334	1126461

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	91133	88683	93388	96950	104583	110292
Электричество	ЖКХ	120171	150123	138645	161183	147055	130060
Электричество	Транспорт	4749	4627	4496	35175	96951	182191
Электричество	Конечное	216053	243433	236529	293307	348588	422542
Справочно: производство							
ЖУВ		175471	98713	73404	36830	21203	8291
Природный газ		209783	159292	75461	42306	18245	10016
Уголь				335500	175716	41668	3475
Электроэнергия (мВт·ч)				3294498	4463059	5059939	5563901
Водород	Промышленность	0	0	0	11172	38111	39348
Водород	Транспорт	0	0	0	8435	31700	62896
Водород	Производство электричества	0	0	0	1308	10046	813
Водород	Конечное	0	0	0	20915	79856	103057

Ближний, Средний Восток и Северная Африка, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	62603	93446	106607	116760	132854	148033
ЖУВ	ЖКХ	43706	45780	35134	27196	20366	15097
ЖУВ	Транспорт	131902	201898	217784	266504	284496	286975
ЖУВ	Производство электричества	63161	95565	89356	86371	71546	59723
ЖУВ	Первичное	301372	436689	448881	496831	509261	509828
Природный газ	Промышленность	63046	124247	153710	189676	228826	274398
Природный газ	ЖКХ	45979	76277	90856	119631	143596	166648
Природный газ	Транспорт	3624	8563	13355	17451	22779	29972
Природный газ	Производство электричества	101638	195200	277768	343286	435679	542449
Природный газ	Первичное	214287	404287	535689	670044	830881	1013467
Уголь	Промышленность	1237	1544	7757	8631	11429	14442
Уголь	ЖКХ	239	329	1008	1327	1541	1753
Уголь	Производство электричества	11745	12536	12434	16741	17157	20908
Уголь	Первичное	13221	14409	21199	26699	30127	37103
Биотопливо	Промышленность	1078	915	819	704	611	541
Биотопливо	ЖКХ	3632	4888	4326	2565	793	765
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	759	1126	1668
Биотопливо	Производство электричества	1	23	373	1793	5961	13410
Биотопливо	Первичное	4711	5826	5518	5821	8492	16385
Прочее первичное		665	1288	588	874	1025	1175
АЭС	Производство электричества	0	0	1830	2075	2247	2597
ВЭС	Производство электричества	23	213	586	690	838	1039
СЭС	Производство электричества	0	26	1179	1348	1599	1934
ГЭС	Производство электричества	3684	5913	4948	8385	16521	28314
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	537962	868651	1020417	1212767	1400992	1611841

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	14011	22443	26202	31898	37353	42909
Электричество	ЖКХ	37600	67464	97981	129016	161896	191474
Электричество	Транспорт	499	573	637	933	12383	28961
Электричество	Конечное	52110	90480	124820	161848	211633	263345
Справочно: производство							
ЖУВ		1379821	1532391	1488953	1855687	2120845	2300190
Природный газ		344221	633845	839510	1085041	1318771	1552271
Уголь				7650	7665	7416	7181
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Ближний, Средний Восток и Северная Африка, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	62603	93446	106607	127827	134151	123239
ЖУВ	ЖКХ	43706	45780	35134	24891	20923	15671
ЖУВ	Транспорт	131902	201898	217784	217563	177217	126095
ЖУВ	Производство электричества	63161	95565	89356	70946	63340	34671
ЖУВ	Первичное	301372	436689	448881	441226	395632	299677
Природный газ	Промышленность	63046	124247	153710	194545	228290	276459
Природный газ	ЖКХ	45979	76277	90856	99656	106559	112114
Природный газ	Транспорт	3624	8563	13355	16054	20669	23780
Природный газ	Производство электричества	101638	195200	277768	312981	326330	337975
Природный газ	Первичное	214287	404287	535689	623236	681847	750328
Уголь	Промышленность	1237	1544	7757	8221	10881	13667
Уголь	ЖКХ	239	329	1008	897	439	0
Уголь	Производство электричества	11745	12536	12434	12017	10366	9979
Уголь	Первичное	13221	14409	21199	21135	21686	23646
Биотопливо	Промышленность	1078	915	819	704	611	541
Биотопливо	ЖКХ	3632	4888	4326	2244	1266	0
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	667	4889	9869
Биотопливо	Производство электричества	1	23	373	3369	10951	24600
Биотопливо	Первичное	4711	5826	5518	6983	17717	35010
Прочее первичное		665	1288	588	0	0	0
АЭС	Производство электричества	0	0	1830	3425	5473	7059
ВЭС	Производство электричества	23	213	586	17222	50671	97054
СЭС	Производство электричества	0	26	1179	6191	18024	29778
ГЭС	Производство электричества	3684	5913	4948	6756	9750	12755
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	537962	868651	1020417	1126176	1200799	1255308

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	14011	22443	26202	31912	37879	44454
Электричество	ЖКХ	37600	67464	97981	126051	155786	188422
Электричество	Транспорт	499	573	637	5339	24424	48986
Электричество	Конечное	52110	90480	124820	163301	218089	281862
Справочно: производство							
ЖУВ		1379821	1532391	1488953	1753194	1544813	1167583
Природный газ		344221	633845	839510	1019918	1179690	1365082
Уголь				7650	7665	7416	7181
Электроэнергия (мВт·ч)				1672923	2109879	2813150	3505728
Водород	Промышленность	0	0	0	134	198	271
Водород	Транспорт	0	0	0	164	2149	8804
Водород	Производство электричества	0	0	0	224	1176	1965
Водород	Конечное	0	0	0	522	3524	11040

