

Роль электроэнергии и электроэнергетики в сценариях декарбонизации экономики

Веселов Федор Вадимович, к.э.н.
Хоршев Андрей Александрович, к.э.н.

Научно-практическая конференция «Национальная система мониторинга климатически активных веществ: итоги первого этапа ВИП ГЗ»

Москва, декабрь 2024 г.

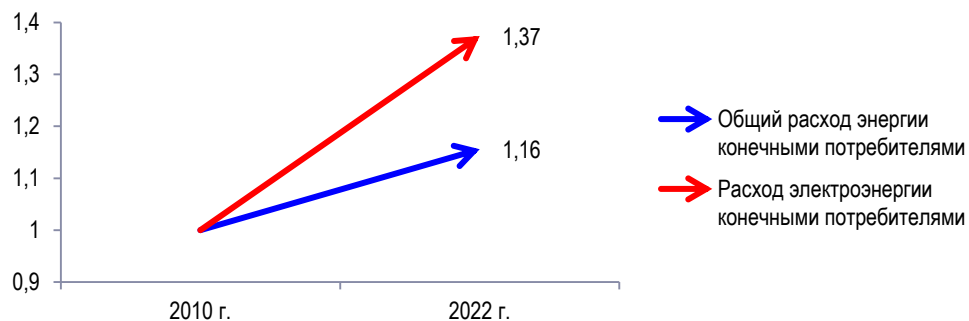


Электроэнергия и электроэнергетика в измерениях экономической и климатической политики

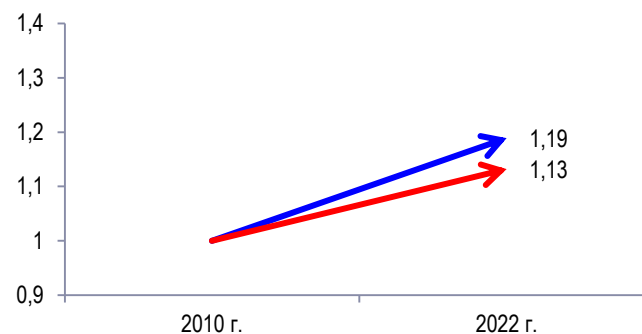


Роль электроэнергии в современной экономике мира и России

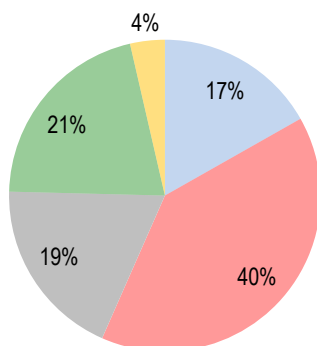
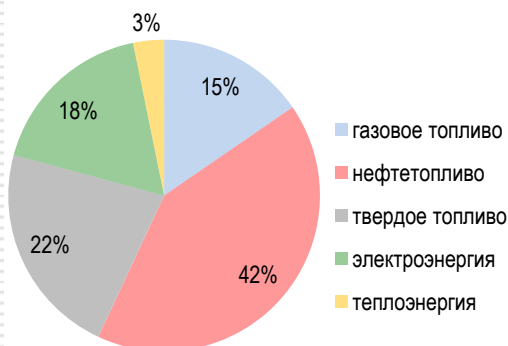
Изменение расхода энергии и электроэнергии в секторе конечного потребления (final consumption) в мире



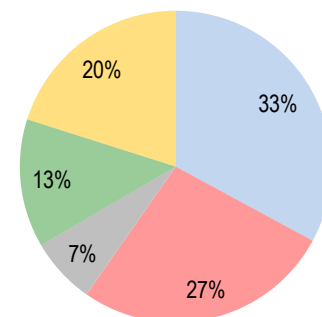
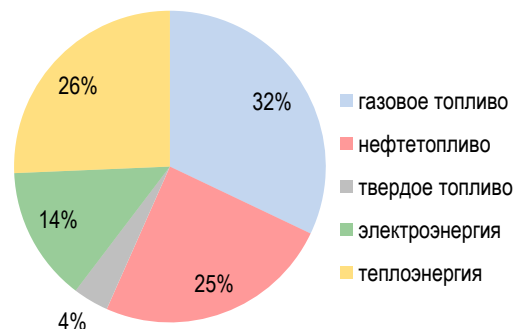
Изменение расхода энергии и электроэнергии в секторе конечного потребления (final consumption) в России



Изменение структуры расхода энергии в секторе конечного потребления (final consumption) в мире



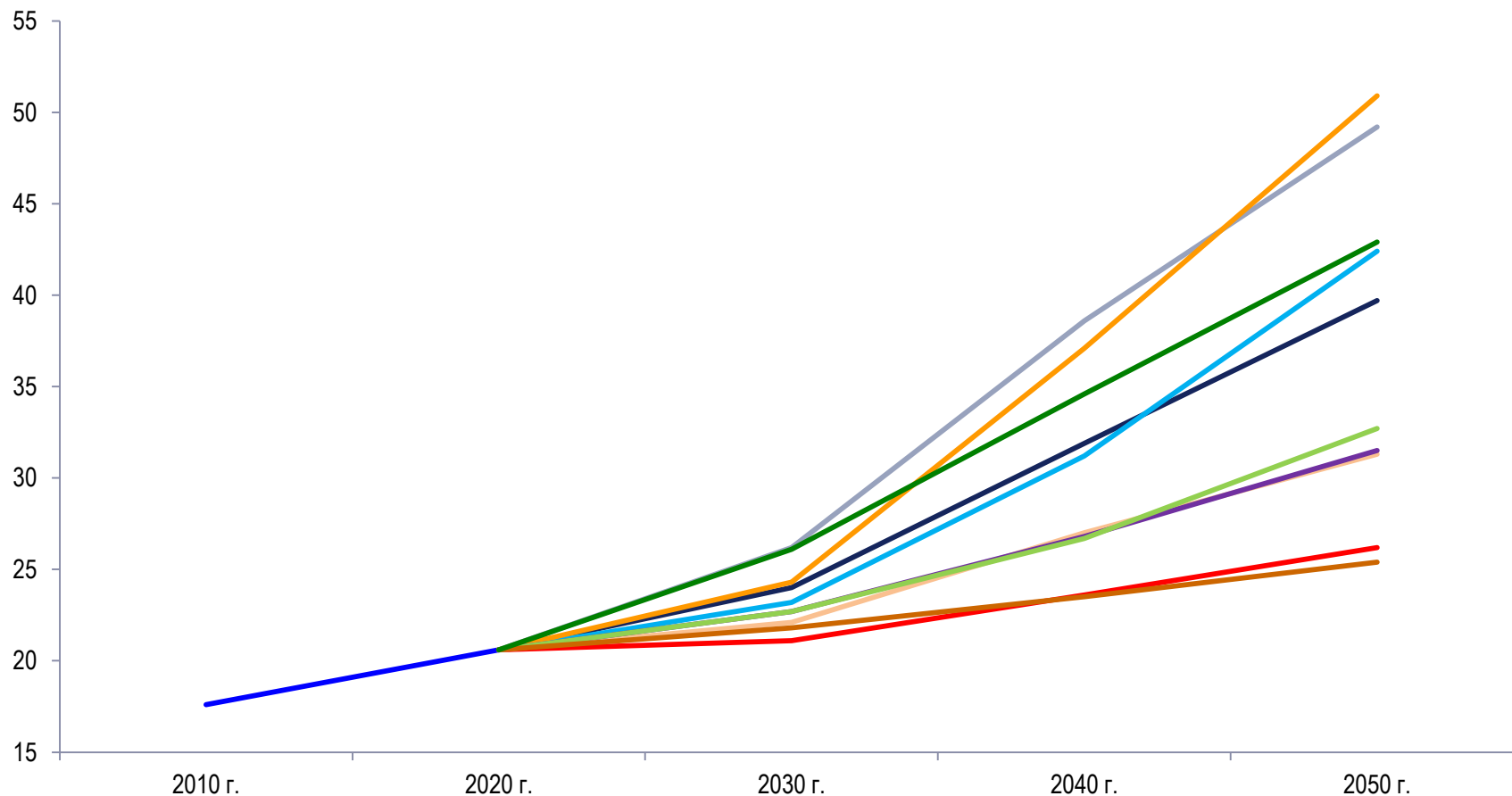
Изменение структуры расхода энергии в секторе конечного потребления (final consumption) в России



