

Адаптация электроэнергетики к изменениям на газовом рынке - пределы возможного

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

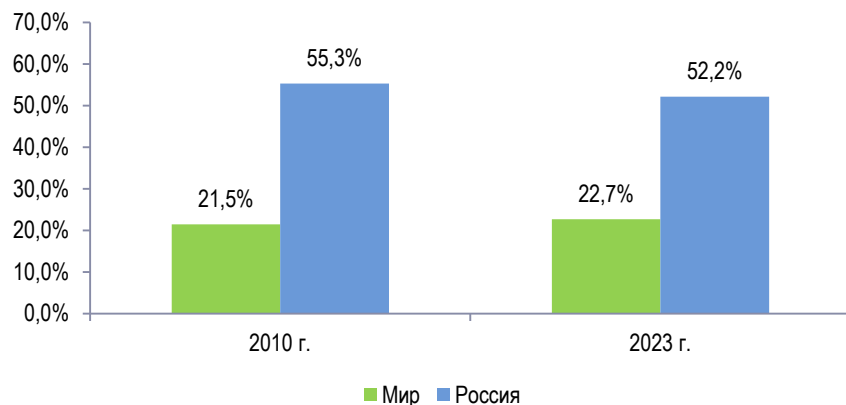
ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «Системные исследования энергетических технологий»

Москва, ноябрь 2025 г.



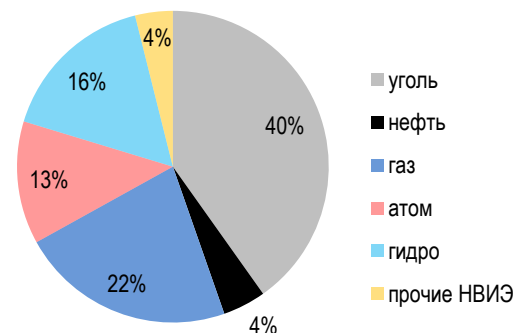
Роль газа в мировой и российской электроэнергетике

Доля газа в общем предложении первичной энергии
(total primary energy supply)

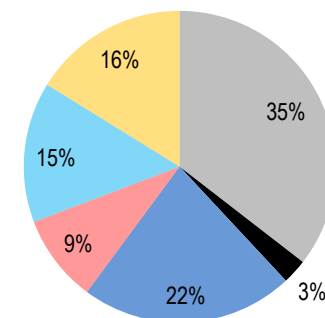


Изменение производства электроэнергии в мире

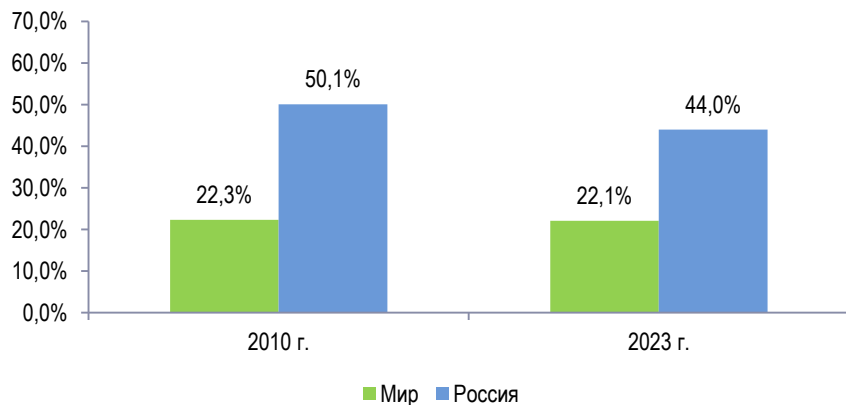
2010 г. – 21612 ТВтч



2023 г. – 30122 ТВтч

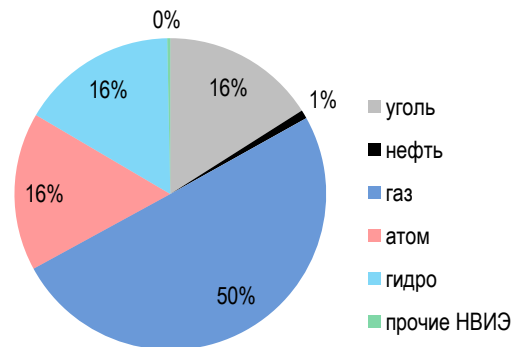


Доля газа в общем производстве электроэнергии
(total electricity production)

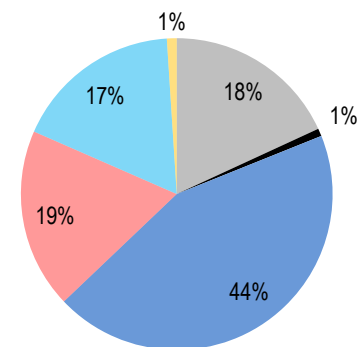


Изменение структуры производства электроэнергии в России

2010 г. – 1038 ТВтч



2023 г. – 1162 ТВтч

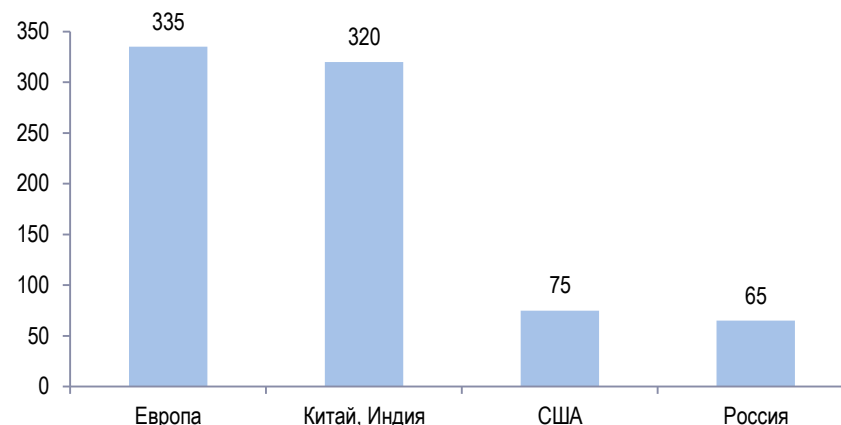


Источник: IEA statistic data

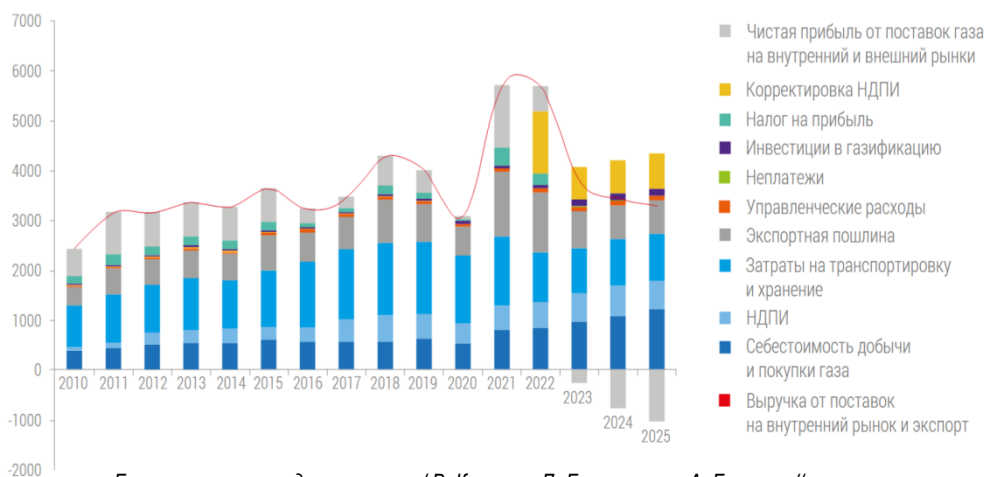
Внутрироссийский рынок газа – влияние внешних факторов

