

Энергетика России в условиях климатических изменений и ограничений на выбросы парниковых газов: вызовы и возможности

КЛИМЕНКО В.В., ТЕРЕШИН А.Г.

НИЛ глобальных проблем энергетики НИУ «МЭИ»

т. (495) 362-71-27; nilgre@mpei.ru

Москва, ИНЭИ РАН, 25-26 ноября 2025 г.

Основные вопросы

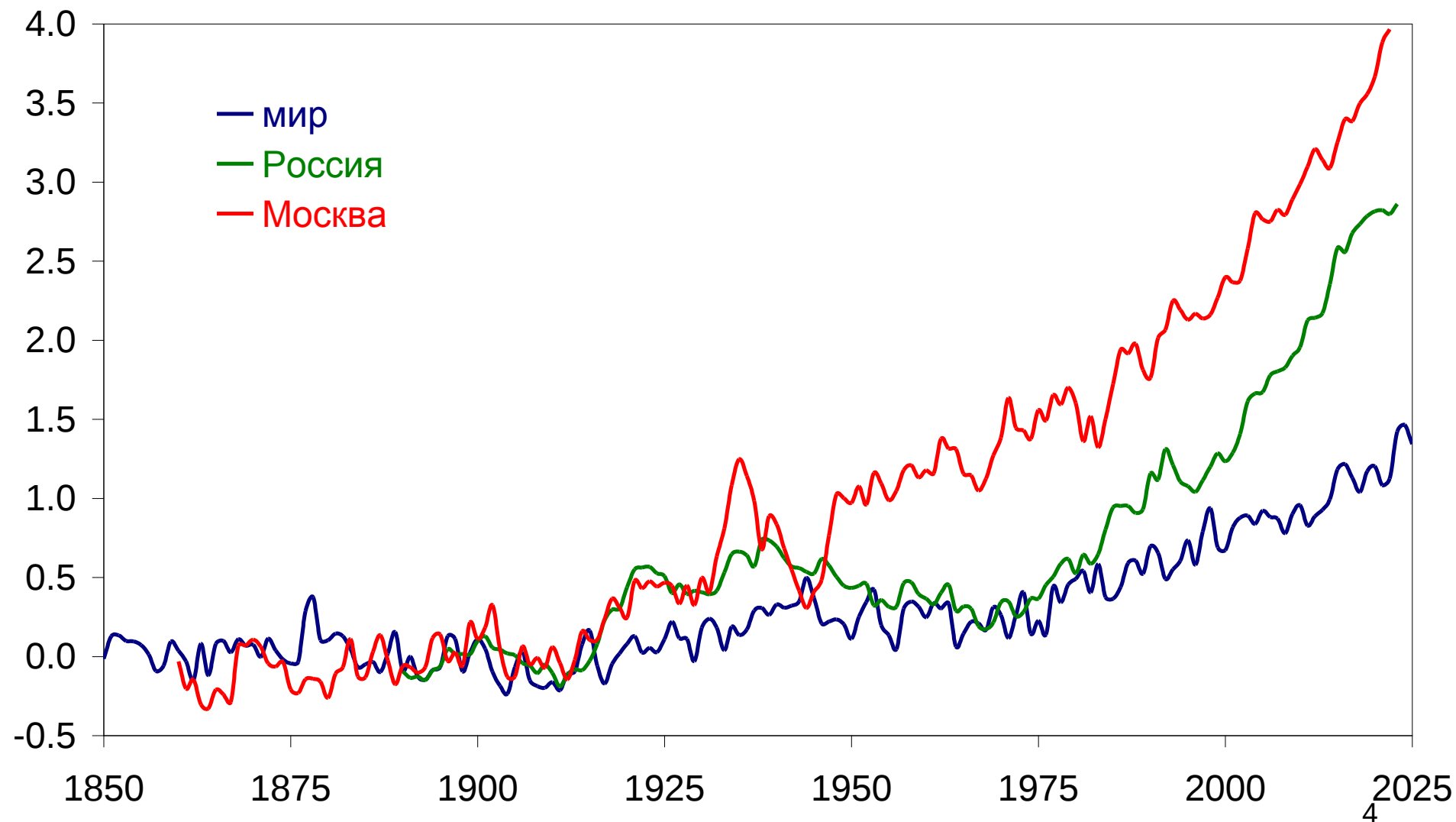
- Глобальные климатические изменения и международная политика по охране климата
- Стратегия низкоуглеродного развития экономики России и выбросы парниковых газов в электроэнергетике России
- Обратные связи в системе «энергетика – климат» и стратегия адаптации электроэнергетики России к климатическим изменениям

Глобальные
климатические
изменения и
международная
политика по охране
климата

Изменения среднегодовой температуры воздуха в Москве, на территории России и в среднем по миру

ΔT . °C

(в отклонениях от среднего значения за 1881-1900)



Росгидромет, 2025; CRU / Met Office, 2025

Цели и предложенные инструменты трех Конференций сторон РКИК ООН

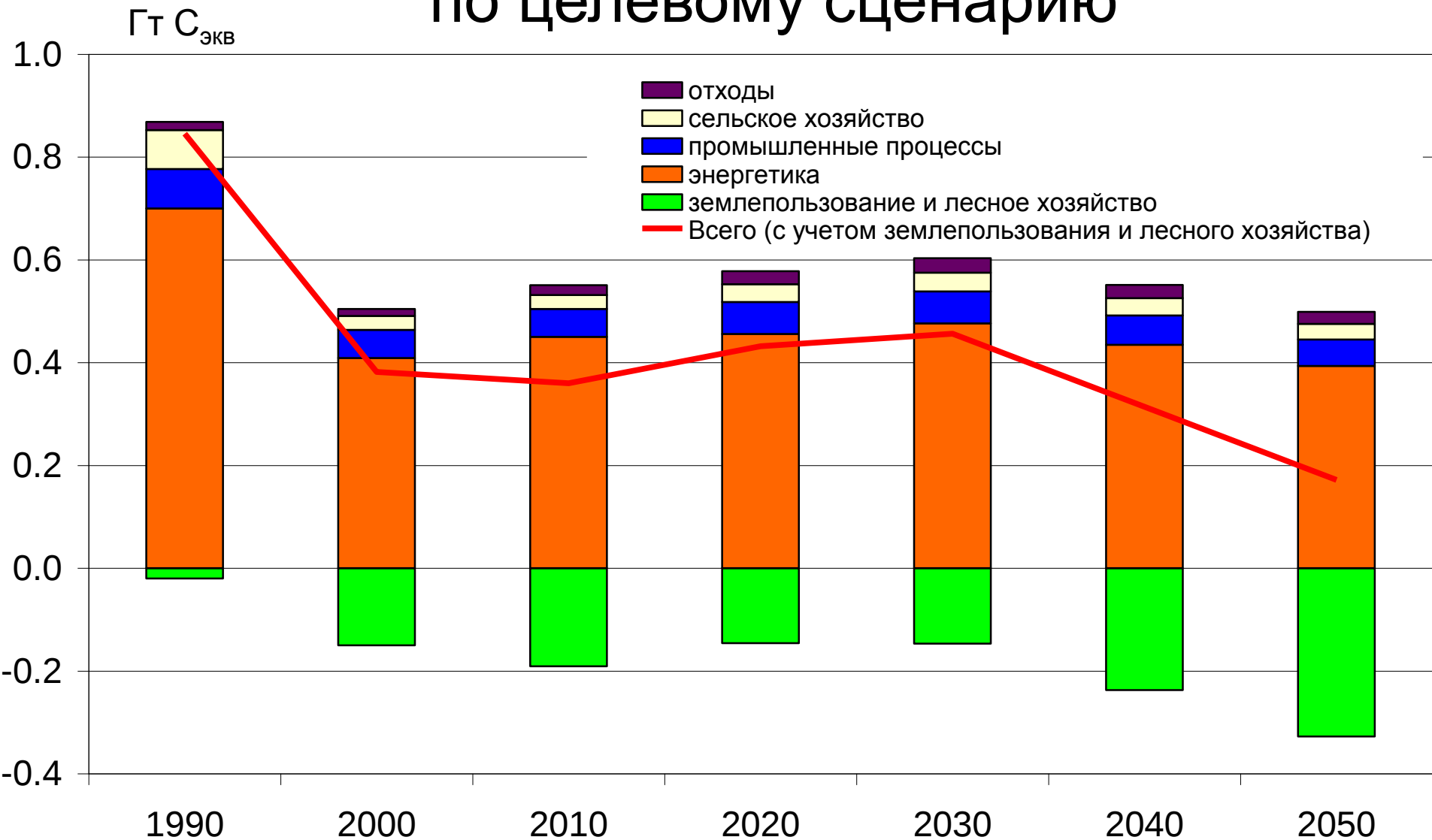
Конференции и сторон РКИК ООН	Цель	Предложенные инструменты
Киото (1997)	Снижение темпов роста среднеглобальной температуры	Обязательства группы 38 стран по ограничению эмиссии парниковых газов в 2008-2012 гг.
Париж (2015)	не допустить роста среднеглобальной температуры выше 2 ⁰ С по сравнению с доиндустриальной	Принятие более 190 странами добровольных обязательств по снижению выбросов парниковых газов после 2020 г.
Глазго (2021)	ограничение глобального потепления 1,5 ⁰ С по сравнению с доиндустриальным периодом	1. Обязательства большинства стран, включая все крупнейшие страны-эмитенты парниковых газов, достичь климатической нейтральности в период 2050-2070 гг. 2. Обязательства группы из 109 стран снизить антропогенную эмиссию метана на 30% к 2030 г. 3. Обязательства 140 стран остановить утрату лесов к 2030 г. и в дальнейшем приступить к их восстановлению