Ближний, Средний Восток и Северная Африка, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	62603	93446	106607	102937	90568	73937
ЖУВ	ЖКХ	43706	45780	35134	18296	12445	6533
ЖУВ	Транспорт	131902	201898	217784	208943	139586	35164
ЖУВ	Производство электричества	63161	95565	89356	49701	3739	338
ЖУВ	Первичное	301372	436689	448881	379877	246338	115972
Природный газ	Промышленность	63046	124247	153710	148792	84496	74487
Природный газ	ЖКХ	45979	76277	90856	78051	67515	56351
Природный газ	Транспорт	3624	8563	13355	16339	20974	18444
Природный газ	Производство электричества	101638	195200	277768	295004	99702	62196
Природный газ	Первичное	214287	404287	535689	538186	272686	211478
Уголь	Промышленность	1237	1544	7757	7957	6502	5312
Уголь	ЖКХ	239	329	1008	105	0	0
Уголь	Производство электричества	11745	12536	12434	13761	6375	1400
Уголь	Первичное	13221	14409	21199	21824	12877	6712
Биотопливо	Промышленность	1078	915	819	704	611	541
Биотопливо	ЖКХ	3632	4888	4326	1953	1007	0
Биотопливо	Транспорт	0	0	0	4472	10923	16763
Биотопливо	Производство электричества	1	23	373	1265	2300	4943
Биотопливо	Первичное	4711	5826	5518	8394	14841	22246
Прочее первичное		665	1288	588	0	0	0
АЭС	Производство электричества	0	0	1830	6135	12934	20951
ВЭС	Производство электричества	23	213	586	26705	162944	286319
СЭС	Производство электричества	0	26	1179	9600	50997	82466
ГЭС	Производство электричества	3684	5913	4948	10477	27518	35626
ГеоЭС	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Общие	Первичное	537962	868651	1020417	1001197	801136	781771

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	14011	22443	26202	30453	38032	46466
Электричество	ЖКХ	37600	67464	97981	124963	148068	171816
Электричество	Транспорт	499	573	637	9160	47354	109793
Электричество	Конечное	52110	90480	124820	164576	233453	328075
Справочно: производство							
ЖУВ		1379821	1532391	1488953	1640424	1226192	551829
Природный газ		344221	633845	839510	907339	643059	380296
Уголь				7650	7665	7416	7181
Электроэнергия (мВт·ч)				1672923	2209986	3158842	4060726
Водород	Промышленность	0	0	0	320	2736	14089
Водород	Транспорт	0	0	0	873	10511	37372
Водород	Производство электричества	0	0	0	461	4595	17460
Водород	Конечное	0	0	0	1654	17843	68920

Субсахарская Африка, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	6232	10796	13277	28103	45192	68041
ЖУВ	ЖКХ	8424	10270	12149	15547	21070	28292
ЖУВ	Транспорт	37603	55503	72542	92839	112368	136242
ЖУВ	Производство электричества	3184	5559	11731	14158	17505	20582
ЖУВ	Первичное	55443	82128	109699	150647	196134	253158
Природный газ	Промышленность	1437	5484	8482	12251	17424	24315
Природный газ	ЖКХ	493	3	287	2532	5649	9837
Природный газ	Транспорт	5	8	9	80	277	1090
Природный газ	Производство электричества	3734	6827	30633	34621	44547	53498
Природный газ	Первичное	5668	12322	39410	49485	67897	88740
Уголь	Промышленность	14203	11677	11207	13398	14877	16734
Уголь	ЖКХ	2216	3763	10008	11251	14181	17569
Уголь	Производство электричества	54927	68289	66293	77930	101140	117420
Уголь	Первичное	71346	83729	87508	102580	130198	151723
Биотопливо	Промышленность	10092	19849	15044	12133	9589	7414
Биотопливо	ЖКХ	196357	241221	293594	378721	459111	540266
Биотопливо	Транспорт	0	3	50	354	720	1311
Биотопливо	Производство электричества	387	635	1786	2019	2422	2698
Биотопливо	Первичное	206836	261708	310473	393227	471842	551689
Прочее первичное		1	68	105	125	122	119
АЭС	Производство электричества	3390	3153	3635	4217	5265	6748
ВЭС	Производство электричества	1	7	1875	1320	1722	2277
СЭС	Производство электричества	0	9	649	768	974	1321
ГЭС	Производство электричества	5143	7544	11166	13941	18137	30498
ГеоЭС	Производство электричества	373	1264	4289	5247	6821	8919
Общие	Первичное	348200	451931	568811	721556	899112	1095191

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	11209	14687	16086	18985	22236	25391
Электричество	ЖКХ	9617	13191	22982	27643	41749	62925
Электричество	Транспорт	300	258	176	434	1981	4836
Электричество	Конечное	21126	28136	39244	47062	65966	93153
Справочно: производство							
ЖУВ		197700	275813	210383	195128	237718	291947
Природный газ		13439	39095	62238	75830	101616	125187
Уголь				251960	343942	391266	405868
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Субсахарская Африка, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	6232	10796	13277	16271	23117	28681
ЖУВ	ЖКХ	8424	10270	12149	22848	32178	43400
ЖУВ	Транспорт	37603	55503	72542	91271	89547	67038
ЖУВ	Производство электричества	3184	5559	11731	14476	15924	3089
ЖУВ	Первичное	55443	82128	109699	144867	160766	142207
Природный газ	Промышленность	1437	5484	8482	13709	18647	25267
Природный газ	ЖКХ	493	3	287	1401	17380	37877
Природный газ	Транспорт	5	8	9	178	1023	2948
Природный газ	Производство электричества	3734	6827	30633	29731	27989	24115
Природный газ	Первичное	5668	12322	39410	45019	65039	90207
Уголь	Промышленность	14203	11677	11207	12353	14335	15633
Уголь	ЖКХ	2216	3763	10008	18132	21056	23836
Уголь	Производство электричества	54927	68289	66293	61250	47883	60043
Уголь	Первичное	71346	83729	87508	91735	83275	99512
Биотопливо	Промышленность	10092	19849	15044	12133	9589	7414
Биотопливо	ЖКХ	196357	241221	293594	303431	309603	302535
Биотопливо	Транспорт	0	3	50	1374	6256	15207
Биотопливо	Производство электричества	387	635	1786	3025	4786	6248
Биотопливо	Первичное	206836	261708	310473	319963	330235	331404
Прочее первичное		1	68	105	0	0	0
АЭС	Производство электричества	3390	3153	3635	7587	14831	24158
ВЭС	Производство электричества	1	7	1875	17266	51578	90664
СЭС	Производство электричества	0	9	649	3702	11290	21105
ГЭС	Производство электричества	5143	7544	11166	19778	33523	46165
ГеоЭС	Производство электричества	373	1264	4289	11528	27469	52460
Общие	Первичное	348200	451931	568811	661446	778004	897882