- Цена на газ для российских потребителей остается достаточно низкой, что характерно для стран-импортеров газа
- На внутреннем рынке газа действует модель прямого централизованного регулирования цен на газ (ФАС РФ) по территориальным поясам
- Долгое время на внутреннем рынке газа рост цен сдерживался вблизи ИПЦ. Этому способствовали высокие экспортные доходы
- В условиях санкционных ограничений снижение экспортных объемов и выручки, а также рост эксплуатационных затрат при сохранении налоговой и ценовой политики на внутреннем рынке создают серьезные риски финансовой устойчивости газовой отрасли страны

Цена на газ в крупных экономиках мира и России (2024 г.),
долл/т у.т.

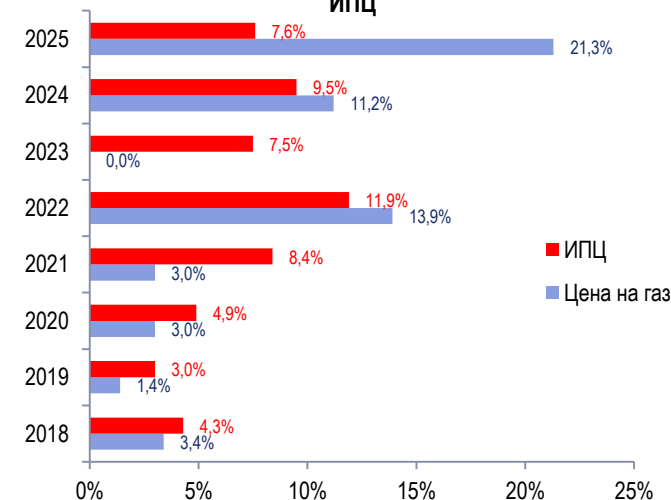


млрд руб.



Газовая отрасль ждет перемен / В. Кулагин, Д. Грушевенко, А. Галкина // Энергетическая политика. – 2023. – № 11(190). – С. 24-41.

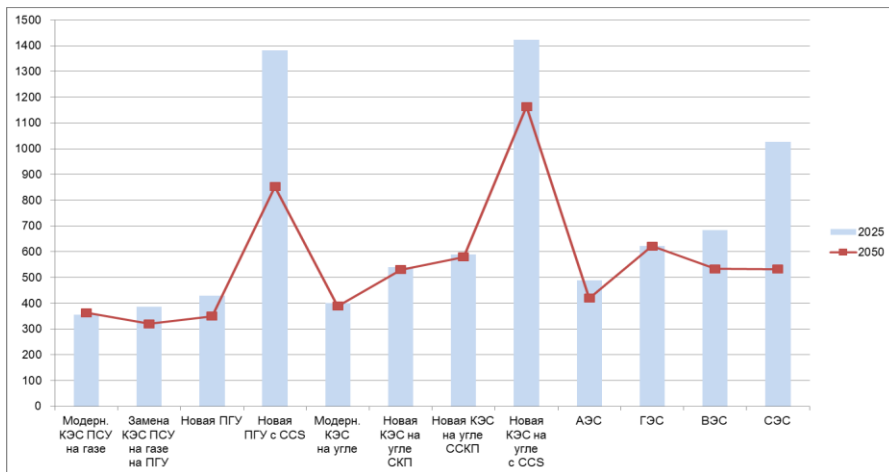
Темпы роста цен на газ для ТЭС в сравнении с
ИПЦ



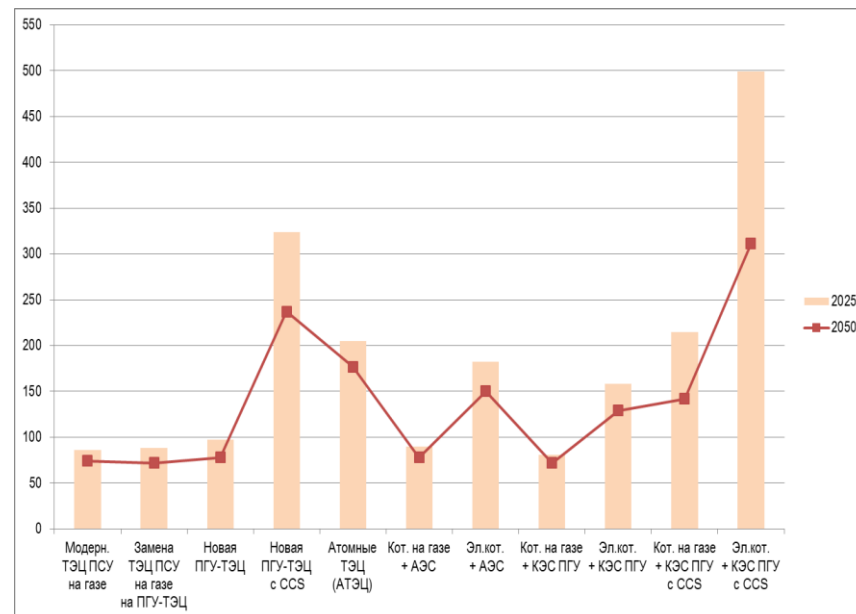
Данные ФАС, Росстата

Внутрироссийский рынок газа – фактор конкуренции технологий

Сопоставление технологий производства электроэнергии (однопродуктовые электростанции) по показателю LCOE, коп. 1 кв. 2023 г./кВт·ч



Сопоставление технологий комбинированного производства электроэнергии и тепла, конкурирующих с газовыми ТЭЦ, по показателю LCOQ, коп. 1 кв. 2023 г./кДж