Источник: IEA statistic data

Электроэнергия в глобальной экономике к середине 21 века

Изменение доли электроэнергии в расходе энергии конечными потребителями, %

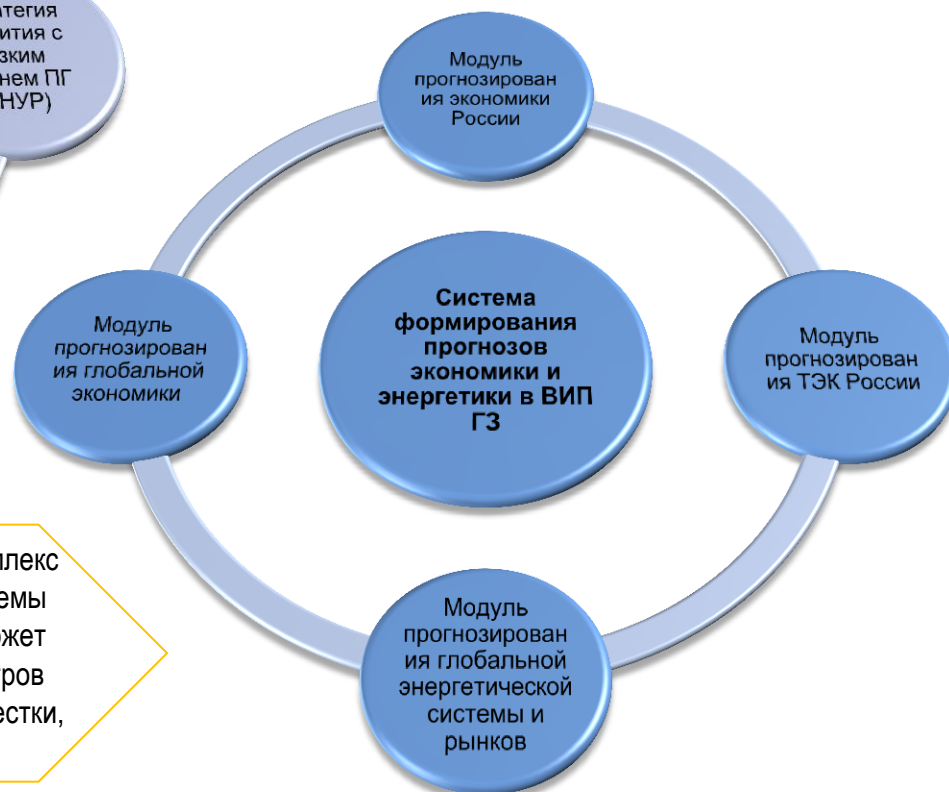


Источник: анализ ИНЭИ РАН по прогнозам IEA, BP, Shell

Электроэнергия и электроэнергетика в экономике России. Согласованный взгляд в будущее



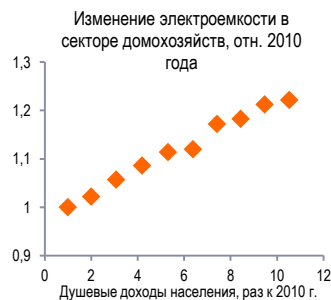
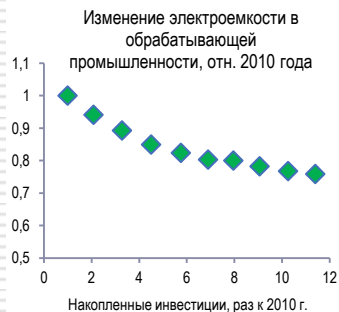
Система требований к технологическому профилю и экономическим параметрам развития электроэнергетики (и энергетики в целом) определяется документами стратегического планирования. При этом необходима согласованность данных документов не только по целям и приоритетам, но и по количественным параметрам развития ТЭК