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	11209	14687	16086	18713	22142	26416
Электричество	ЖКХ	9617	13191	22982	50992	88418	124675
Электричество	Транспорт	300	258	175	1074	14109	43611
Электричество	Конечное	21126	28136	39243	70779	124669	194702
Справочно: производство							
ЖУВ		197700	275813	210383	181951	183853	187326
Природный газ		13439	39095	62238	80772	107614	135728
Уголь				251960	256292	249881	297236
Электроэнергия (мВт·ч)				617480	992576	1670450	2441903
Водород	Промышленность	0	0	0	1289	3406	3598
Водород	Транспорт	0	0	0	63	954	4729
Водород	Производство электричества	0	0	0	52	658	1842
Водород	Конечное	0	0	0	1404	5017	10169

Субсахарская Африка, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	6232	10796	13277	19537	24154	28401
ЖУВ	ЖКХ	8424	10270	12149	16134	20417	24940
ЖУВ	Транспорт	37603	55503	72542	89540	77970	37312
ЖУВ	Производство электричества	3184	5559	11731	6718	2375	0
ЖУВ	Первичное	55443	82128	109699	131928	124917	90653
Природный газ	Промышленность	1437	5484	8482	12785	16430	6924
Природный газ	ЖКХ	493	3	287	1587	17088	33538
Природный газ	Транспорт	5	8	9	186	1032	2882
Природный газ	Производство электричества	3734	6827	30633	23523	16097	6843
Природный газ	Первичное	5668	12322	39410	38081	50647	50187
Уголь	Промышленность	14203	11677	11207	15055	9218	6798
Уголь	ЖКХ	2216	3763	10008	11381	6797	1896
Уголь	Производство электричества	54927	68289	66293	45742	52755	57812
Уголь	Первичное	71346	83729	87508	72178	68770	66505
Биотопливо	Промышленность	10092	19849	15044	12133	9589	7414
Биотопливо	ЖКХ	196357	241221	293594	244050	174138	100118
Биотопливо	Транспорт	0	3	50	2682	8736	18284
Биотопливо	Производство электричества	387	635	1786	3514	7212	9458
Биотопливо	Первичное	206836	261708	310473	262378	199675	135274
Прочее первичное		1	68	105	0	0	0
АЭС	Производство электричества	3390	3153	3635	13311	32044	45691
ВЭС	Производство электричества	1	7	1875	28726	71426	136949
СЭС	Производство электричества	0	9	649	4209	12491	23049
ГЭС	Производство электричества	5143	7544	11166	26976	62659	91983
ГеоЭС	Производство электричества	373	1264	4289	13106	42286	99219
Общие	Первичное	348200	451931	568811	590893	664914	739510

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	11209	14687	16086	18713	22142	26416
Электричество	ЖКХ	9617	13191	22982	59634	127227	193811
Электричество	Транспорт	300	258	176	1390	21020	60024
Электричество	Конечное	21126	28136	39244	79738	170388	280251
Справочно: производство							
ЖУВ		197700	275813	210383	167611	138950	85083
Природный газ		13439	39095	62238	51880	48383	34754
Уголь				251960	173862	154198	143937
Электроэнергия (мВт·ч)				617480	1096802	2199829	3423703
Водород	Промышленность	0	0	0	1289	3406	3598
Водород	Транспорт	0	0	0	146	3091	14954
Водород	Производство электричества	0	0	0	263	1689	2756
Водород	Конечное	0	0	0	1698	8186	21309

США и Канада, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	182916	174379	165920	147473	147431	155403
ЖУВ	ЖКХ	70037	60969	42878	44129	42497	41437
ЖУВ	Транспорт	664953	660732	592652	679414	688371	661286
ЖУВ	Производство электричества	60336	10907	12243	12144	13493	14578
ЖУВ	Первичное	978242	906987	813693	883160	891792	872705
Природный газ	Промышленность	178754	137355	168209	171988	181965	199380
Природный газ	ЖКХ	214721	207728	212866	210286	203189	196981
Природный газ	Транспорт	15944	17124	23311	28796	29742	28966
Природный газ	Производство электричества	144272	196639	263723	297070	336257	379801
Природный газ	Первичное	553691	558847	668108	708140	751152	805127
Уголь	Промышленность	29184	25444	13578	9956	5963	3665
Уголь	ЖКХ	2255	1540	326	442	459	469
Уголь	Производство электричества	549023	496146	274954	283741	283489	280318
Уголь	Первичное	580462	523130	288858	294139	289911	284452
Биотопливо	Промышленность	43761	35118	39628	42246	44738	47105
Биотопливо	ЖКХ	16932	19304	20972	16778	16517	16435
Биотопливо	Транспорт	3321	24512	40854	52435	64048	78569
Биотопливо	Производство электричества	23309	22009	21855	23629	31574	45992
Биотопливо	Первичное	87323	100943	123308	135088	156876	188101
Прочее первичное		1849	2192	3538	3622	3687	3748
АЭС	Производство электричества	226821	242213	237651	252285	274353	309864
ВЭС	Производство электричества	509	8931	28089	34130	37095	44165
СЭС	Производство электричества	149	469	8625	10531	11390	13561
ГЭС	Производство электричества	52598	52761	58587	73909	91018	120611
ГеоЭС	Производство электричества	12575	8189	15919	9980	11430	13608
Общие	Первичное	2494219	2404662	2246377	2404984	2518706	2655942

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	115686	86147	74473	85090	90901	105903
Электричество	ЖКХ	226964	281071	282633	327797	352663	376585
Электричество	Транспорт	4783	2563	3698	25384	55290	125870
Электричество	Конечное	347432	369781	360804	438270	498854	608359
Справочно: производство							
ЖУВ		494036	514763	979607	1179638	1146043	1089577
Природный газ		595310	624213	928557	1146909	1267726	1352663
Уголь				698048	714869	755332	756890
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт						
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