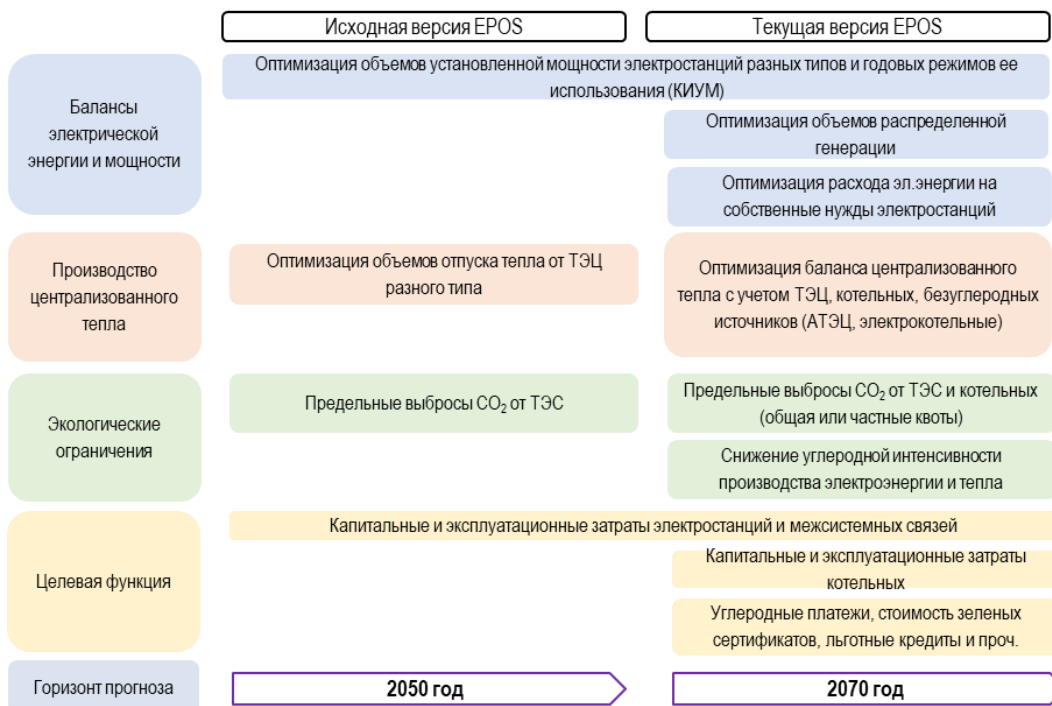


Типы электростанций	Удельные капиталовложения, в тыс. руб./кВт (в ценах начала 2024 г.)	
	2025 г.	2050 г.
Парогазовые ТЭС (ПГУ) 400-500 МВт	125	100
Угольные ТЭС 300-500 МВт	170	150
Атомная электростанция (АЭС) 1200 МВт	290	245
Гидроэлектростанция (ГЭС) – усредненное значение	190	190
Ветряная электростанция (ВЭС) сетевая, >1 МВт	120	96
Солнечная электростанция (СЭС) сетевая	110	57

Сценарии интенсификации развития экономики и энергетики России / А. А. Макаров, Ф. В. Веселов, В. А. Малахов // Проблемы прогнозирования. – 2024. – № 4(205). – С. 102-119.
 Цены на газ как фактор конкуренции технологий в электроэнергетике и темпов ее декарбонизации: отраслевые, межотраслевые и макроэкономические последствия / Ф. В. Веселов, В. А. Малахов, А. А. Хоршев, Т. В. Новикова // Теплоэнергетика. – 2025. – № 11. – С. 5-17.

- Технологические санкции потребовали перехода к модели технологического суверенитета.
- Это отразилось на показателях доступности и стоимости современных газовых технологий (ГТУ, ПГУ) и их конкурентоспособности с традиционными паросиловыми технологиями и технологиями на других ТЭР
- Переход к массовому выпуску позволит снизить стоимость серийных изделий за счет технологического обучения и масштабов производства. Но это справедливо и для конкурирующих технологий.

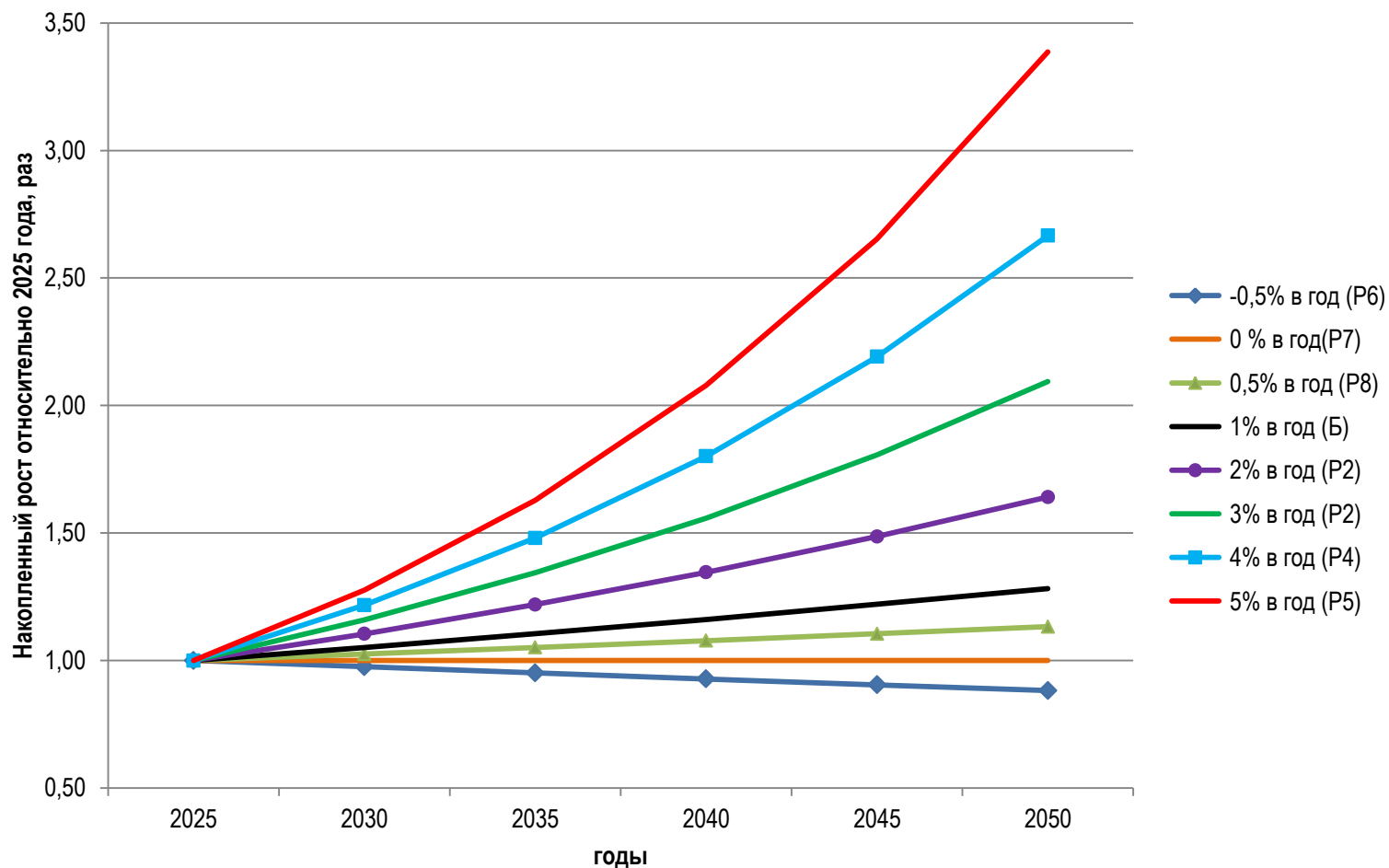
Оптимизация структуры мощностей – эффективность системы, а не технологий