Стратегия низкоуглеродного развития экономики России и выбросы парниковых газов в электроэнергетике России

Стратегические документы России в области климатической политики

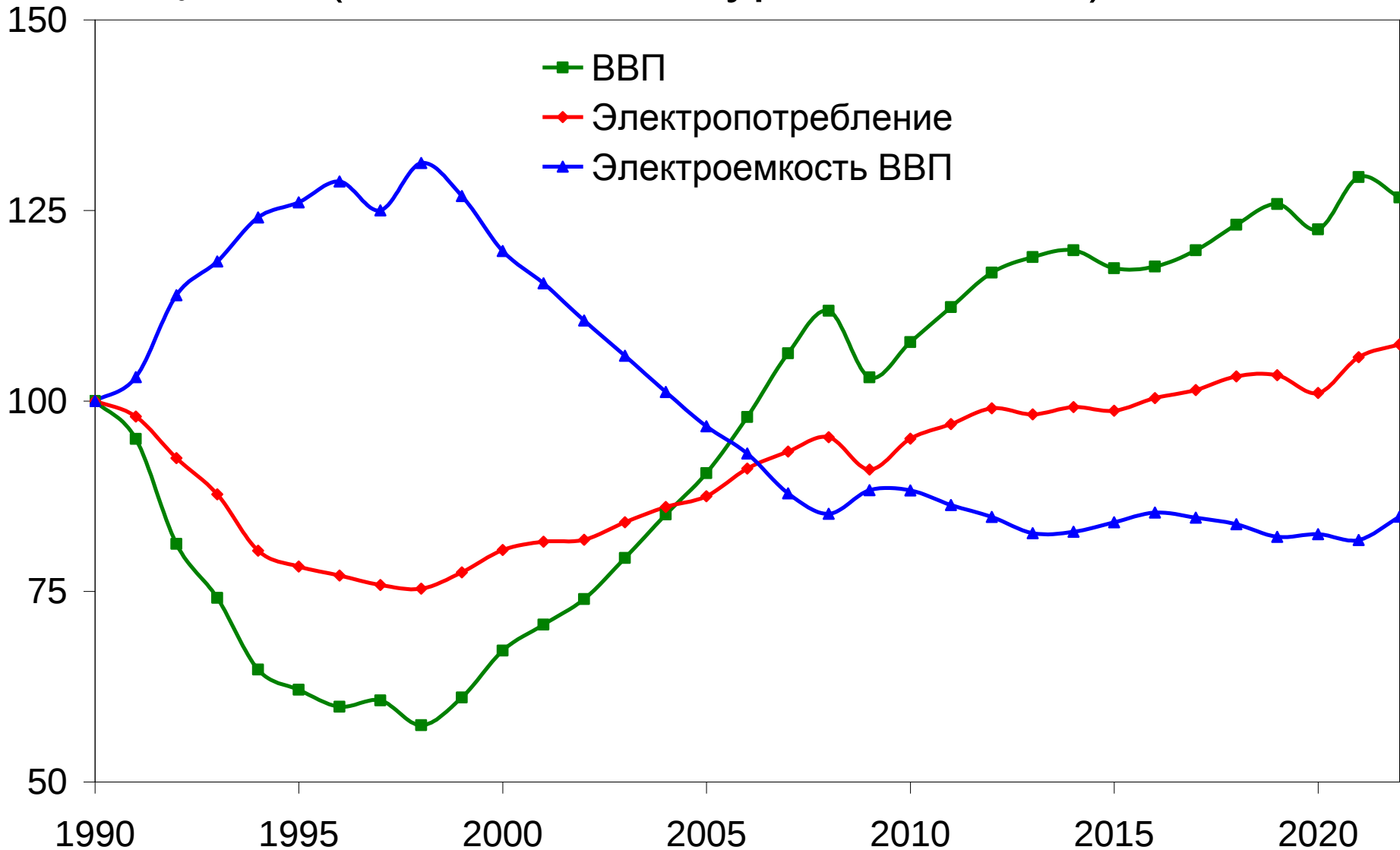
- **Федеральный закон от 02.07.2021 г. № 296-ФЗ Об ограничении выбросов парниковых газов.**
- **Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года** (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 г. № 3052-р)
- **Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021 - 2030 годы** (утв. Постановлением Правительства РФ от 08.02.2022 г. № 133)
- **Климатическая доктрина Российской Федерации** (утв. Указом Президента РФ от 26 октября 2023 г. № 812)
- Указ Президента Российской Федерации от 06.08.2025 г. № 547
"О сокращении выбросов парниковых газов"