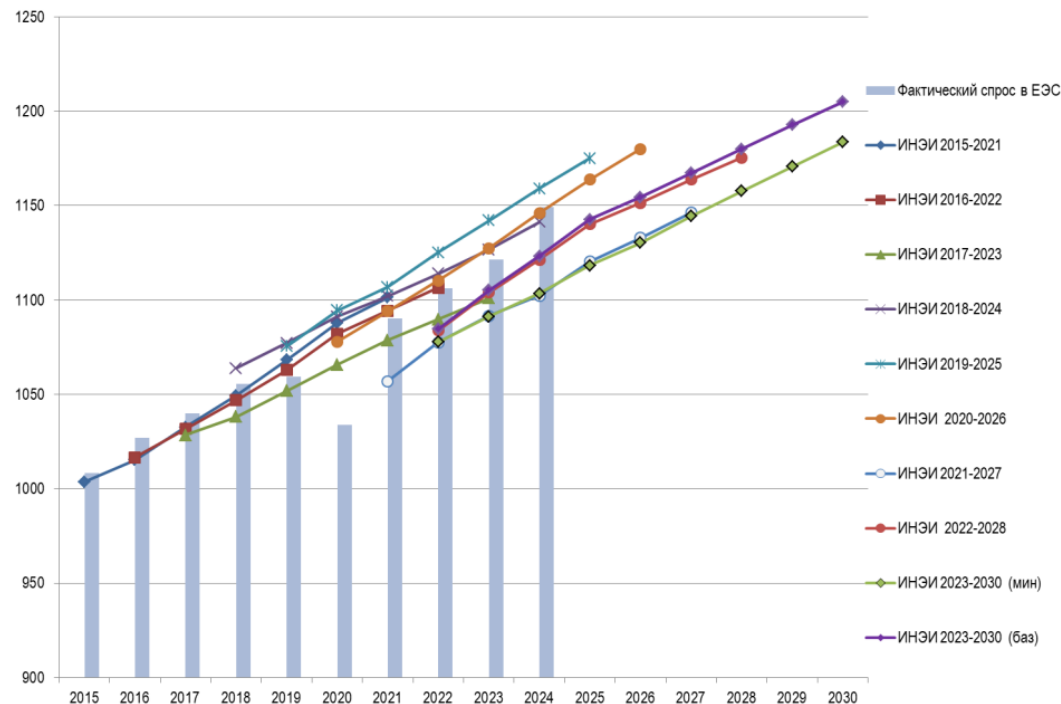
Созданный в рамках ВИП ГЗ модельно-информационный комплекс обладает уникальным функционалом по формированию системы прогнозов мировой и российской экономики и энергетики и может эффективно применяться для обоснования целевых параметров развития экономики и энергетики, с учетом климатической повестки, в системе документов стратегического планирования

Спрос на электроэнергию, как часть прогноза экономики

- Интуитивно очевидная связь прогнозов энерго- и электропотребления с параметрами развития экономики может быть реализована в моделях различной сложности и детальности
- Применяемый более 15 лет ИНЭИ РАН подход показывает хорошую согласованность с уже фактически случившимися уровнями электропотребления
- спрос по каждому ВЭД формируется на основе прогнозных параметров их выпусков и кумулятивных инвестиций, влияющих на изменение электроемкости; для домашних хозяйств учитываются доходы населения
- $\Delta_i = e_i \cdot \text{Вып}_i$; $e_i = f(\text{Инв}_{i,t})$



Сравнение среднесрочных прогнозов электропотребления ИНЭИ РАН с фактическими показателями электропотребления в ЕЭС России, млрд кВтч

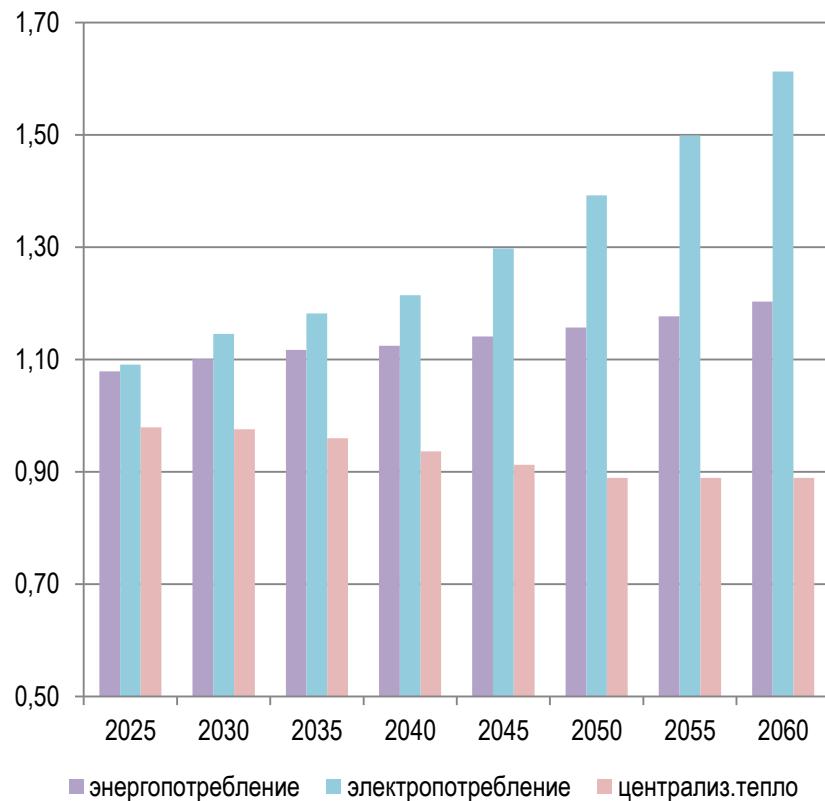


Прогнозирование энергетических потребностей экономики страны (электроэнергия, тепло, основные виды топлива), как минимум, в секторе конечного потребления, целесообразно включить в периметр долгосрочного прогноза социально-экономического развития и СНУР.

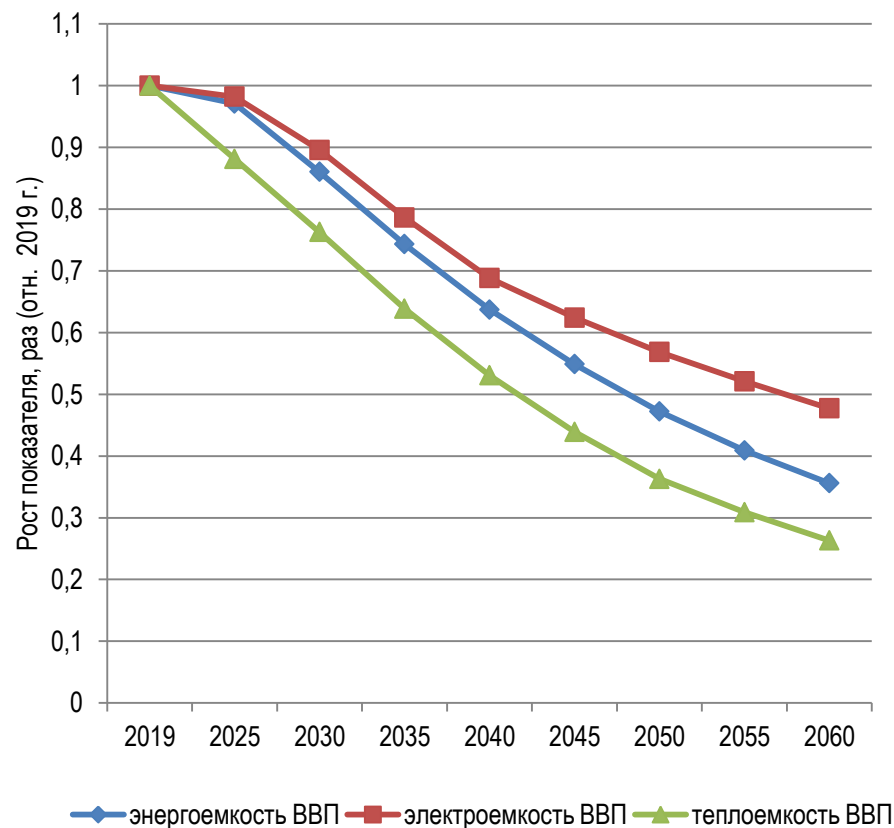
Это существенно повысит и обоснованность целей по энергоэффективности экономики, как ключевого инструмента ее декарбонизации