- Ключевым инструментом исследования способов и последствий трансформации производственной структуры является модель развития электроэнергетики и теплоснабжения EPOS:
 - различные темпы изменения спроса на ЭЭ и ТЭ, в том числе по территории страны
 - различные ценовые тенденции на рынке газа и угля – основных видов топлива для ТЭС и котельных
 - различные комбинации и параметры мер углеродного регулирования
- EPOS позволяет оценить межотраслевые эффекты для топливных отраслей – эластичность спроса у крупнейших внутренних потребителей

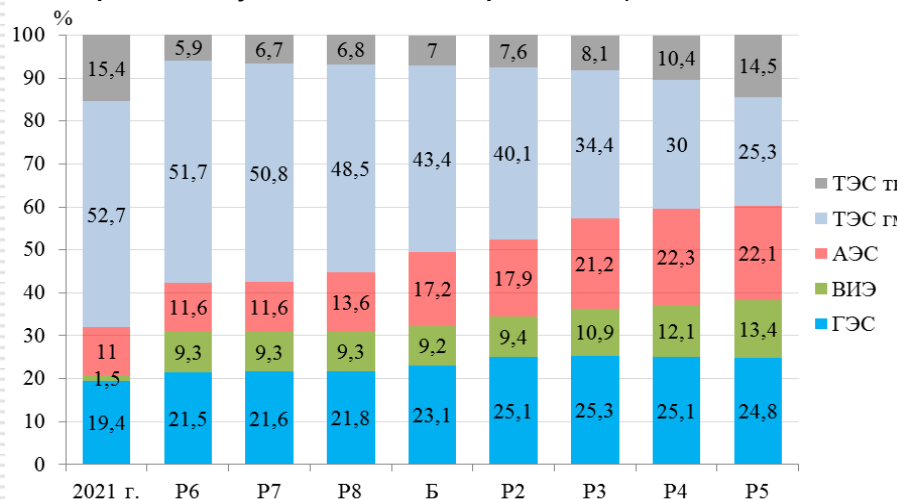
Энерготехнологии	Состояние	Количество агрегированных энергообъектов	Количество, описывающих их переменных
Технологии однопродуктового производства электроэнергии (кроме ТЭЦ)	Существующие	220	450
	Модернизация и техническое перевооружение	110	440
	Новые	1050	4200
Технологии комбинированного производства электроэнергии и тепла (на ТЭЦ)	Существующие	250	800
	Модернизация и техническое перевооружение	880	4400
	Новые	1000	5000
Технологии однопродуктового производства тепла (кроме ТЭЦ)	Существующие	150	300
	Модернизация и техническое перевооружение	230	920
	Новые	500	1500
Технологии передачи электроэнергии по межсистемным электрическим связям	-	120	600

Показатели сценариев изменения цены на газ в России (различные годовые темпы роста)

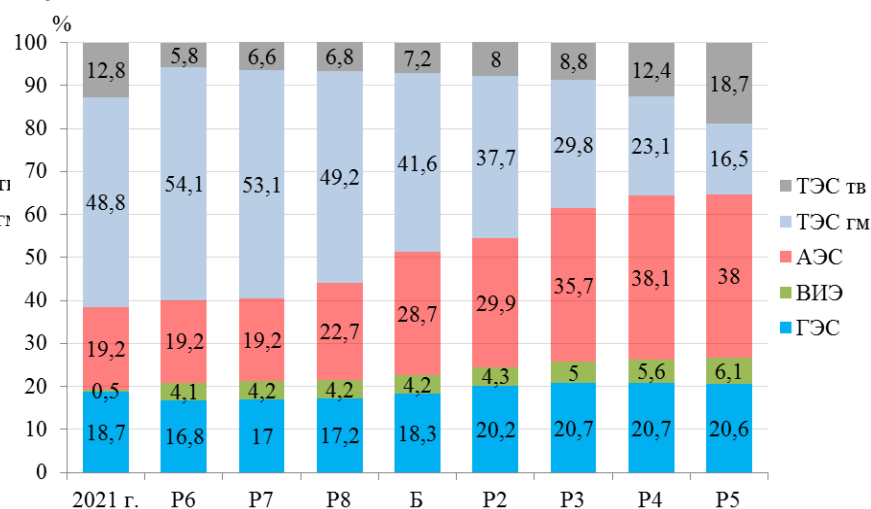


Влияние цен на газ на изменение производственной структуры

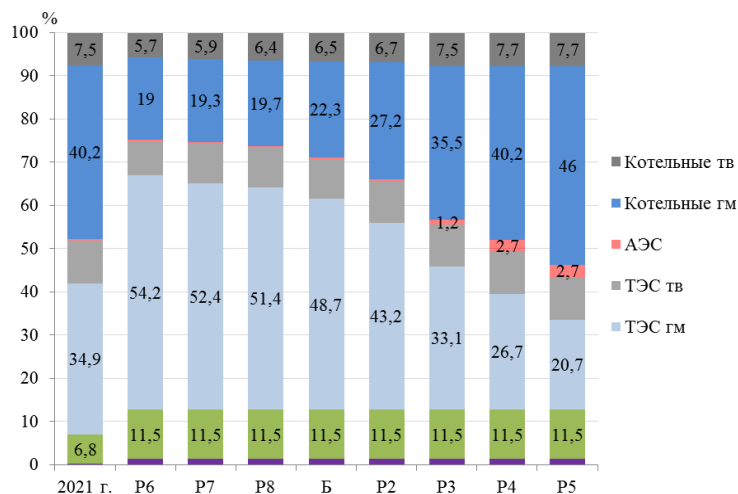
Изменения в структуре установленной мощности электростанций в 2050 году при варьировании темпов роста цены газа (порядок вариантов по увеличению темпов роста цены)



Изменения в структуре производства электроэнергии в 2050 году при варьировании темпов роста цены газа (порядок вариантов по увеличению темпов роста цены)