США и Канада, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	182916	174379	165920	145925	112932	98566
ЖУВ	ЖКХ	70037	60969	42878	20613	15992	11999
ЖУВ	Транспорт	664953	660732	592652	657069	486824	204170
ЖУВ	Производство электричества	60336	10907	12243	13279	12372	4260
ЖУВ	Первичное	978242	906987	813693	836886	628121	318995
Природный газ	Промышленность	178754	137355	168209	171138	188435	192600
Природный газ	ЖКХ	214721	207728	212866	164514	118028	79677
Природный газ	Транспорт	15944	17124	23311	27648	26243	23109
Природный газ	Производство электричества	144272	196639	263723	257114	257228	282782
Природный газ	Первичное	553691	558847	668108	620415	589934	578169
Уголь	Промышленность	29184	25444	13578	10275	5749	2612
Уголь	ЖКХ	2255	1540	326	0	0	0
Уголь	Производство электричества	549023	496146	274954	246716	204310	176308
Уголь	Первичное	580462	523130	288858	256991	210059	178920
Биотопливо	Промышленность	43761	35118	39628	42246	44738	47105
Биотопливо	ЖКХ	16932	19304	20972	33879	40183	44199
Биотопливо	Транспорт	3321	24512	40854	53215	88396	122902
Биотопливо	Производство электричества	23309	22009	21855	24417	28623	34523
Биотопливо	Первичное	87323	100943	123308	153757	201940	248729
Прочее первичное		1849	2192	3538	3945	2581	1533
АЭС	Производство электричества	226821	242213	237651	244131	261994	292023
ВЭС	Производство электричества	509	8931	28089	117274	236770	366907
СЭС	Производство электричества	149	469	8625	31413	61610	98041
ГЭС	Производство электричества	52598	52761	58587	70611	90338	112084
ГеоЭС	Производство электричества	12575	8189	15919	23369	35014	53722
Общие	Первичное	2494219	2404662	2246377	2358792	2318361	2249123

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	115686	86147	74473	79051	109970	115092
Электричество	ЖКХ	226964	281071	282633	271295	260701	247054
Электричество	Транспорт	4783	2563	3698	21299	211895	418447
Электричество	Конечное	347432	369781	360804	371645	582566	780593
Справочно: производство							
ЖУВ		494036	514763	979607	1149578	839108	501255
Природный газ		595310	624213	928557	1041229	1096933	1154846
Уголь				698048	626511	548661	493761
Электроэнергия (мВт·ч)				4846870	6153493	7861690	9423067
Водород	Промышленность	0	0	0	16789	41021	78453
Водород	Транспорт	0	0	0	1501	18185	91758
Водород	Производство электричества	0	0	0	1147	7418	20647
Водород	Конечное	0	0	0	19442	66631	192712

США и Канада, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	182916	174379	165920	143315	91595	76764
ЖУВ	ЖКХ	70037	60969	42878	20084	15039	11056
ЖУВ	Транспорт	664953	660732	592652	613932	404080	93627
ЖУВ	Производство электричества	60336	10907	12243	4443	0	0
ЖУВ	Первичное	978242	906987	813693	781774	510714	181447
Природный газ	Промышленность	178754	137355	168209	122596	67503	41737
Природный газ	ЖКХ	214721	207728	212866	138059	76641	34034
Природный газ	Транспорт	15944	17124	23311	27710	26306	22354
Природный газ	Производство электричества	144272	196639	263723	114563	28907	5566
Природный газ	Первичное	553691	558847	668108	402927	199357	103691
Уголь	Промышленность	29184	25444	13578	8198	2584	1125
Уголь	ЖКХ	2255	1540	326	0	0	0
Уголь	Производство электричества	549023	496146	274954	163871	66352	14644
Уголь	Первичное	580462	523130	288858	172069	68936	15769
Биотопливо	Промышленность	43761	35118	39628	42246	44738	47105
Биотопливо	ЖКХ	16932	19304	20972	32773	34867	33047
Биотопливо	Транспорт	3321	24512	40854	70552	107764	138033
Биотопливо	Производство электричества	23309	22009	21855	14353	20950	20064
Биотопливо	Первичное	87323	100943	123308	159924	208319	238249
Прочее первичное		1849	2192	3538	3885	2290	1212
АЭС	Производство электричества	226821	242213	237651	251453	326447	367027
ВЭС	Производство электричества	509	8931	28089	208528	415527	630185
СЭС	Производство электричества	149	469	8625	55628	97601	150834
ГЭС	Производство электричества	52598	52761	58587	76992	98641	120142
ГеоЭС	Производство электричества	12575	8189	15919	9936	11386	13557
Общие	Первичное	2494219	2404662	2246377	2123116	1939217	1822113

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	115686	86147	74473	78836	111273	121801
Электричество	ЖКХ	226964	281071	282633	283458	252957	212904
Электричество	Транспорт	4783	2563	3698	60101	237569	499930
Электричество	Конечное	347432	369781	360804	422395	601800	834634
Справочно: производство							
ЖУВ		494036	514763	979607	1037812	714450	265621
Природный газ		595310	624213	928557	781631	565982	258067
Уголь				698048	380882	150739	37095
Электроэнергия (МВт·ч)				4846870	6273048	8194484	10129473
Водород	Промышленность	0	0	0	16789	41021	78453
Водород	Транспорт	0	0	0	4841	32304	106442
Водород	Производство электричества	0	0	0	2491	7775	34616
Водород	Конечное	0	0	0	24121	81099	219511