Базовый вариант развития электроэнергетики и теплоснабжения

Тенденции роста потребления электроэнергии и централизованного тепла в сравнении с динамикой энергопотребления в России до 2060 г. (раз, относительно 2019 г.)



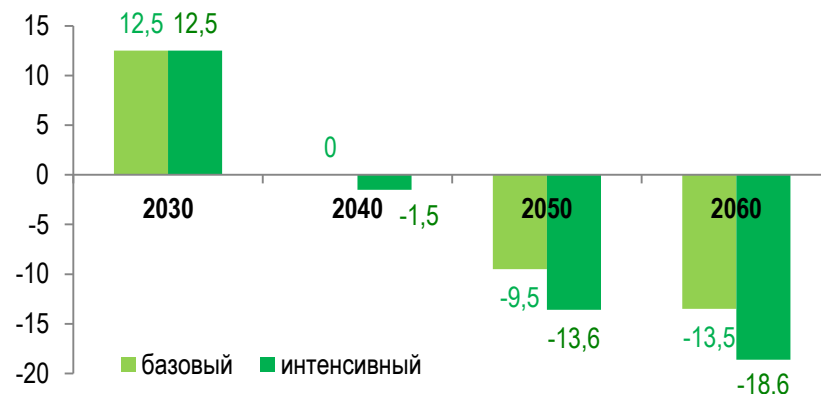
Тенденции повышения энергетической эффективности в экономике России (раз относительно 2019 г.)



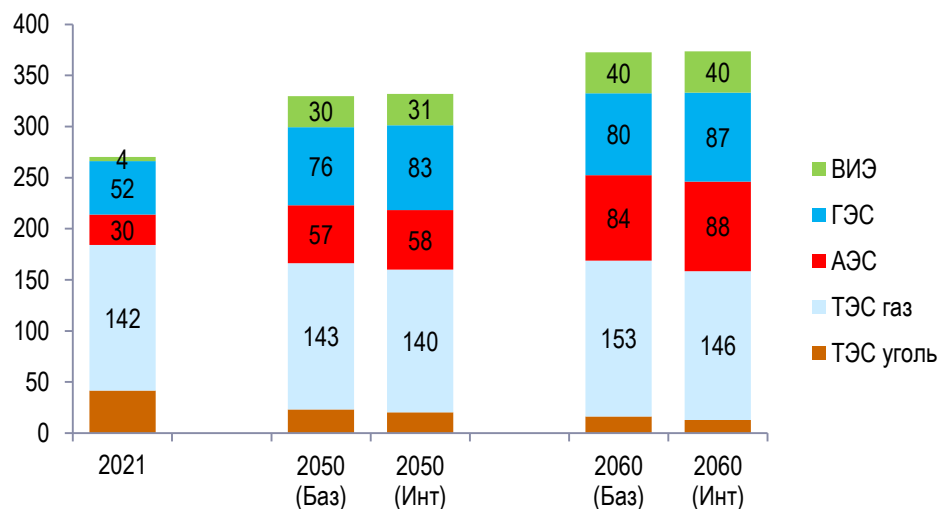
Базовый вариант развития электроэнергетики и теплоснабжения

- Изменение технологической структуры электрогенерации и источников тепла под влиянием НТП, без дополнительных мер углеродного регулирования, позволяет в Базовом варианте достичь среднестранового уровня СНУР по снижению выбросов CO_2 (-13,5%) к 2060 году для электростанций и котельных
- Для достижения этой цели в электроэнергетике и теплоснабжении на 10 лет раньше, к 2050 году (горизонт СНУР), в Интенсивном варианте потребуются относительно небольшое увеличение доли безуглеродных источников относительно базового варианта

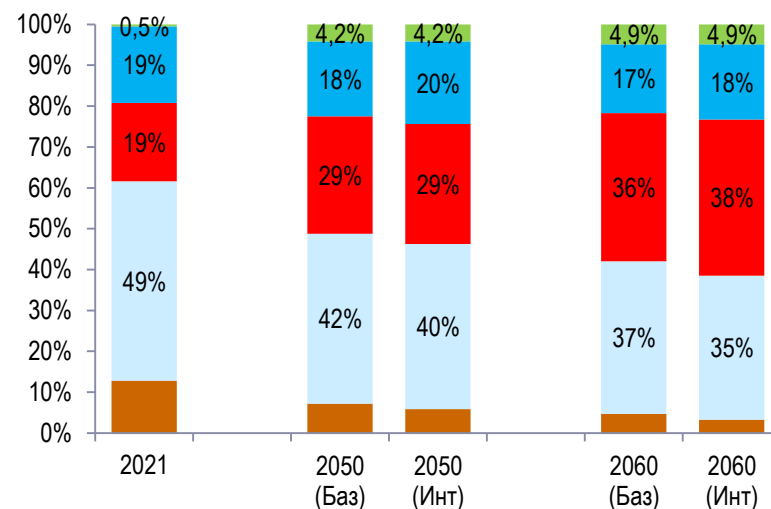
Изменение годовых выбросов CO_2 от ТЭС и котельных (относительно 2019 г.)