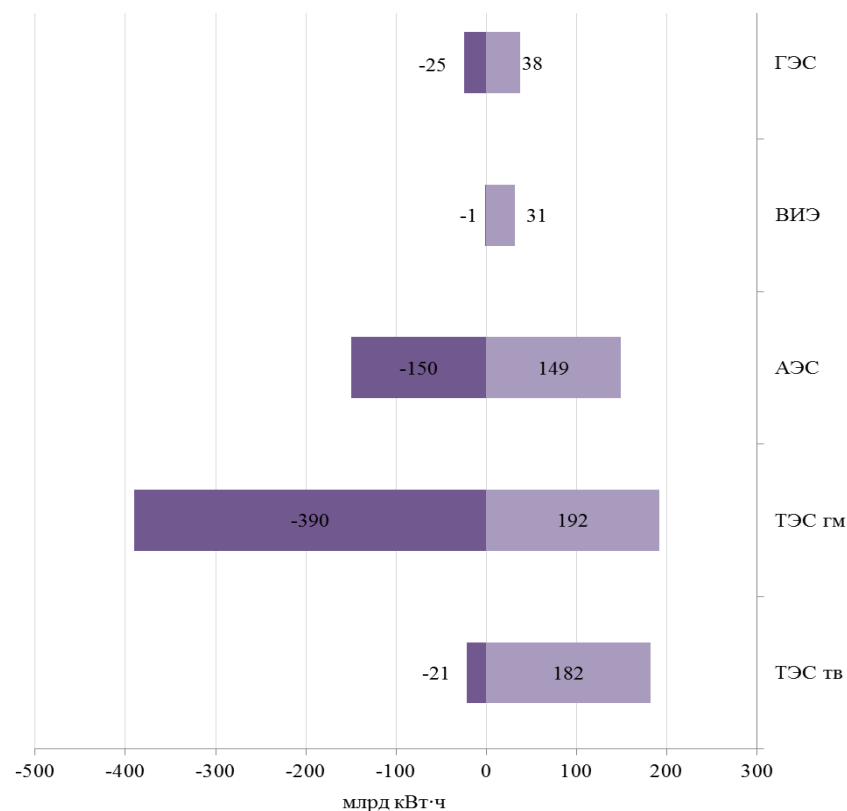


Изменения в структуре производства централизованного тепла в 2050 году при варьировании темпов роста цены газа (порядок вариантов по увеличению темпов роста цены)

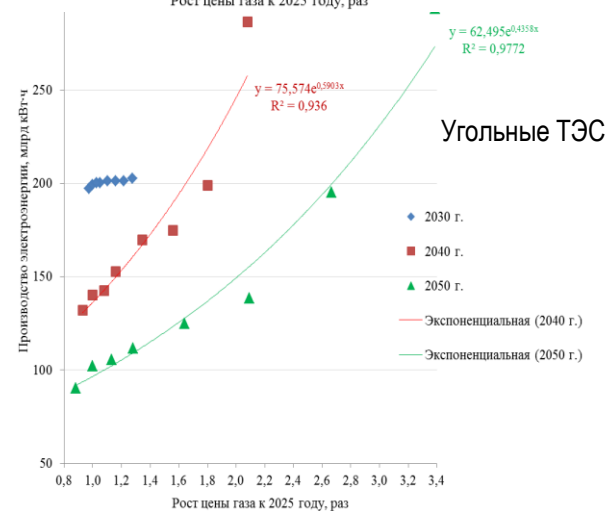
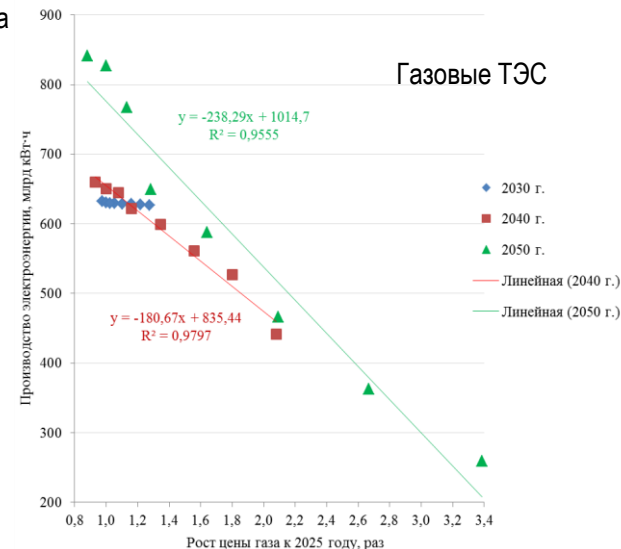


Влияние цен на газ на изменение производственной структуры

Диапазоны изменения производства электроэнергии различными типами электростанций в целом по России при варьировании темпов роста цен газа (относительно «базового» варианта), 2050 г.

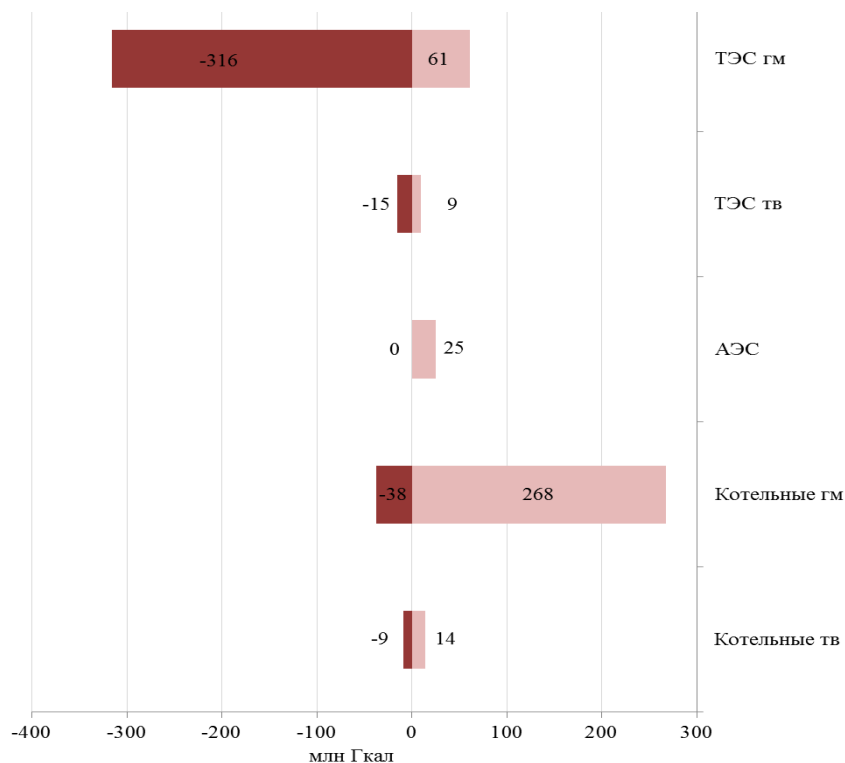


Зависимости изменения объемов производства электроэнергии газовыми и угольными ТЭС от вариантов изменения цены газа