Динамика выбросов ПГ в России по целевому сценарию



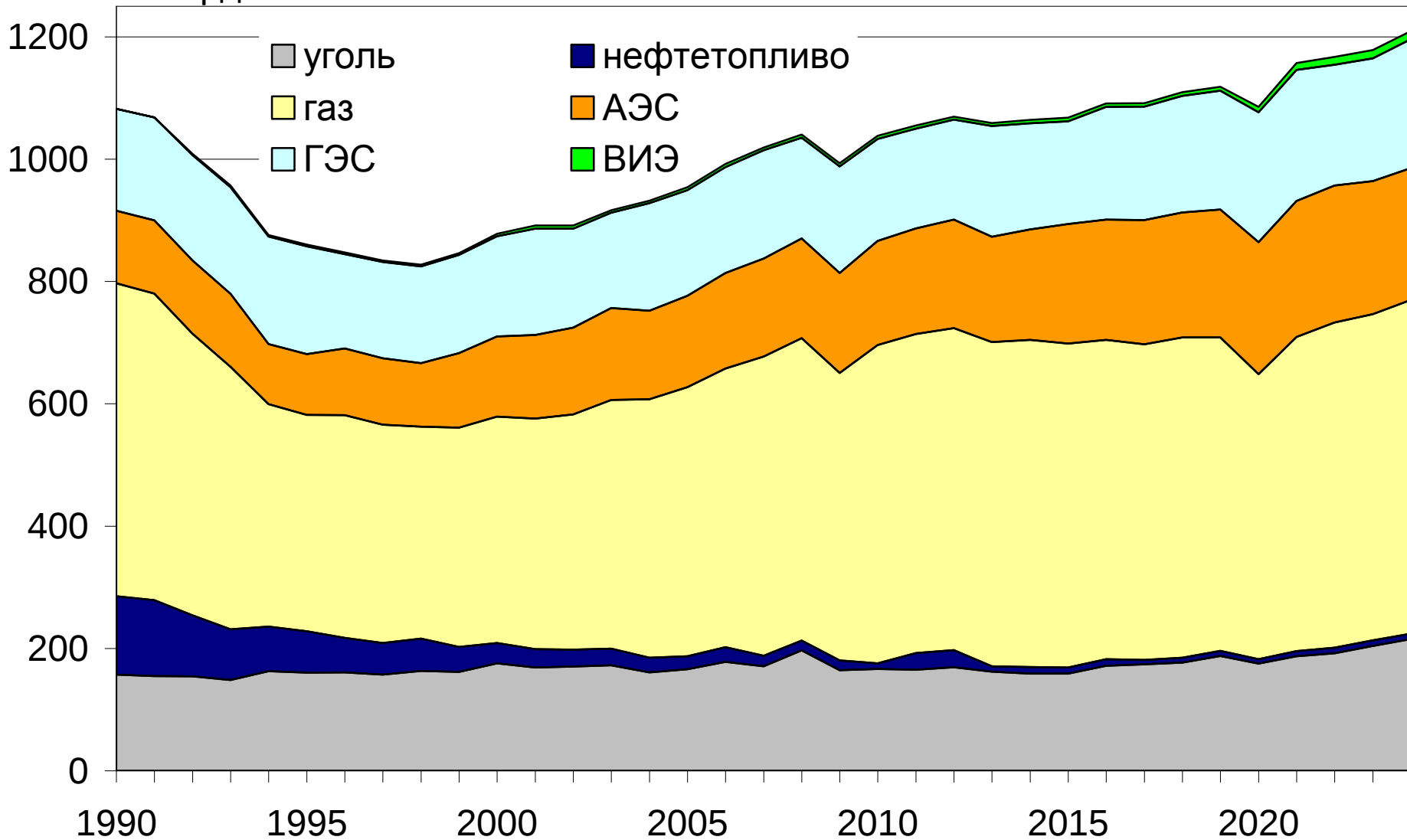
Динамика ВВП, электропотребления и электроемкости ВВП в России (относительно уровня 1990г.)

%



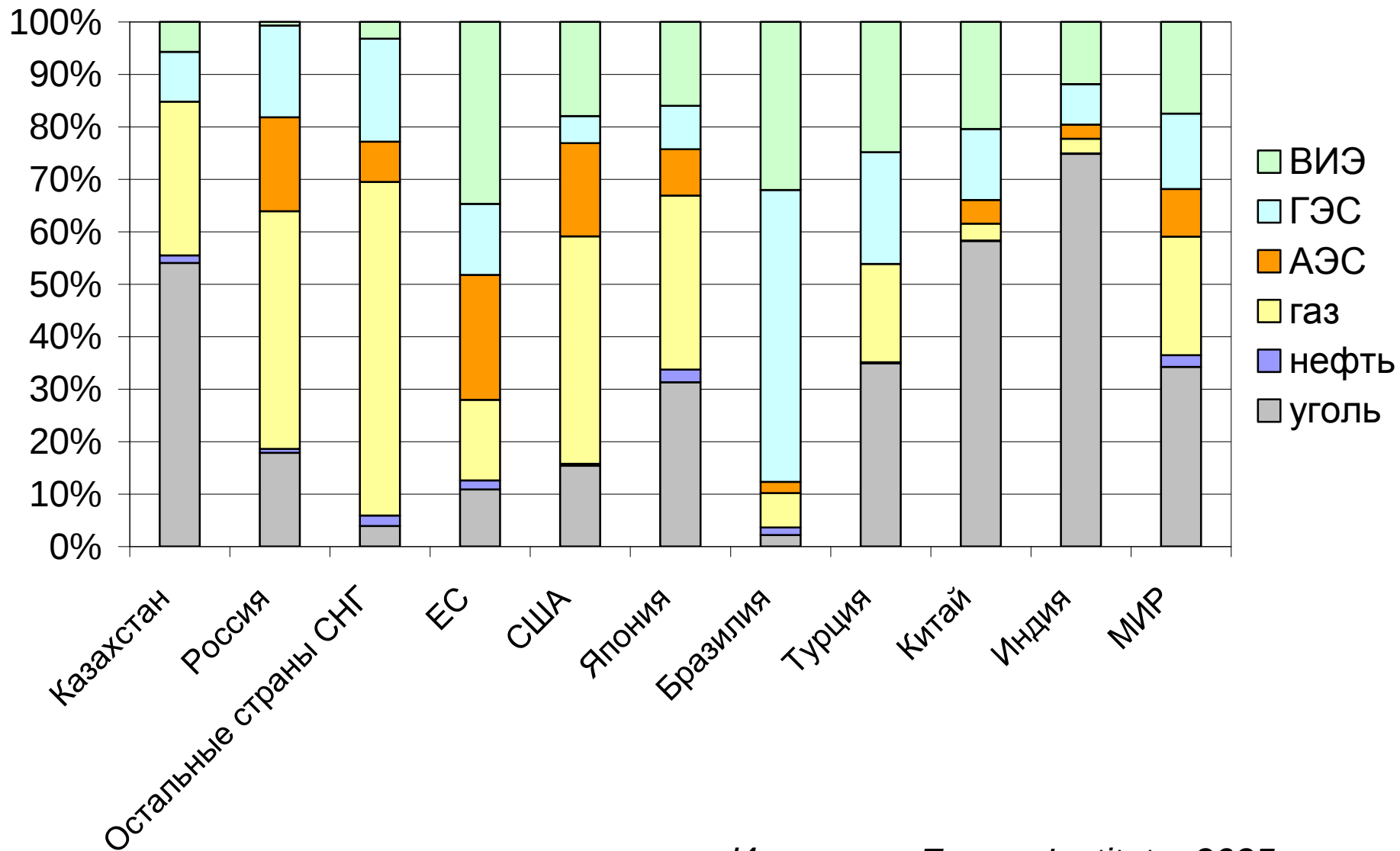
Динамика объема и структура производства электроэнергии в России