Структура установленной мощности электростанций

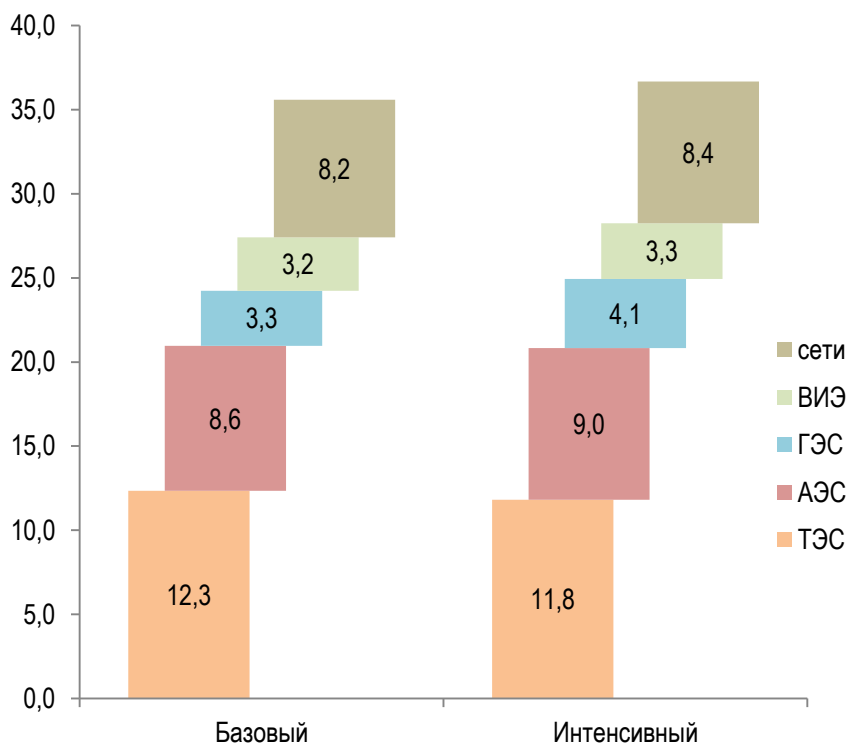


Структура производства электроэнергии

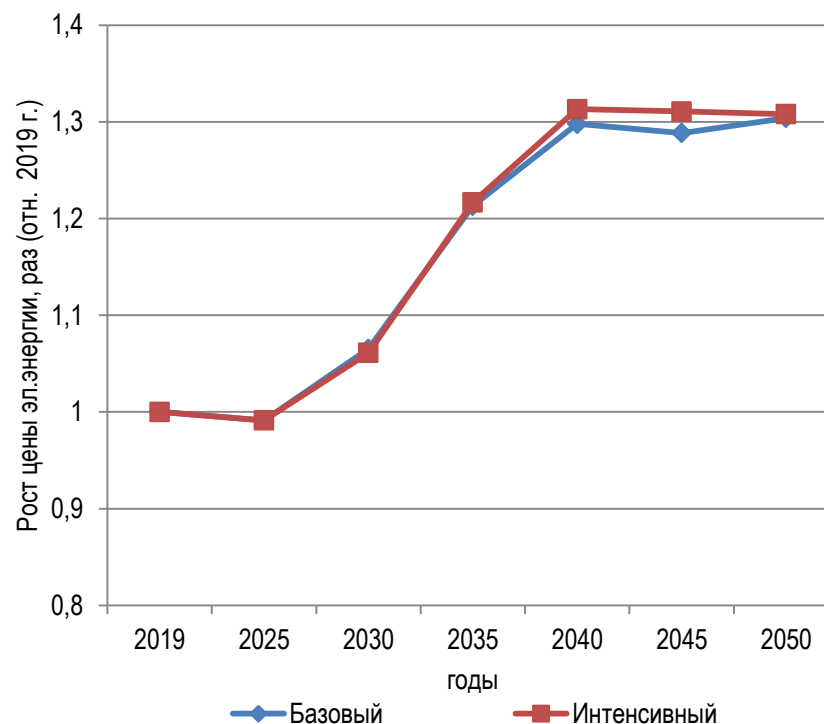


Базовый вариант развития электроэнергетики и теплоснабжения. Экономические результаты

Суммарные объемы капиталовложений в развитие электроэнергетики до 2060 г. в Базовом и Интенсивном вариантах, трлн рублей (в ценах 2019 г.)



Изменение среднеотпускных цен электроэнергии в Базовом и Интенсивном вариантах развития электроэнергетики (относительно 2019 г.)

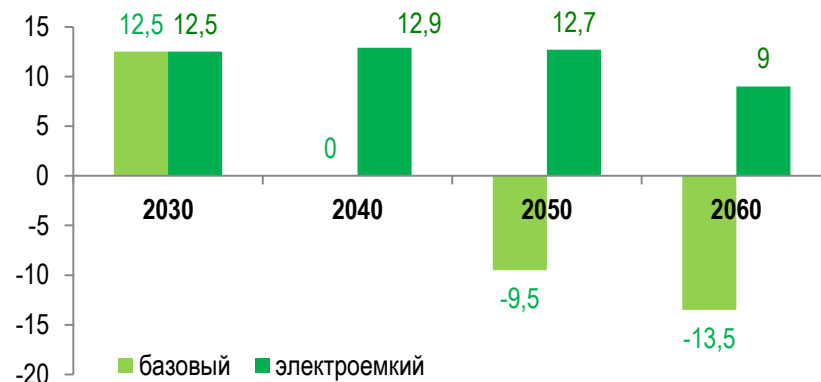


- Даже без специальных мер углеродного регулирования технологическая перестройка в электроэнергетике приводит к заметному снижению выбросов CO₂ на горизонте 2060 года (на 13,5% - среднестрановой уровень СНУР). Это потребует 35 трлн рублей (в ценах 2019 года) и роста цены (сверх ИПЦ) до 2040 года с последующей стабилизацией.
- Более раннее (на 10 лет, к 2050 г.) достижение того же уровня выбросов не будет сопровождаться существенным ростом инвестиций и ценовой нагрузки на потребителей. Электроэнергетика достаточно хорошо адаптируется к целевым уровням сокращения выбросов по СНУР