Мексика и Латинская Америка, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	64398	67482	53768	57848	66509	77488
ЖУВ	ЖКХ	39380	42072	41609	45602	47316	48865
ЖУВ	Транспорт	149772	197529	191003	232503	249587	262548
ЖУВ	Производство электричества	44085	42944	32920	37668	32678	21096
ЖУВ	Первичное	297635	350027	319301	373620	396090	409997
Природный газ	Промышленность	40711	53427	49200	53153	60009	67226
Природный газ	ЖКХ	10226	14268	16568	18525	21044	23454
Природный газ	Транспорт	2558	6702	6957	6134	5892	5330
Природный газ	Производство электричества	32811	65855	80105	88122	96692	98210
Природный газ	Первичное	86306	140252	152829	165934	183638	194220
Уголь	Промышленность	8297	12213	11546	14099	16102	18253
Уголь	ЖКХ	143	76	57	156	179	201
Уголь	Производство электричества	19371	26851	24470	33197	45134	57167
Уголь	Первичное	27811	39140	36073	47452	61415	75621
Биотопливо	Промышленность	31734	43373	44401	47292	50016	52571
Биотопливо	ЖКХ	36142	39630	38627	39279	37590	35292
Биотопливо	Транспорт	5829	15126	24274	25623	26728	28162
Биотопливо	Производство электричества	4151	10942	23080	36839	51552	76047
Биотопливо	Первичное	77856	109071	130383	149033	165885	192072
Прочее первичное		130	496	1160	1830	2474	3361
АЭС	Производство электричества	5326	7184	9240	10070	11691	12906
ВЭС	Производство электричества	22	403	8119	9169	11034	12594
СЭС	Производство электричества	4	8	2166	2446	2943	3359
ГЭС	Производство электричества	50217	62852	61144	71759	88472	104508
ГеоЭС	Производство электричества	6505	6410	8631	7410	8917	10179
Общие	Первичное	551812	715843	729046	838725	932559	1018817

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	32836	45941	48439	55694	62153	67793
Электричество	ЖКХ	35428	50403	64972	85090	102539	119724
Электричество	Транспорт	393	550	586	2034	10154	23570
Электричество	Конечное	68657	96893	113997	142818	174846	211087
Справочно: производство							
ЖУВ		540071	560574	409792	503095	561056	585000
Природный газ		118970	177267	151650	135417	149721	163317
Уголь				98480	116417	161795	199839
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Мексика и Латинская Америка, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	64398	67482	53768	58382	64304	68731
ЖУВ	ЖКХ	39380	42072	41609	35445	31857	27399
ЖУВ	Транспорт	149772	197529	191003	216062	176919	115328
ЖУВ	Производство электричества	44085	42944	32920	28630	22438	4595
ЖУВ	Первичное	297635	350027	319301	338519	295518	216053
Природный газ	Промышленность	40711	53427	49200	55953	61625	68193
Природный газ	ЖКХ	10226	14268	16568	19357	18209	16437
Природный газ	Транспорт	2558	6702	6957	6631	6152	5719
Природный газ	Производство электричества	32811	65855	80105	83711	91719	88223
Природный газ	Первичное	86306	140252	152829	165652	177705	178572
Уголь	Промышленность	8297	12213	11546	13960	15880	17602
Уголь	ЖКХ	143	76	57	2	1	0
Уголь	Производство электричества	19371	26851	24470	22957	25406	26605
Уголь	Первичное	27811	39140	36073	36918	41287	44207
Биотопливо	Промышленность	31734	43373	44401	47292	50016	52571
Биотопливо	ЖКХ	36142	39630	38627	30864	27982	24200
Биотопливо	Транспорт	5829	15126	24274	26223	30296	39826
Биотопливо	Производство электричества	4151	10942	23080	29471	34530	32397
Биотопливо	Первичное	77856	109071	130383	133850	142823	148994
Прочее первичное		130	496	1160	597	297	0
АЭС	Производство электричества	5326	7184	9240	10256	12578	15641
ВЭС	Производство электричества	22	403	8119	29001	63996	112297
СЭС	Производство электричества	4	8	2166	6117	12746	23066
ГЭС	Производство электричества	50217	62852	61144	68493	84598	105409
ГеоЭС	Производство электричества	6505	6410	8631	10196	13320	17614
Общие	Первичное	551812	715843	729046	799598	844868	861852

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	32836	45941	48439	55909	63166	73971
Электричество	ЖКХ	35428	50403	64972	81295	93973	106135
Электричество	Транспорт	393	550	559	5485	46126	98546
Электричество	Конечное	68657	96893	113969	142688	203265	278651
Справочно: производство							
ЖУВ		540071	560574	409792	460472	353132	256312
Природный газ		118970	177267	151650	119519	110650	109311
Уголь				95522	84541	91890	93724
Электроэнергия (мВт·ч)				1640548	2048656	2786642	3584304
Водород	Промышленность	0	0	0	596	3763	12124
Водород	Транспорт	0	0	0	151	1594	7695
Водород	Производство электричества	0	0	0	314	2758	8591
Водород	Конечное	0	0	0	1060	8115	28409

Мексика и Латинская Америка, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	64398	67482	53768	56863	37241	18024
ЖУВ	ЖКХ	39380	42072	41609	31828	23143	13411
ЖУВ	Транспорт	149772	197529	191003	210060	145946	27139
ЖУВ	Производство электричества	44085	42944	32920	0	317	0
ЖУВ	Первичное	297635	350027	319301	298751	206647	58574
Природный газ	Промышленность	40711	53427	49200	40267	26998	15188
Природный газ	ЖКХ	10226	14268	16568	10044	8103	5640
Природный газ	Транспорт	2558	6702	6957	6807	6348	5673
Природный газ	Производство электричества	32811	65855	80105	24140	9568	87
Природный газ	Первичное	86306	140252	152829	81257	51017	26588
Уголь	Промышленность	8297	12213	11546	12792	6890	3711
Уголь	ЖКХ	143	76	57	2	1	0
Уголь	Производство электричества	19371	26851	24470	15361	1366	0
Уголь	Первичное	27811	39140	36073	28155	8257	3711
Биотопливо	Промышленность	31734	43373	44401	47292	50016	52571
Биотопливо	ЖКХ	36142	39630	38627	33585	29206	23914
Биотопливо	Транспорт	5829	15126	24274	30951	38500	46291
Биотопливо	Производство электричества	4151	10942	23080	23150	2416	4617
Биотопливо	Первичное	77856	109071	130383	134978	120138	127394
Прочее первичное		130	496	1160	566	269	0
АЭС	Производство электричества	5326	7184	9240	13795	21012	31162
ВЭС	Производство электричества	22	403	8119	57095	137486	231455
СЭС	Производство электричества	4	8	2166	15059	31065	50126
ГЭС	Производство электричества	50217	62852	61144	77066	102625	137448
ГеоЭС	Производство электричества	6505	6410	8631	12179	9081	8103
Общие	Первичное	551812	715843	729046	718900	687599	674562