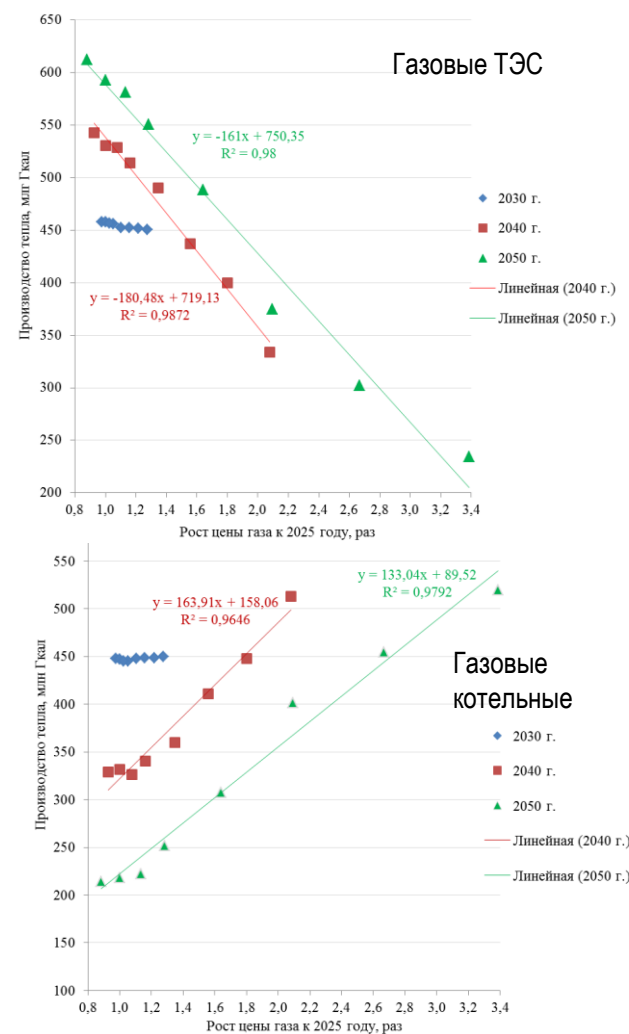


Влияние цен на газ на изменение производственной структуры

Диапазоны изменения производства централизованного тепла различными источниками в целом по России при варьировании темпов роста цен газа (относительно «базового» варианта), 2050 г.

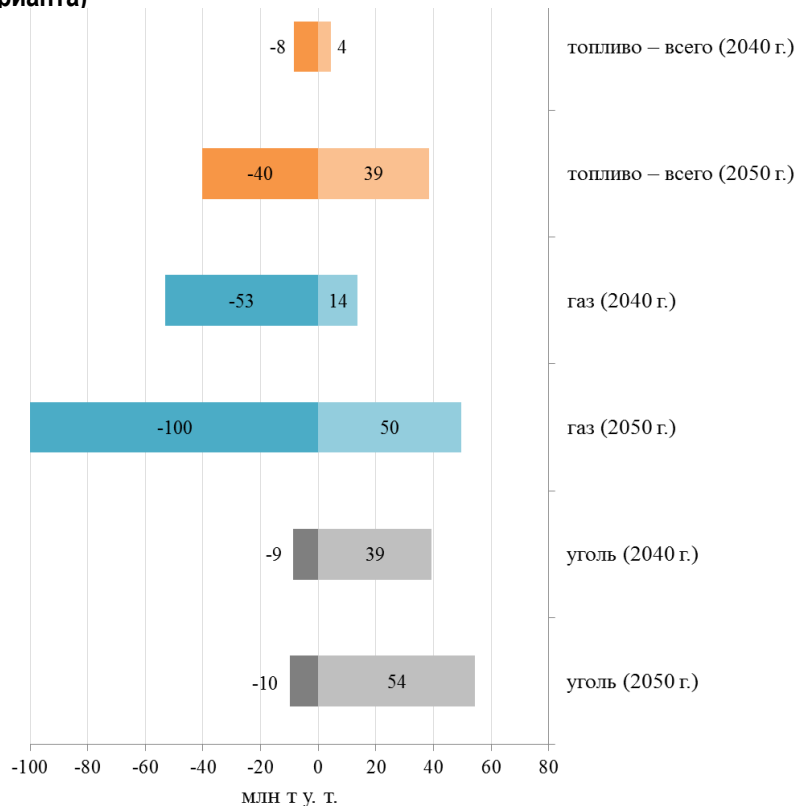


Зависимости изменения объемов производства тепла газовыми и котельными от вариантов изменения цены газа



Влияние цен на газ на изменение спроса на топливо

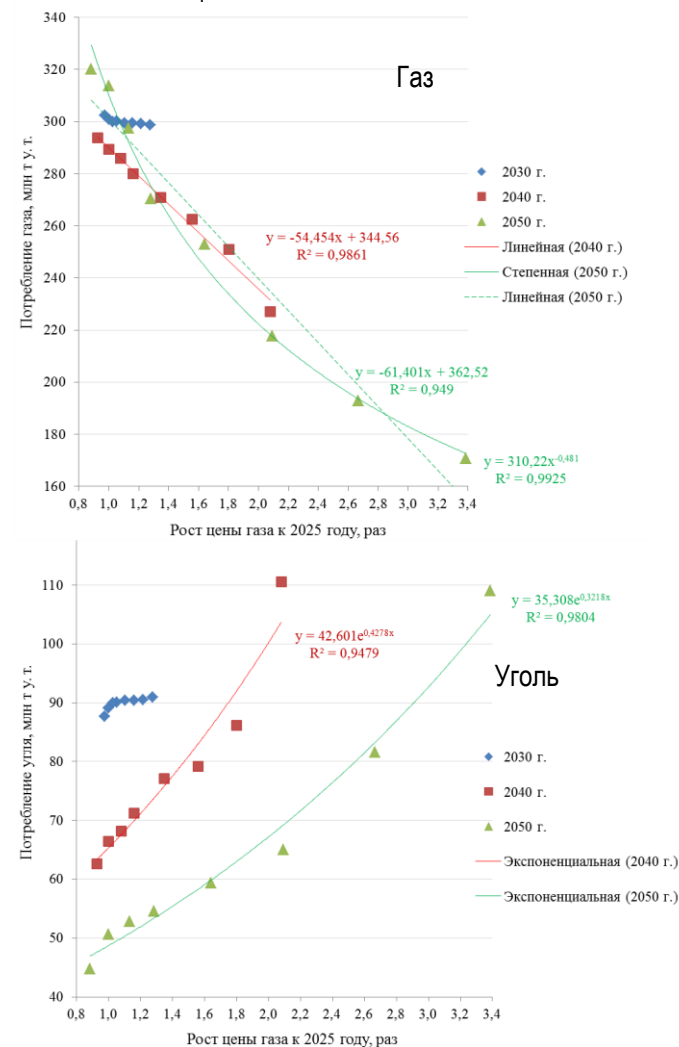
Диапазоны изменения потребления топлива на ТЭС и котельных при варьировании темпов роста цены газа (относительно «базового» ценового варианта)