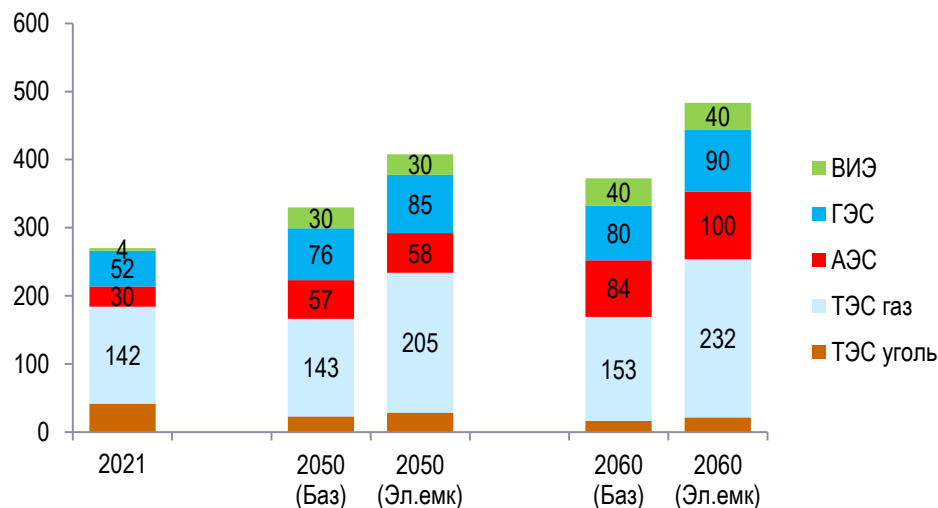
Влияние ускоренного роста электропотребления на выбросы CO₂

- Активный переход с топлива на электроэнергию в секторе конечного потребления может увеличить необходимые объемы ее производства против Базового варианта на четверть к 2050 г. и на треть к 2060 году
- Без мер углеродного регулирования основной прирост производства обеспечит газ, при ограниченном, хотя и значимом вкладе АЭС и ГЭС
- В результате выбросы в электроэнергетике и теплоснабжении останутся выше уровня 2019 года, существенно снижая общий эффект от электроориентированной декарбонизации в других секторах

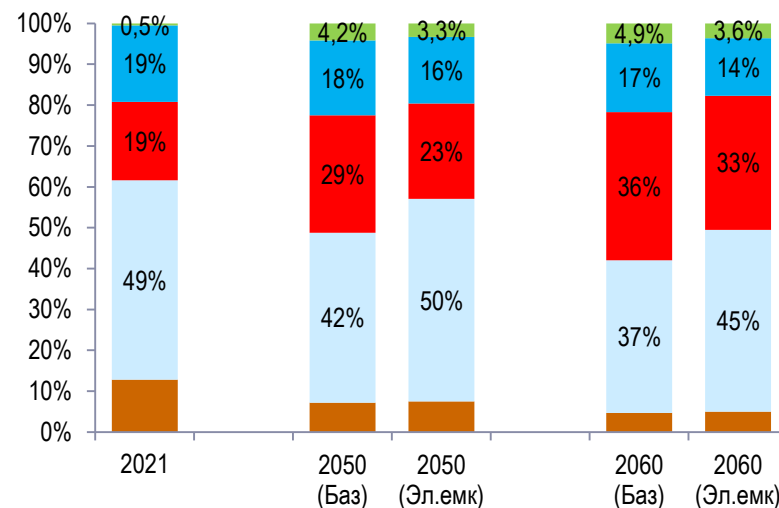
Изменение годовых выбросов CO₂ от ТЭС и котельных (относительно 2019 г.)