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	32836	45941	48439	57322	66746	77443
Электричество	ЖКХ	35428	50403	64972	73985	83396	91376
Электричество	Транспорт	393	550	586	6257	60595	151063
Электричество	Конечное	68657	96893	113997	137564	210737	319882
Справочно: производство							
ЖУВ		540071	560574	409792	403015	260156	82915
Природный газ		118970	177267	151650	93101	56605	29579
Уголь				95522	37979	12091	4934
Электроэнергия (мВт·ч)				1640548	2100455	3067078	4144180
Водород	Промышленность	0	0	0	596	3763	12124
Водород	Транспорт	0	0	0	477	9699	36947
Водород	Производство электричества	0	0	0	0	1433	23291
Водород	Конечное	0	0	0	1073	14894	72361

Прочие страны Европы, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	15500	16310	19541	18610	20578	22065
ЖУВ	ЖКХ	14268	14263	9382	8532	7697	6986
ЖУВ	Транспорт	35458	44611	54186	68354	73130	75729
ЖУВ	Производство электричества	4397	1400	748	784	879	1006
ЖУВ	Первичное	69622	76583	83857	96280	102283	105787
Природный газ	Промышленность	16399	20185	18679	17226	16302	15341
Природный газ	ЖКХ	19016	23850	26247	29783	33930	38639
Природный газ	Транспорт	2813	3357	1848	1907	2110	2950
Природный газ	Производство электричества	41151	36556	24985	24781	26501	26371
Природный газ	Первичное	79379	83948	71758	73696	78842	83301
Уголь	Промышленность	13873	12609	16261	14599	14857	15528
Уголь	ЖКХ	5303	8878	4253	2797	1854	1275
Уголь	Производство электричества	56636	63753	65097	65353	70561	78326
Уголь	Первичное	75812	85240	85612	82749	87272	95129
Биотопливо	Промышленность	1155	1079	2541	2890	2207	1857
Биотопливо	ЖКХ	10078	9741	9109	14712	17029	19369
Биотопливо	Транспорт	0	134	1090	1690	2194	2836
Биотопливо	Производство электричества	1057	1952	3567	3939	4361	4606
Биотопливо	Первичное	12290	12906	16307	23231	25791	28669
Прочее первичное		854	1824	2200	2166	2121	2077
АЭС	Производство электричества	27069	30276	29024	29834	31690	37003
ВЭС	Производство электричества	6	334	2135	2878	3456	4089
СЭС	Производство электричества	1	8	1264	1445	1735	2053
ГЭС	Производство электричества	21849	23467	27051	29465	34711	40827
ГеоЭС	Производство электричества	1827	4174	13387	14279	17148	20288
Общие	Первичное	288710	318761	332595	356023	385050	419222

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	16787	20796	26820	31702	38518	46451
Электричество	ЖКХ	19190	26040	27580	26798	27052	26743
Электричество	Транспорт	1106	1333	1085	2230	5010	10273
Электричество	Конечное	37083	48169	55485	60730	70580	83467
Справочно: производство							
ЖУВ		175609	107436	101366	104462	107957	113351
Природный газ		62497	111044	113257	130939	135291	136354
Уголь				161508	147152	125360	96837
Водород	Промышленность						
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества			0			
Водород	Конечное			0			

Прочие страны Европы, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	15500	16310	19541	15915	16473	17668
ЖУВ	ЖКХ	14268	14263	9382	5947	4713	3568
ЖУВ	Транспорт	35458	44611	54186	62499	44733	17793
ЖУВ	Производство электричества	4397	1400	748	472	330	139
ЖУВ	Первичное	69622	76583	83857	84833	66248	39169
Природный газ	Промышленность	16399	20185	18679	17456	17426	16380
Природный газ	ЖКХ	19016	23850	26247	20175	15422	11168
Природный газ	Транспорт	2813	3357	1848	1646	1497	1655
Природный газ	Производство электричества	41151	36556	24985	28537	28269	26018
Природный газ	Первичное	79379	83948	71758	67814	62614	55221
Уголь	Промышленность	13873	12609	16261	13024	12261	13140
Уголь	ЖКХ	5303	8878	4253	1257	586	0
Уголь	Производство электричества	56636	63753	65097	50996	36695	6648
Уголь	Первичное	75812	85240	85612	65276	49542	19788
Биотопливо	Промышленность	1155	1079	2541	2890	2207	1857
Биотопливо	ЖКХ	10078	9741	9109	12213	13520	14700
Биотопливо	Транспорт	0	134	1090	1795	4324	6500
Биотопливо	Производство электричества	1057	1952	3567	7212	12484	17889
Биотопливо	Первичное	12290	12906	16307	24111	32535	40946
Прочее первичное		854	1824	2200	392	213	65
АЭС	Производство электричества	27069	30276	29024	29201	28682	27946
ВЭС	Производство электричества	6	334	2135	9899	20226	29077
СЭС	Производство электричества	1	8	1264	2341	4314	6840
ГЭС	Производство электричества	21849	23467	27051	37466	55939	77662
ГеоЭС	Производство электричества	1827	4174	13387	16349	21830	27411
Общие	Первичное	288710	318761	332595	337751	340232	330419

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	16787	20796	26820	32367	43301	49845
Электричество	ЖКХ	19190	26040	27580	33593	35025	36236
Электричество	Транспорт	1106	1333	1055	3356	19649	44572
Электричество	Конечное	37083	48169	55455	69315	97976	130652
Справочно: производство							
ЖУВ		175609	107436	101366	93248	64488	42062
Природный газ		62497	111044	113257	120113	81626	73226
Уголь				161508	147152	125360	52685
Электроэнергия (мВт·ч)				781804	1010860	1355903	1673753
Водород	Промышленность	0	0	0	97	1079	1431
Водород	Транспорт	0	0	0	49	1274	4084
Водород	Производство электричества	0	0	0	24	158	579
Водород	Конечное	0	0	0	170	2512	6095