млрд. кВтч



Источник: Energy Institute, 2025

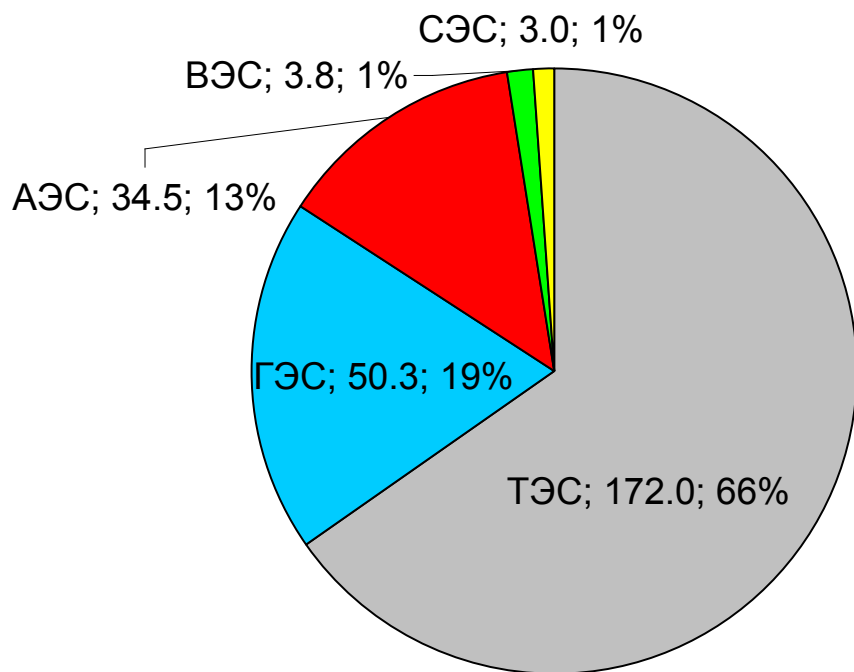
Структура производства электроэнергии в 2024 г.



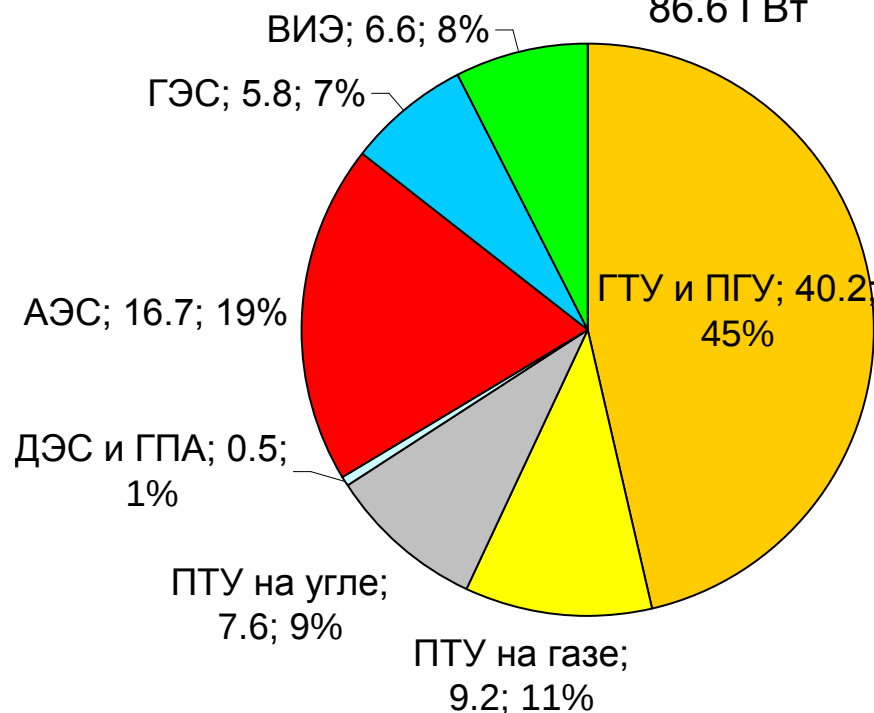
Источник: Energy Institute, 2025

Структура установленной мощности электростанций (слева) на конец 2024 г. и вводов новой генерации в 2001-2024 гг. (справа)