Структура установленной мощности электростанций

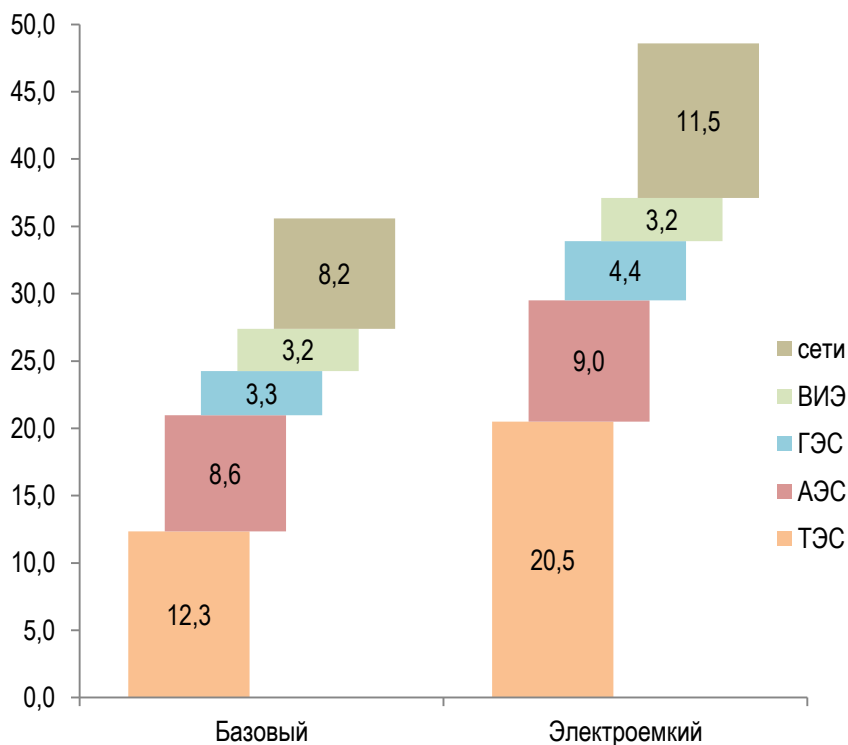


Структура производства электроэнергии

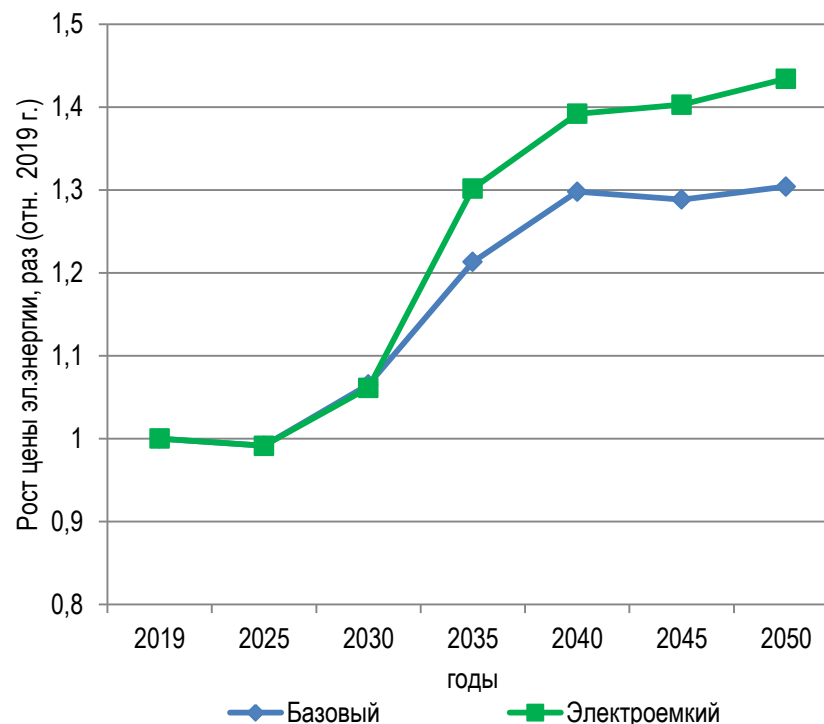


Влияние ускоренного роста электропотребления на экономические результаты отрасли

Суммарные объемы капиталовложений в развитие электроэнергетики до 2060 г. в Базовом и Электроемком вариантах, трлн рублей (в ценах 2019 г.)



Изменение среднеотпускных цен электроэнергии в Базовом и Интенсивном вариантах развития электроэнергетики (относительно 2019 г.)

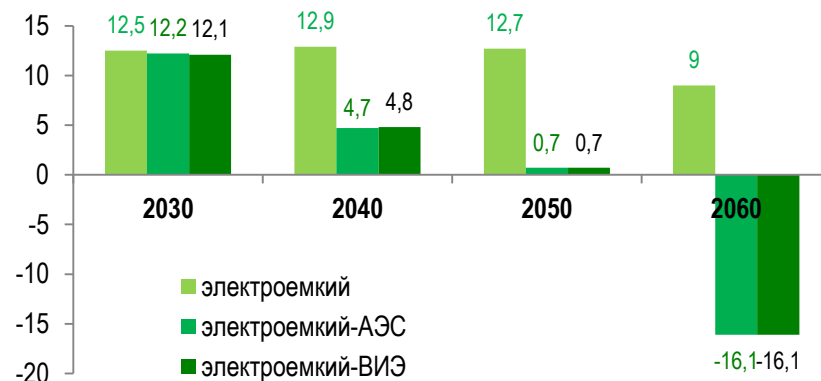


- Увеличение к 2060 году объемов производства электроэнергии на 30% потребует роста капиталовложения почти на 40%
- Дополнительный рост инвестиций вместе с увеличением топливных затрат из-за интенсивного развития газовой электрогенерации потребуют роста цены электроэнергии (а реальном выражении) на 40% уже к 2040 году, и этот рост, хоть и медленнее, продолжится далее
- Электрификация у конечных потребителей формирует отрицательную обратную связь через рост цен электроэнергии

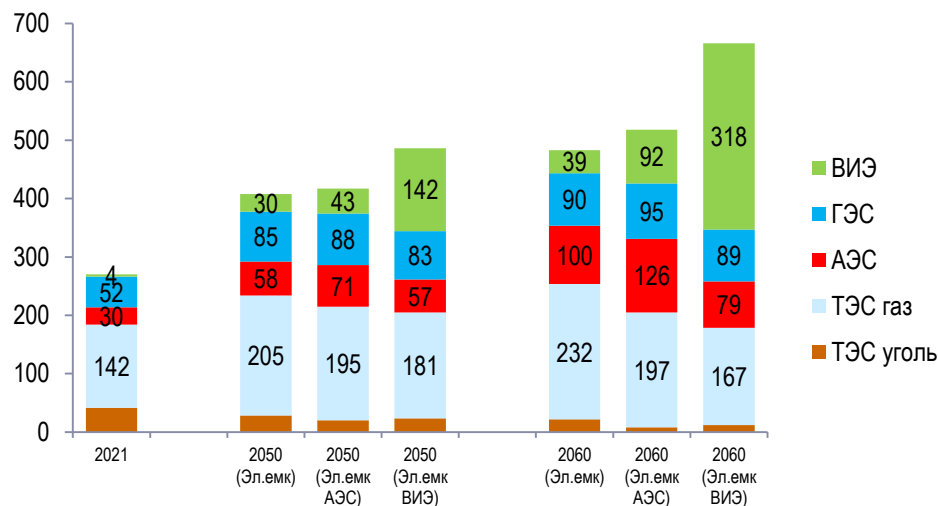
Варианты сдерживания выбросов CO₂ при ускоренном росте электропотребления

- Более высокий уровень производства электроэнергии при его одновременной декарбонизации можно обеспечить различными технологическими стратегиями развития безуглеродной электрогенерации, например, с опорой на АЭС или ВИЭ.
- Ограничения по предельным темпам ввода блоков и площадкам АЭС потребуют подключать и другие типы электростанций
- Ориентация на ВИЭ потребует резкого увеличения резервных генерирующих или аккумулирующих мощностей

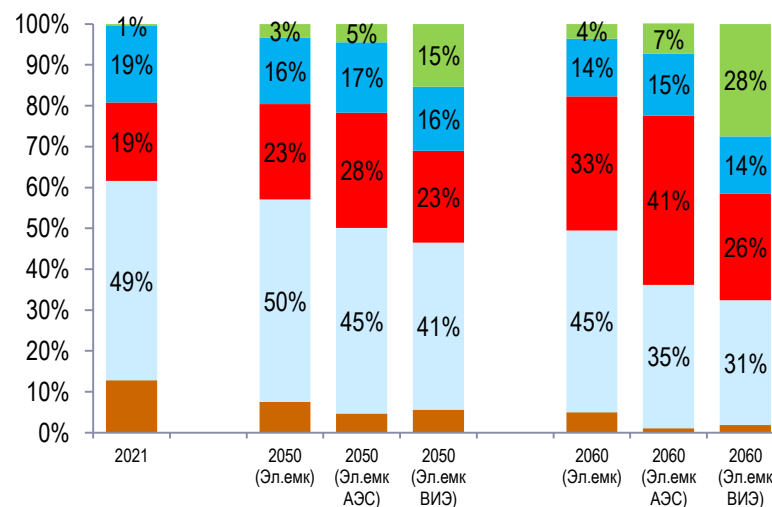
Изменение годовых выбросов CO₂ от ТЭС и котельных (относительно 2019 г.)