Прочие страны Европы, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	15500	16310	19541	11890	5575	1944
ЖУВ	ЖКХ	14268	14263	9382	5053	3444	2189
ЖУВ	Транспорт	35458	44611	54186	60237	40908	8033
ЖУВ	Производство электричества	4397	1400	748	367	207	0
ЖУВ	Первичное	69622	76583	83857	77547	50134	12166
Природный газ	Промышленность	16399	20185	18679	8537	4221	2527
Природный газ	ЖКХ	19016	23850	26247	14565	7599	2116
Природный газ	Транспорт	2813	3357	1848	1732	1595	1577
Природный газ	Производство электричества	41151	36556	24985	25941	20540	12136
Природный газ	Первичное	79379	83948	71758	50775	33954	18356
Уголь	Промышленность	13873	12609	16261	11457	10648	11092
Уголь	ЖКХ	5303	8878	4253	723	321	0
Уголь	Производство электричества	56636	63753	65097	30419	11523	0
Уголь	Первичное	75812	85240	85612	42598	22491	11092
Биотопливо	Промышленность	1155	1079	2541	2890	2207	1857
Биотопливо	ЖКХ	10078	9741	9109	11273	11472	11202
Биотопливо	Транспорт	0	134	1090	3295	5907	8138
Биотопливо	Производство электричества	1057	1952	3567	7231	12231	15733
Биотопливо	Первичное	12290	12906	16307	24689	31817	36930
Прочее первичное		854	1824	2200	326	152	40
АЭС	Производство электричества	27069	30276	29024	32756	40323	53670
ВЭС	Производство электричества	6	334	2135	15565	28927	41081
СЭС	Производство электричества	1	8	1264	6367	12004	22150
ГЭС	Производство электричества	21849	23467	27051	39490	52113	63744
ГеоЭС	Производство электричества	1827	4174	13387	17762	22506	28200
Общие	Первичное	288710	318761	332595	307874	294422	287429

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	16787	20796	26820	32257	44198	53324
Электричество	ЖКХ	19190	26040	27580	34271	33831	32303
Электричество	Транспорт	1106	1333	1085	3623	19815	45611
Электричество	Конечное	37083	48169	55485	69583	98141	131691
Справочно: производство							
ЖУВ		175609	107436	101366	82935	52805	13554
Природный газ		62497	111044	113257	102525	47913	20929
Уголь				161508	113419	59884	29533
Электроэнергия (мВт·ч)				781804	1087332	1405801	1708038
Водород	Промышленность	0	0	0	97	1079	1431
Водород	Транспорт	0	0	0	456	3253	11245
Водород	Производство электричества	0	0	0	72	512	2019
Водород	Конечное	0	0	0	577	4491	13255

Мир, сценарий ВКВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	784705	893233	965473	1093100	1249212	1404992
ЖУВ	ЖКХ	444797	611083	414009	436311	428128	419141
ЖУВ	Транспорт	1870513	2027189	2341209	2906937	3139881	3227388
ЖУВ	Производство электричества	336674	672443	211433	226683	220647	197335
ЖУВ	Первичное	3436639	3824301	3931530	4660972	5037863	5248857
Природный газ	Промышленность	530142	640001	806033	937753	1104509	1264226
Природный газ	ЖКХ	530831	616054	666146	771939	827270	875351
Природный газ	Транспорт	53698	87378	112429	147963	192350	254737
Природный газ	Производство электричества	747864	1113979	1295652	1612068	1947715	2222174
Природный газ	Первичное	1862534	2457212	2879494	3466939	4068279	4613220
Уголь	Промышленность	361252	800398	623905	713365	737685	848686
Уголь	ЖКХ	119355	155188	139009	143891	130755	118458
Уголь	Производство электричества	1812659	2576812	2802214	3155041	3204997	3289702
Уголь	Первичное	2293266	3532398	3565129	4012295	4073439	4256847
Биотопливо	Промышленность	160156	184735	206804	221928	234170	245992
Биотопливо	ЖКХ	732843	761018	721328	798360	860606	931702
Биотопливо	Транспорт	9933	56641	96550	122218	146252	179831
Биотопливо	Производство электричества	56584	120728	204471	367681	547234	646602
Биотопливо	Первичное	959516	1123122	1229152	1510187	1788263	2004127
Прочее первичное		8781	21999	43477	51907	53465	58454
АЭС	Производство электричества	675465	718712	709549	850008	1018182	1172056
ВЭС	Производство электричества	2694	29422	124780	176287	224207	261560
СЭС	Производство электричества	201	3242	60296	89651	118719	142059
ГЭС	Производство электричества	224712	296560	370269	443113	556679	706392
ГеоЭС	Производство электричества	48526	55999	84968	99674	119158	143783
Общие	Первичное	9512334	12069659	12984139	15354901	17052697	18599543

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	404822	437440	489374	591919	717959	869821
Электричество	ЖКХ	614093	879073	1073393	1402371	1636829	1840627
Электричество	Транспорт	21054	25314	36018	97942	227054	493003
Электричество	Конечное	1010132	1248151	1400914	1742047	2124083	2620186
Справочно: производство							
ЖУВ		3544475	3890110	4037226	4733481	5126617	5354024
Природный газ		2041721	2635754	3138441	3682566	4215124	4704319
Уголь		0	0	3987615	4367606	5002987	5573599
Водород							
Водород	Промышленность	0	0	0	0	0	0
Водород	Транспорт	0	0	0	0	0	0
Водород	Производство электричества	0	0	0	0	0	0
Водород	Конечное	0	0	0	0	0	0