ВСЕГО - 263.7 ГВт



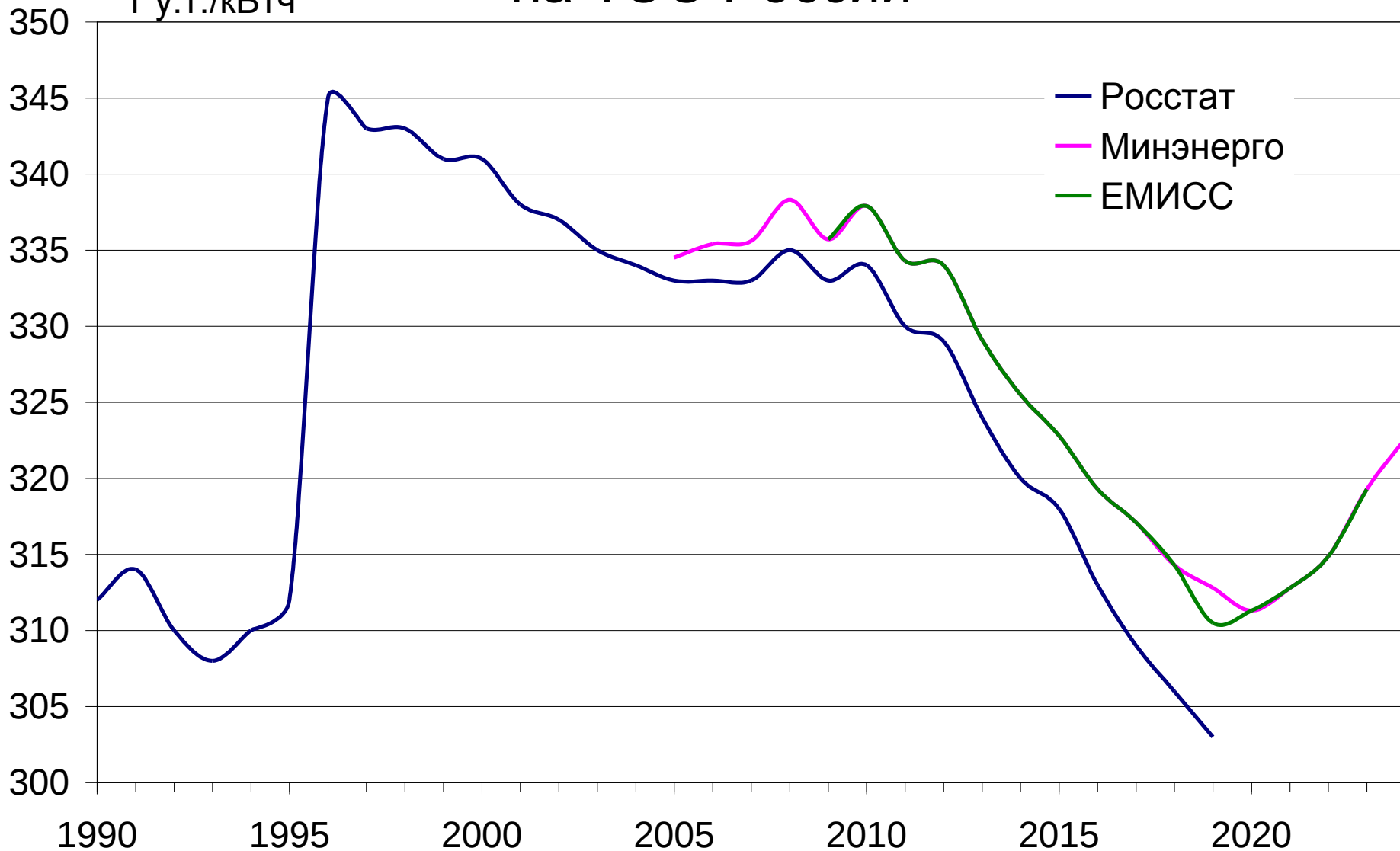
Вводы всего - 86.6 ГВт



Источник: СО ЕЭС

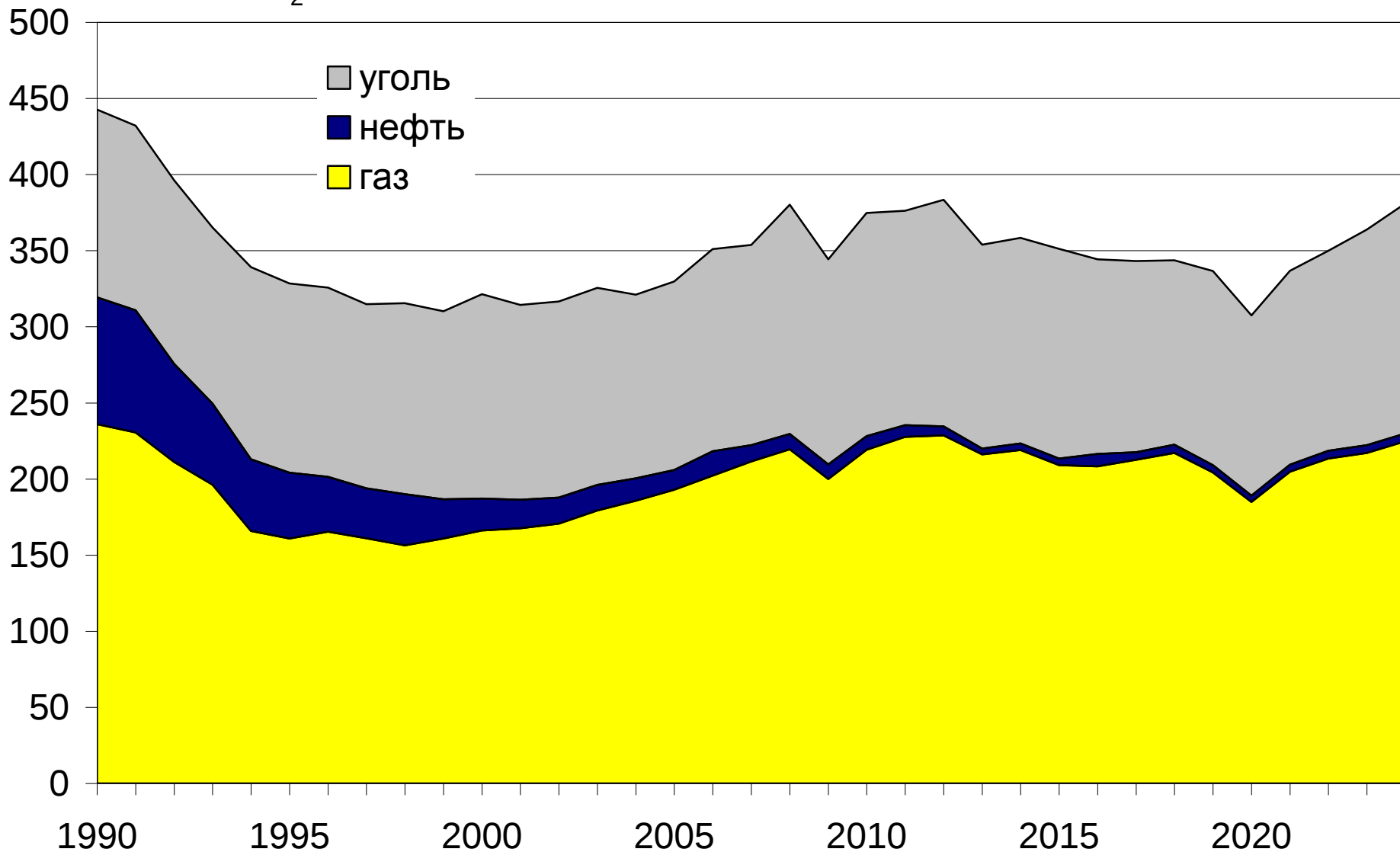