Спрос на газ ТЭС и котельных в 2050 г. 170-320 млн т у.т. (в 2021 г. 296)

Спрос на уголь ТЭС и котельных в 2050 г. 45-109 млн т у.т. (в 2021 г. 73)

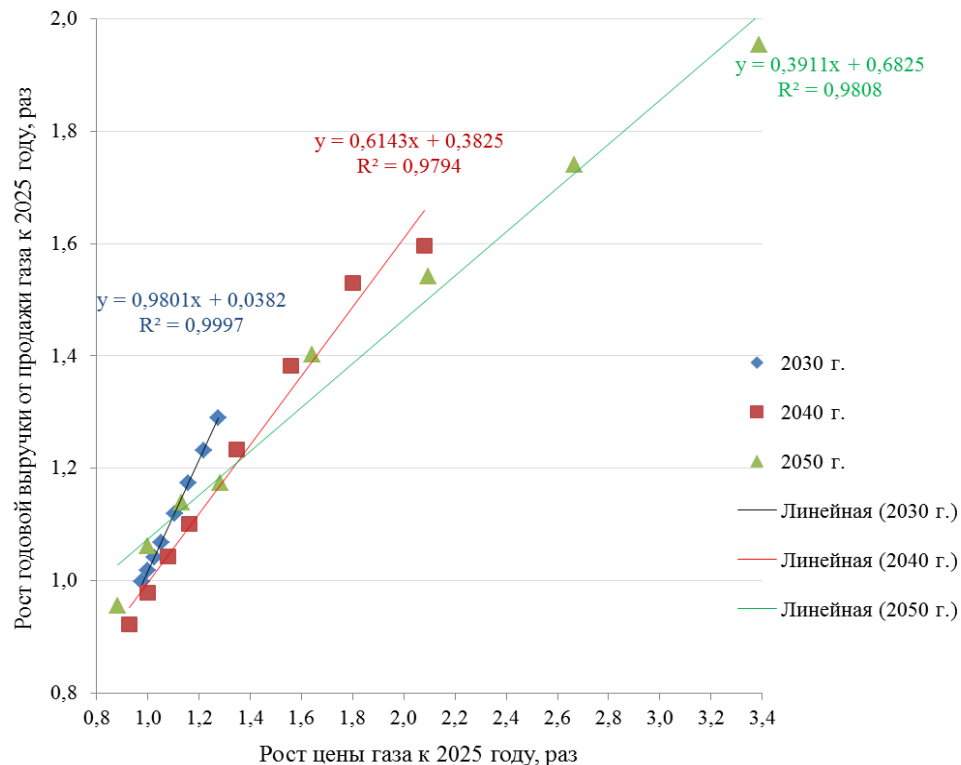
Зависимости изменения спроса на газ ТЭС и котельными от вариантов изменения его цены



Цены на газ как фактор конкуренции технологий в электроэнергетике и темпов ее декарбонизации: отраслевые, межотраслевые и макроэкономические последствия / Ф. В. Веселов, В. А. Малахов, А. А. Хоршев, Т. В. Новикова // Теплоэнергетика. – 2025. – № 11. – С. 5-17.

Влияние цен на газ на изменение спроса на топливо

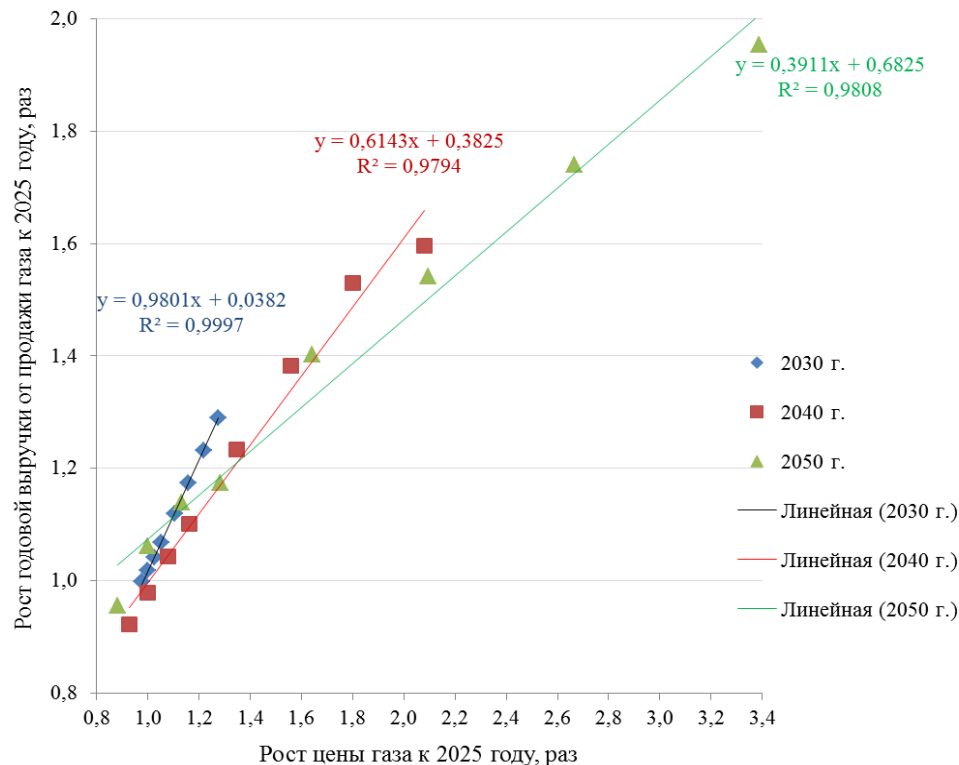
Зависимости изменения выручки от продажи газа на ТЭС и котельные от вариантов изменения цены газа



- изменение годовой выручки от продажи (относительно 2025 года) газа определяется произведением накопленных темпов изменения цены газа и относительных годового объема его потребления
- выручка от продажи газа линейно меняется по мере роста его цены, однако со временем эластичность этой зависимости снижается.
- существенное снижение объемов спроса при высоких темпах роста цены газа будет сдерживать рост выручки – даже при самых высоких темпах роста цены газа ее объем вырастет не более, чем на 60 % к 2040 году и лишь вдвое – к 2050 году
- полученные результаты показывают высокую чувствительность крупнейшего внутреннего потребителя газа (ТЭС и котельных) к изменению ценовой политики на внутреннем рынке поставок газа и важность учета эластичности спроса при оптимизации производственно-финансовых планов газовой отрасли