Структура установленной мощности электростанций

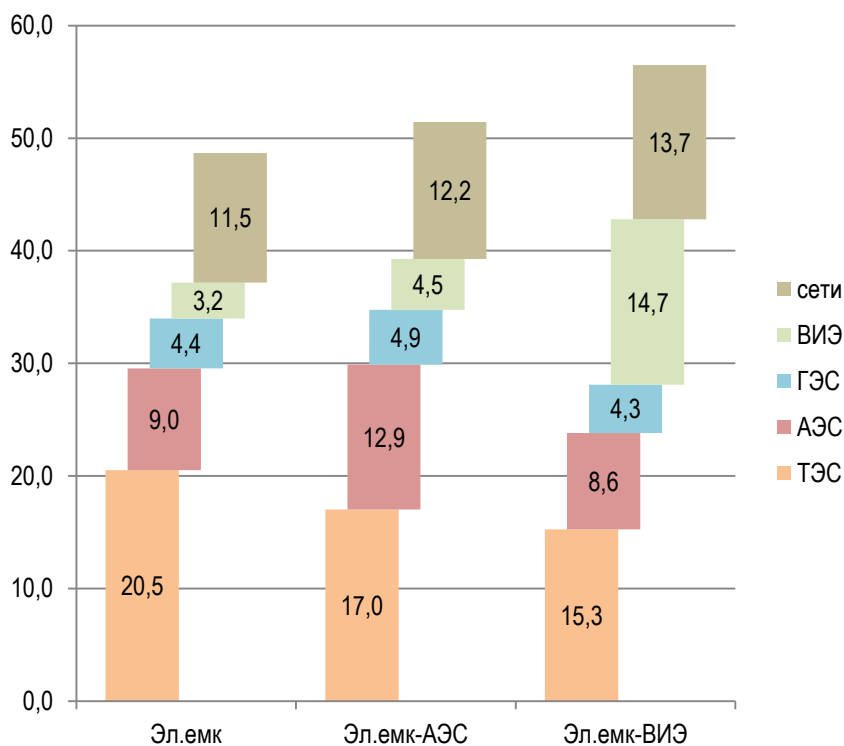


Структура производства электроэнергии



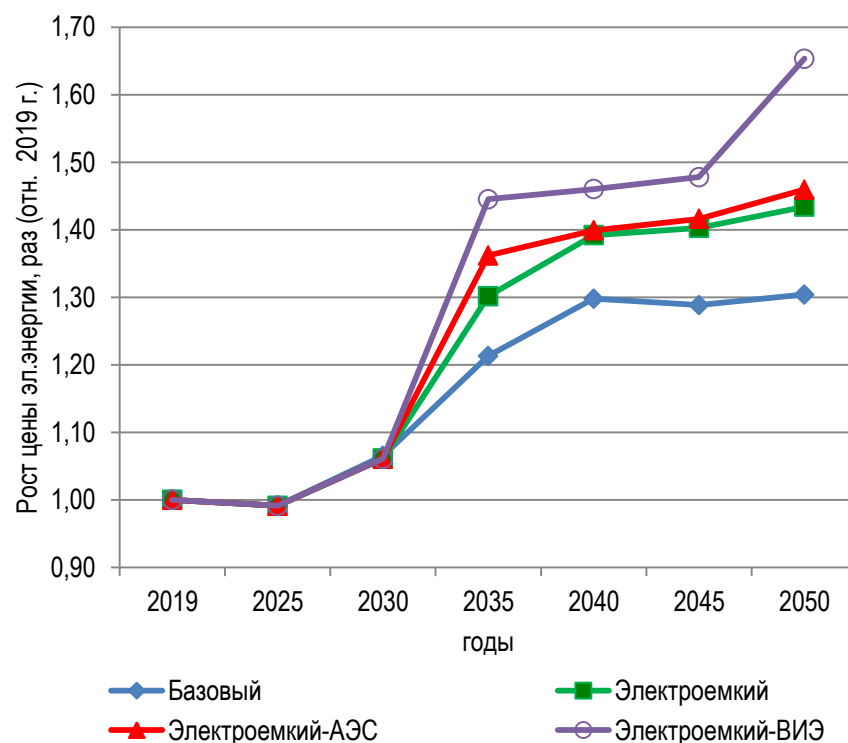
Экономические результаты декарбонизации отрасли при ускоренном росте электропотребления

Суммарные объемы капиталовложений в развитие электроэнергетики до 2060 г. в вариантах с более высоким уровнем электропотребления, трлн рублей (в ценах 2019 г.)



- Дополнительный фактор декарбонизации при более высоком объеме производства потребует увеличения капиталовложения от 2% (стратегия с АЭС) до 14% (стратегия с ВИЭ)
- Рост капиталоемкости в стратегии с АЭС незначительно скажется на дополнительном увеличении цены электроэнергии из-за снижения топливных затрат
- Однако более высокие капиталовложения при меньшей экономии топливных затрат будут, напротив, увеличивать цену при выборе стратегии с ВИЭ

Изменение среднеотпускных цен электроэнергии в вариантах с более высоким уровнем электропотребления (относительно 2019 г.)



Итоговые выводы

- Электроэнергетика играет уникальную роль в стратегиях декарбонизации экономики
 - За счет создания ресурса для замещения топлива электроэнергией
 - За счет вовлечения безуглеродных энергоресурсов в ее производство
 - За счет повышения эффективности использования топлива и улавливания CO₂
- Роль электроэнергии в мировой «энергетической корзине» растет и будет увеличиваться. Это требует особенно внимательного подхода к прогнозу спроса на электроэнергию с учетом макроэкономических, технологических и экологических факторов
- Без форсированного роста спроса (+55% к 2060 году) технологическая конкуренция обеспечит снижение выбросов CO₂ до 10-15% в 2050-60 гг. без специальных мер углеродного регулирования и с умеренной инвестиционной и ценовой нагрузкой на экономику
- Форсированный рост электропотребления (в 2 раза к 2060 году) при замещении топлива в секторах конечного потребления потребует более интенсивных инвестиций и более высокого роста цены для потребителей (что может угнетать дополнительный спрос на электроэнергию)
- Обеспечение форсированного спроса за счет приоритетного развития газовой электрогенерации дает наименьшую дополнительную инвестиционную и ценовую нагрузку, но сохраняет высоким уровень выбросов CO₂, снижая эффект от замещения топлива электроэнергией
- Одновременная декарбонизация производства электроэнергии с приоритетом (но не исключительно) на АЭС заметно выигрывает у альтернативной стратегии на базе ВИЭ, как по инвестиционным затратам, так и по стоимости для потребителя

Институт энергетических исследований РАН

www.eriras.ru

info@eriras.ru, erifedor@mail.ru

Спасибо за внимание!