Динамика удельного расхода топлива на ТЭС России

г у.т./кВтч



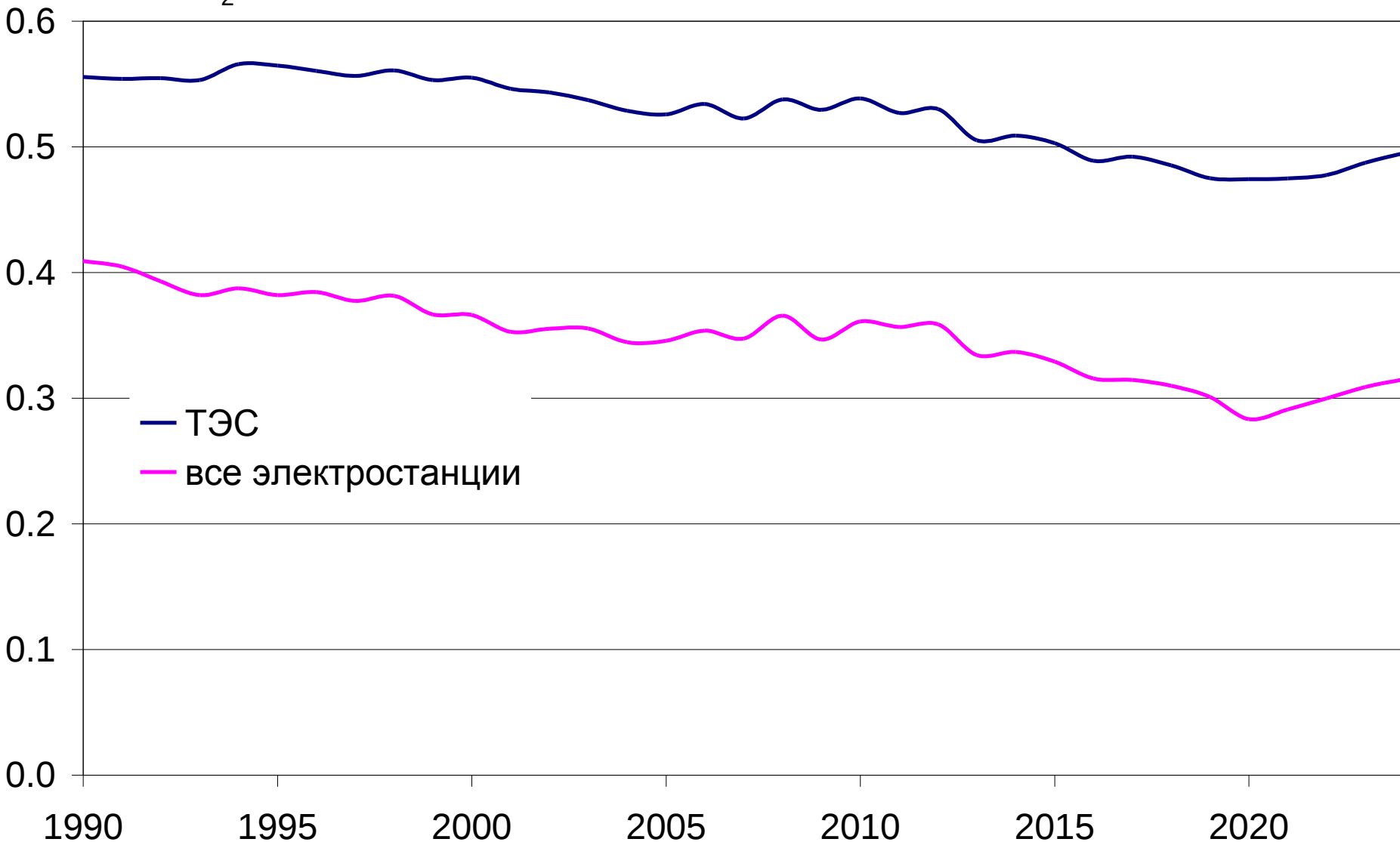
Динамика объемов и структуры выбросов диоксида углерода в электроэнергетике России