Мир, сценарий РТВ, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	784705	893233	965473	1100174	1091861	1094866
ЖУВ	ЖКХ	444797	430406	414900	362404	317922	276309
ЖУВ	Транспорт	1870463	2251167	2325209	2690110	1981528	1105297
ЖУВ	Производство электричества	336674	256190	211433	192502	164549	78544
ЖУВ	Первичное	3436639	3830994	3917018	4333518	3537586	2550804
Природный газ	Промышленность	530142	640001	806033	1020499	1199183	1403489
Природный газ	ЖКХ	530831	616054	666146	624553	584191	558080
Природный газ	Транспорт	53698	87378	112429	146668	177050	188938
Природный газ	Производство электричества	747864	1113979	1295652	1392076	1565235	1801038
Природный газ	Первичное	1862534	2457212	2879494	3180281	3520184	3945972
Уголь	Промышленность	361252	800398	623905	622867	653482	737896
Уголь	ЖКХ	119355	155188	139009	116296	95397	74400
Уголь	Производство электричества	1812659	2576812	2802214	2585497	1997113	1635851
Уголь	Первичное	2293266	3532398	3565129	3324657	2745992	2448147
Биотопливо	Промышленность	160156	184735	206804	222254	234384	246114
Биотопливо	ЖКХ	732843	761018	721328	734207	714355	676680
Биотопливо	Транспорт	9933	56641	96550	132096	246872	372717
Биотопливо	Производство электричества	56584	120728	204471	353720	472581	635383
Биотопливо	Первичное	959516	1123122	1229152	1442275	1668193	1930892
Прочее первичное		8781	21999	43483	25994	14926	6687
АЭС	Производство электричества	675465	718712	709549	796396	915014	1129322
ВЭС	Производство электричества	2694	29422	124780	511601	1161604	1947081
СЭС	Производство электричества	201	3242	60296	195826	375731	568464
ГЭС	Производство электричества	224712	296560	370269	509852	719390	936822
ГеоЭС	Производство электричества	48526	55999	84968	131028	223452	374220
Общие	Первичное	10035104	12646013	13595521	15005040	15461244	16164583

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	464580	640876	787281	1064102	1338865	1618705
Электричество	ЖКХ	614093	879073	1073392	1236158	1392156	1515715
Электричество	Транспорт	21054	25315	35819	150200	736310	1602580
Электричество	Конечное	1099726	1545264	1896493	2450459	3467333	4737000
Справочно: производство							
ЖУВ		3707555	4093269	4232023	4595564	3736844	2726730
Природный газ		2064484	2715918	3301075	3616615	3937786	4340757
Уголь		0	0	7336627	6814711	5675812	5145163
Электроэнергия (мВт·ч)		0	0	26515997	35680486	47615484	60484323
Водород	Промышленность	0	0	0	31758	115132	244224
Водород	Транспорт	0	0	0	3579	48043	221843
Водород	Производство электричества	0	0	0	5422	37889	113220
Водород	Конечное	0	0	0	40765	201071	581140

Мир, сценарий ЧН, тыс. т н.э.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
ЖУВ	Промышленность	784705	893233	965473	1076832	913660	726052
ЖУВ	ЖКХ	444797	430406	414900	258902	188885	123807
ЖУВ	Транспорт	1870463	2251167	2325209	2548461	1724605	367574
ЖУВ	Производство электричества	336674	256190	211433	110560	19172	338
ЖУВ	Первичное	3436639	3830994	3917018	3994755	2846326	1217772
Природный газ	Промышленность	530142	640001	806033	799192	698526	568742
Природный газ	ЖКХ	530831	616054	666146	458938	328417	231335
Природный газ	Транспорт	53698	87378	112429	143133	165179	160970
Природный газ	Производство электричества	747864	1113979	1295652	1315916	910539	437709
Природный газ	Первичное	1862534	2457212	2879494	2717174	2102661	1398758
Уголь	Промышленность	361252	429412	445221	575435	438513	182535
Уголь	ЖКХ	119355	155188	139009	86246	46224	8598
Уголь	Производство электричества	1812659	2576812	2802214	1726968	562878	175855
Уголь	Первичное	2293266	3161412	3386445	2388649	1047616	366988
Биотопливо	Промышленность	160156	184735	206804	222254	234384	246114
Биотопливо	ЖКХ	732843	761018	721328	542220	419961	295063
Биотопливо	Транспорт	9933	56641	96550	194150	326427	437674
Биотопливо	Производство электричества	56584	120728	204471	218330	187683	242520
Биотопливо	Первичное	959516	1123122	1229152	1176953	1168452	1221370
Прочее первичное		8781	21999	43483	22523	11064	3325
АЭС	Производство электричества	675465	718712	709549	987543	1438262	1925836
ВЭС	Производство электричества	2694	29422	124780	842609	2098547	3645521
СЭС	Производство электричества	201	3242	60296	287578	619062	1050018
ГЭС	Производство электричества	224712	296560	370269	616363	966694	1339249
ГеоЭС	Производство электричества	48526	55999	84968	90492	120648	185986
Общие	Первичное	9512334	11698673	12805455	13110617	12408193	12338181

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Справочно: конечное потребление							
Электричество	Промышленность	464580	640876	787281	1143622	1436536	1747786
Электричество	ЖКХ	614093	879073	1073392	1310857	1460016	1563823
Электричество	Транспорт	21054	25315	36027	189761	864266	1908735
Электричество	Конечное	1099726	1545264	1896701	2644241	3760816	5220344
Справочно: производство							
ЖУВ		3707555	4093269	4232023	4233384	3007581	1275613
Природный газ		2064484	2715918	3301075	3088107	2348714	1530957
Уголь		0	0	7336627	4857281	2146840	776012
Электроэнергия (МВт·ч)		0	0	26515997	37687380	51100397	66212248
Водород	Промышленность	0	0	0	31944	117670	261529
Водород	Транспорт	0	0	0	31895	199092	591618
Водород	Производство электричества	0	0	0	14105	66328	198866
Водород	Конечное	0	0	0	78182	382736	1050570

КОНТАКТЫ

Адрес:

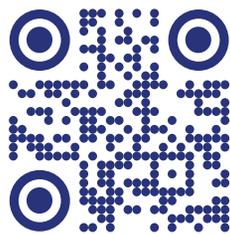
127083, г. Москва, ул. 8 Марта, 12 (м. Динамо)

Телефон:

+7 (495) 789-92-92

E-mail:

info@rosenergo.gov.ru



РЭА
МИНЭНЕРГО РОССИИ