Влияние цен на газ на изменение спроса на топливо

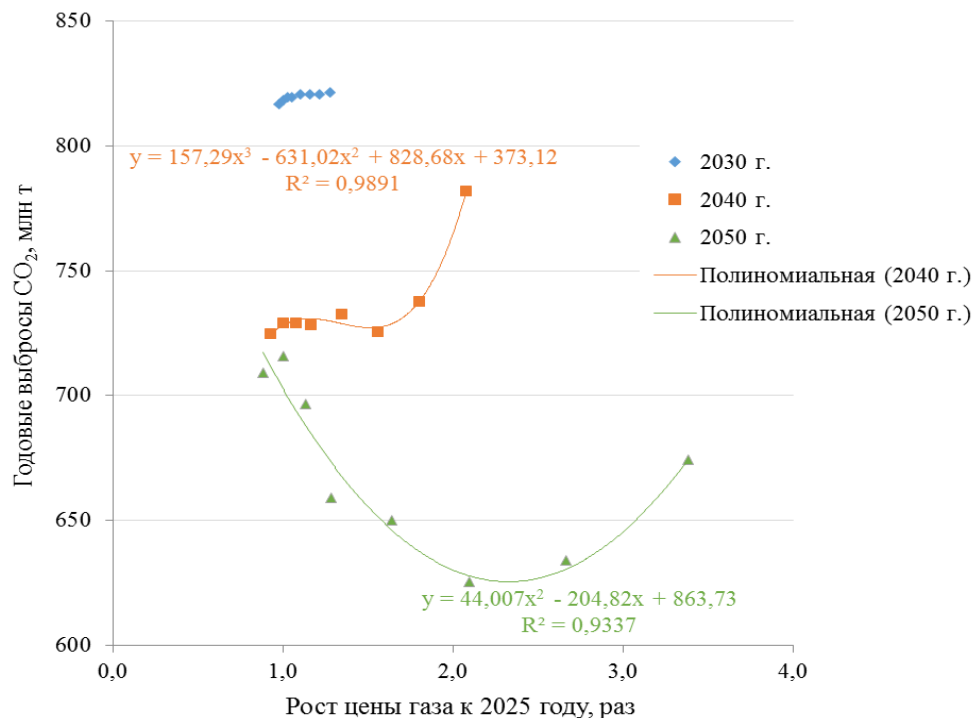
Зависимости изменения выручки от продажи газа на ТЭС и котельные от вариантов изменения цены газа



- изменение годовой выручки от продажи (относительно 2025 года) газа определяется произведением накопленных темпов изменения цены газа и относительных годового объема его потребления
- выручка от продажи газа линейно меняется по мере роста его цены, однако со временем эластичность этой зависимости снижается.
- существенное снижение объемов спроса при высоких темпах роста цены газа будет сдерживать рост выручки – даже при самых высоких темпах роста цены газа ее объем вырастет не более, чем на 60 % к 2040 году и лишь вдвое – к 2050 году
- полученные результаты показывают высокую чувствительность крупнейшего внутреннего потребителя газа (ТЭС и котельных) к изменению ценовой политики на внутреннем рынке поставок газа и важность учета эластичности спроса при оптимизации производственно-финансовых планов газовой отрасли

Влияние цен на газ на выбросы парниковых газов от ТЭС и котельных

Статистические зависимости годовой эмиссии CO₂ на ТЭС и котельных от вариантов изменения цены газа



- Изменения в объемах потребления газа и угля под влиянием ценовой политики на рынке топлива отразятся и на объемах выбросов CO₂ от электростанций и котельных.
- В 2030 году их объем практически не меняется по вариантам ценовой политики.
- К 2040 году годовые выбросы слабо меняются при низком и умеренном росте цен газа, но заметно увеличиваются при высоких темпах роста цен газа из-за наращивания потребления угля.
- К 2050 году вклад безуглеродных электростанций становится еще более выраженным, а объем годовых выбросов меняется нелинейно относительно изменения цены газа:
 - при низких темпах роста на выбросы влияет максимальный объем потребления газа;
 - при увеличении темпов роста цены газа выбросы снижаются под влиянием роста безуглеродных источников, однако из-за их ограниченного роста при еще более высоких темпах роста цены газа увеличиваются и выбросы из-за вовлечения все больших объемов угля
- Нелинейность в изменении выбросов CO₂ показывает, что цены газа, влияя на условия межтопливной конкуренции, могут способствовать декарбонизации производства электроэнергии и теплоснабжения, стимулируя переход к безуглеродным источникам.
- Наибольший результат достигается при годовых темпах роста цены газа около 2 п. п. Однако эффект снижения выбросов отложен по времени и ограничен даже на горизонте 2050 года

Цены на газ как фактор конкуренции технологий в электроэнергетике и темпов ее декарбонизации: отраслевые, межотраслевые и макроэкономические последствия / Ф. В. Веселов, В. А. Малахов, А. А. Хоршев, Т. В. Новикова // Теплоэнергетика. – 2025. – № 11. – С. 5-17.

Итоговые выводы

- Газ остается опорным энергетическим ресурсом для экономики страны, обеспечивает около 45% производимой электроэнергии и основной объем централизованного тепла. В свою очередь, ТЭС и котельные являются крупнейшими внутренними потребителями газа
- Внутренние цены на газ остаются существенно более низкими, чем на экспортных рынках. До последнего времени регулирование цен на газ сдерживало их рост около ИПЦ
- Резкое изменение внешних факторов делает необходимым корректировку налоговой и ценовой политики в газовой отрасли, с более высокими темпами роста цен для российских потребителей
- Растущие цены на газ меняют условия межтопливной конкуренции – электроэнергетика адаптируется к росту топливных затрат через более активное развитие других технологий
 - В структуре производства электроэнергии газ замещается АЭС и угольными ТЭС, в меньшей степени – ГЭС и ВИЭ
 - В структуре производства тепла газ остается основным ресурсом, но в рамках отдельной схемы с негазовыми электростанциями
- При росте цен на газ от 1% до 5% в год спрос на газ ТЭС и котельных в 2050 г. составит от 270 до 170 млн т у.т. (в 2021 г. 296). При стагнации цен он может достигнуть 320 млн т у.т.
- Сокращение спроса при удорожании газа ограничивает рост выручки от его продажи – утроение цены к 2050 г. (без учета инфляции) позволит лишь вдвое увеличить выручку поставщиков газа
- Рост цены на газ оказывает ограниченный эффект декарбонизации: как по масштабам сокращения выбросов, так и по предельным темпам удорожания топлива.

Институт энергетических исследований РАН

www.eriras.ru

info@eriras.ru, erifedor@mail.ru

Исследование выполнено в ИНЭИ РАН при поддержке

Минобрнауки России

- проект № FFGW-2025-0003 «Актуализация методов разработки и механизмов реализации стратегии развития энергетики России применительно к новым внешним условиям и требованиям национальной системы стратегического планирования»
- проект № FFGW-2025-0001 «Анализ устойчивости мировой энергосистемы в условиях меняющихся приоритетов, последствий для глобальной торговли энергоресурсами и участия в ней России»

Российского научного фонда

- гранта Российского научного фонда № 21-79-30013-П, <https://rscf.ru/project/21-79-30013/>

Спасибо за внимание!