млн т CO₂

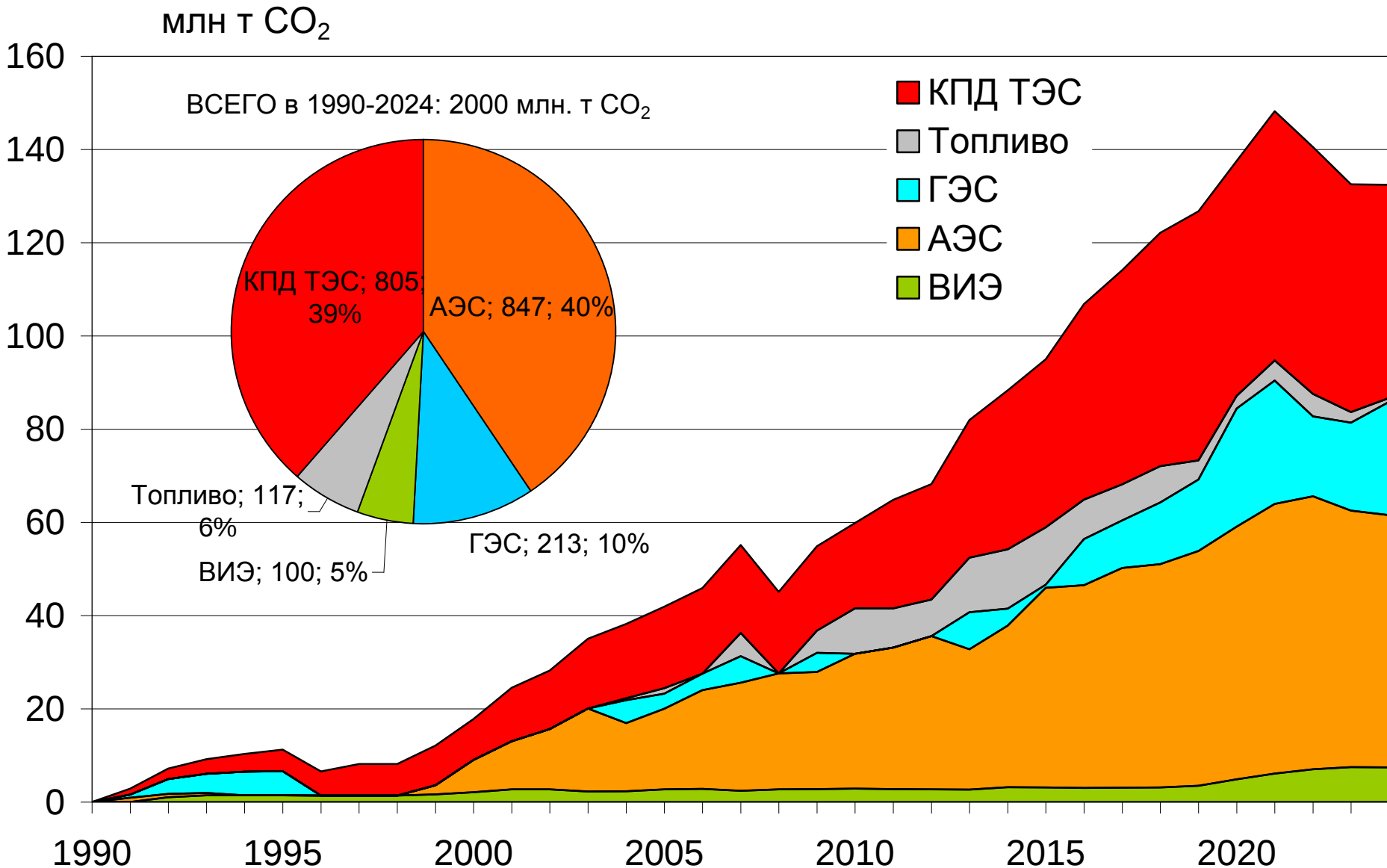


Удельные выбросы диоксида углерода в электроэнергетике России

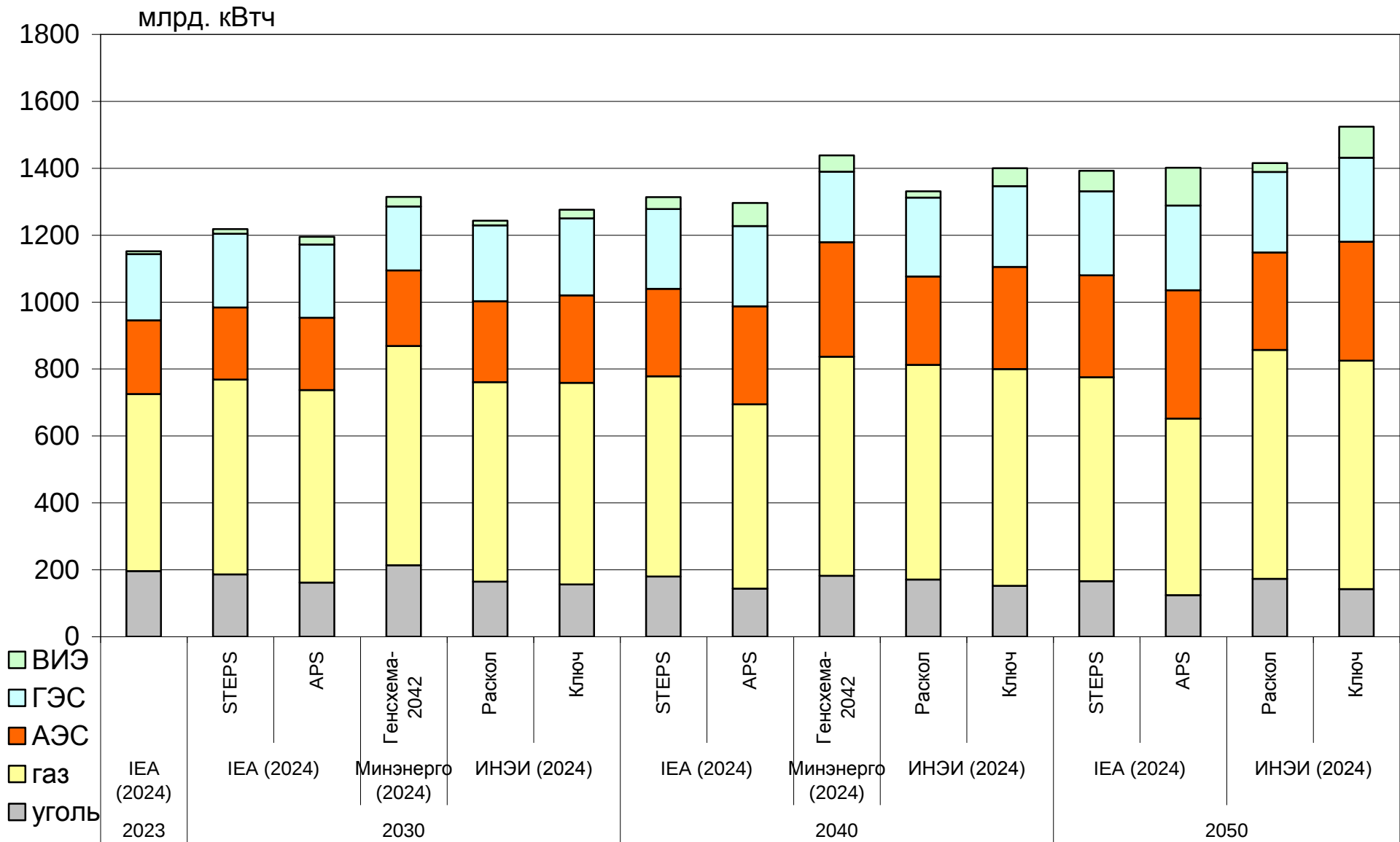
кг CO₂/кВтч



Ежегодное снижение выбросов диоксида углерода в электроэнергетике России за счет различных факторов



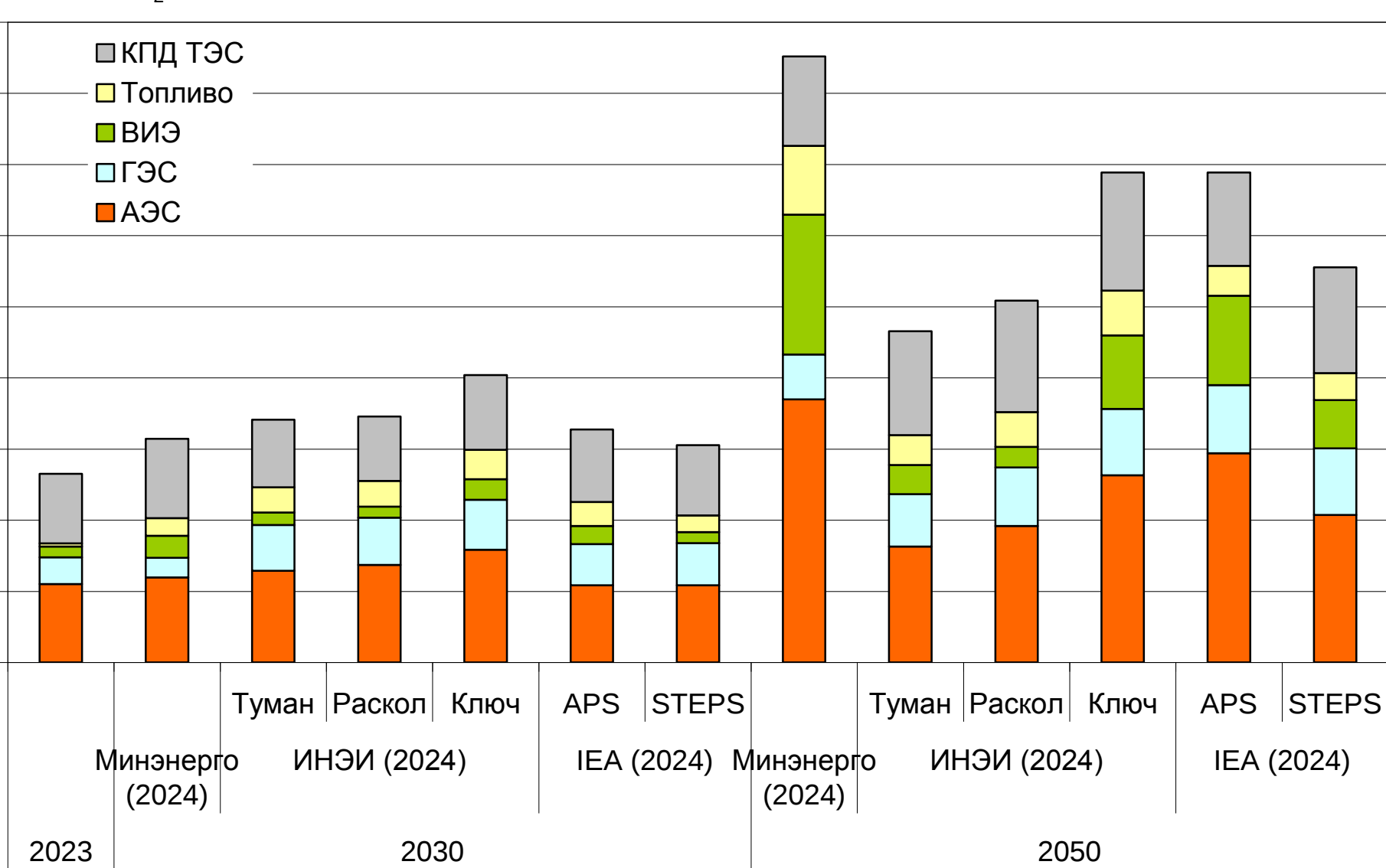
Объемы и структура выработки электроэнергии по различным сценариям



Снижение выбросов CO₂ в электроэнергетике России по различным сценариям

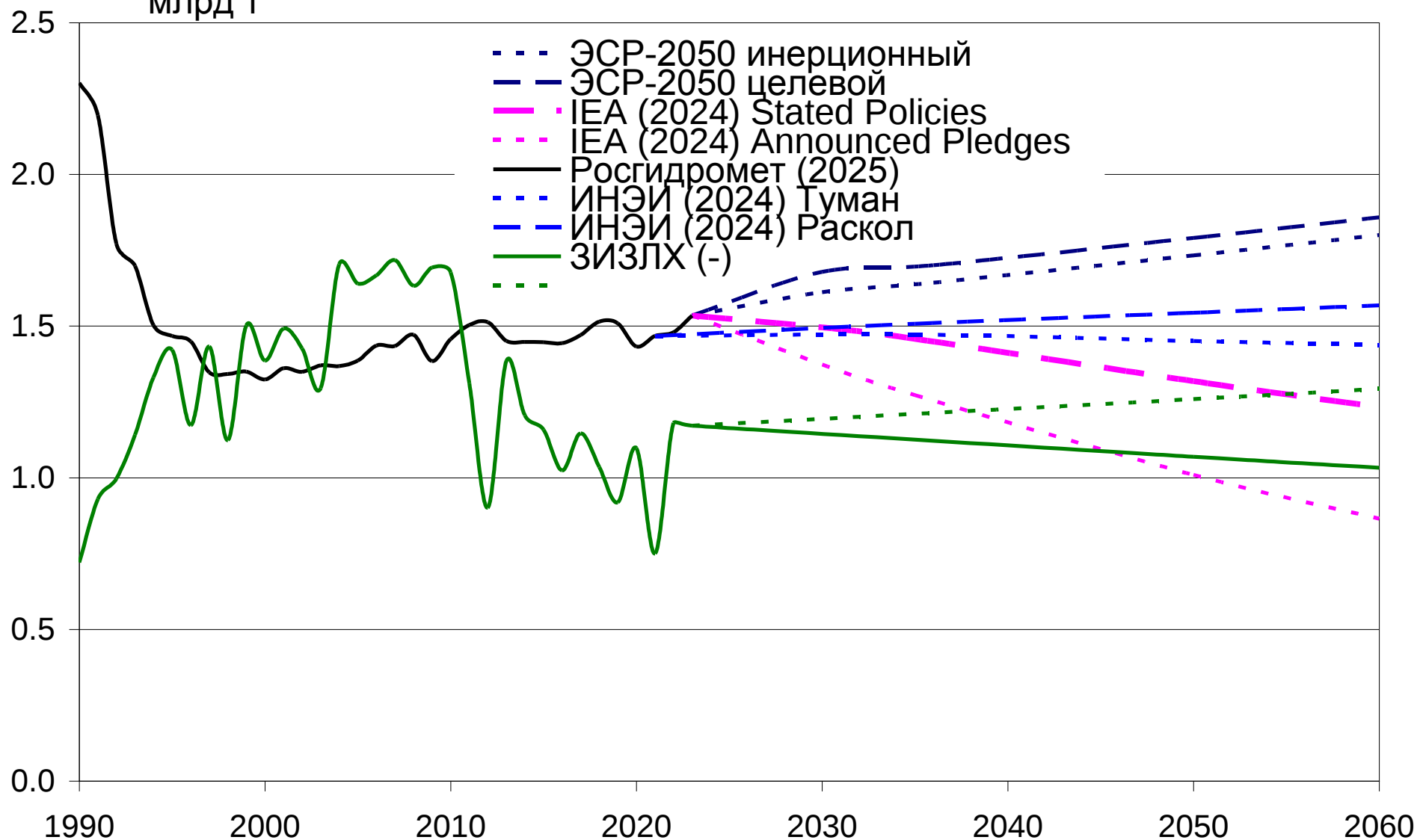
млн. т CO₂

- КПД ТЭС
- Топливо
- ВИЭ
- ГЭС
- АЭС



Антропогенные выбросы и поглощение лесами (ЗИЗЛХ) парниковых газов на территории России по различным сценариям

млрд т



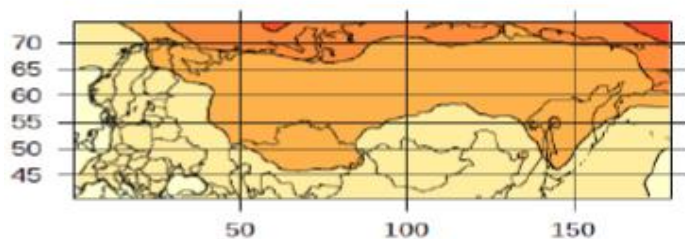
Обратные связи в системе «Энергетика – климат» и стратегия адаптации электроэнергетики России к климатическим изменениям

Стратегические документы в области адаптации к климатическим изменениям

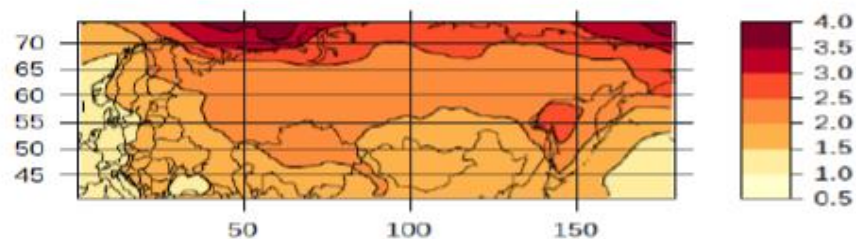
- **Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.** (утв. Распоряжением Правительства РФ от 25.12.2019 г. № 3183-р)
- **Приказ Минэкономразвития РФ от 13.05.2021 г. № 267 "Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата"**
- **Национальный план мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.** (утв. Распоряжением Правительства РФ от 11.03.2023 г. № 559-р)
- **План адаптации к изменениям климата в сфере топливно-энергетического комплекса Российской Федерации** (утв. приказом Минэнерго РФ от 31.03.2022 № 280)
- **Аналогичные отраслевые Планы** еще 9 министерств и ведомств

Ансамблевые оценки для изменения среднегодовых значений основных климатических параметров на территории России в 2040-2060 и в 2080-2100 (по сравнению с 2000-2020) по сценарию NetZero2200: а — изменение температуры воздуха (оС), б — относительное изменение количества осадков, в — относительное изменение скорости ветра

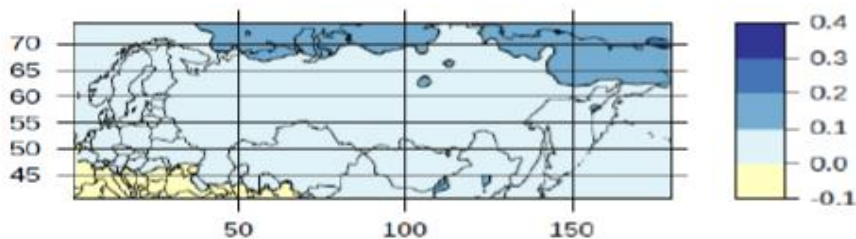
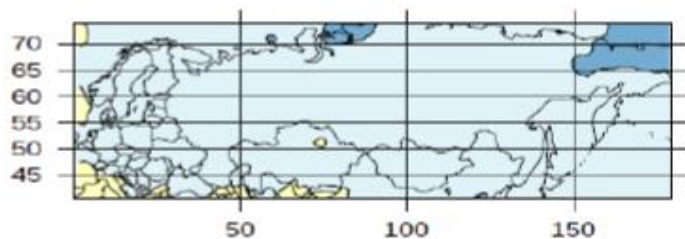
2040-2060



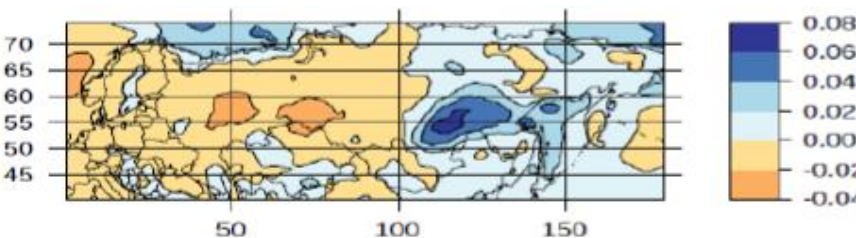
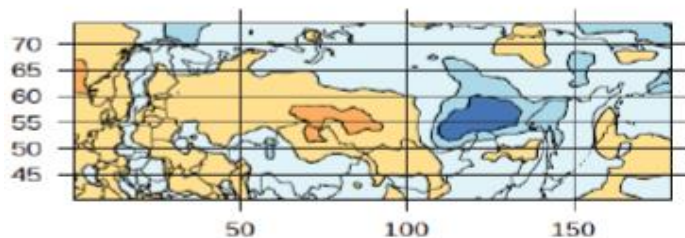
2080-2100



а

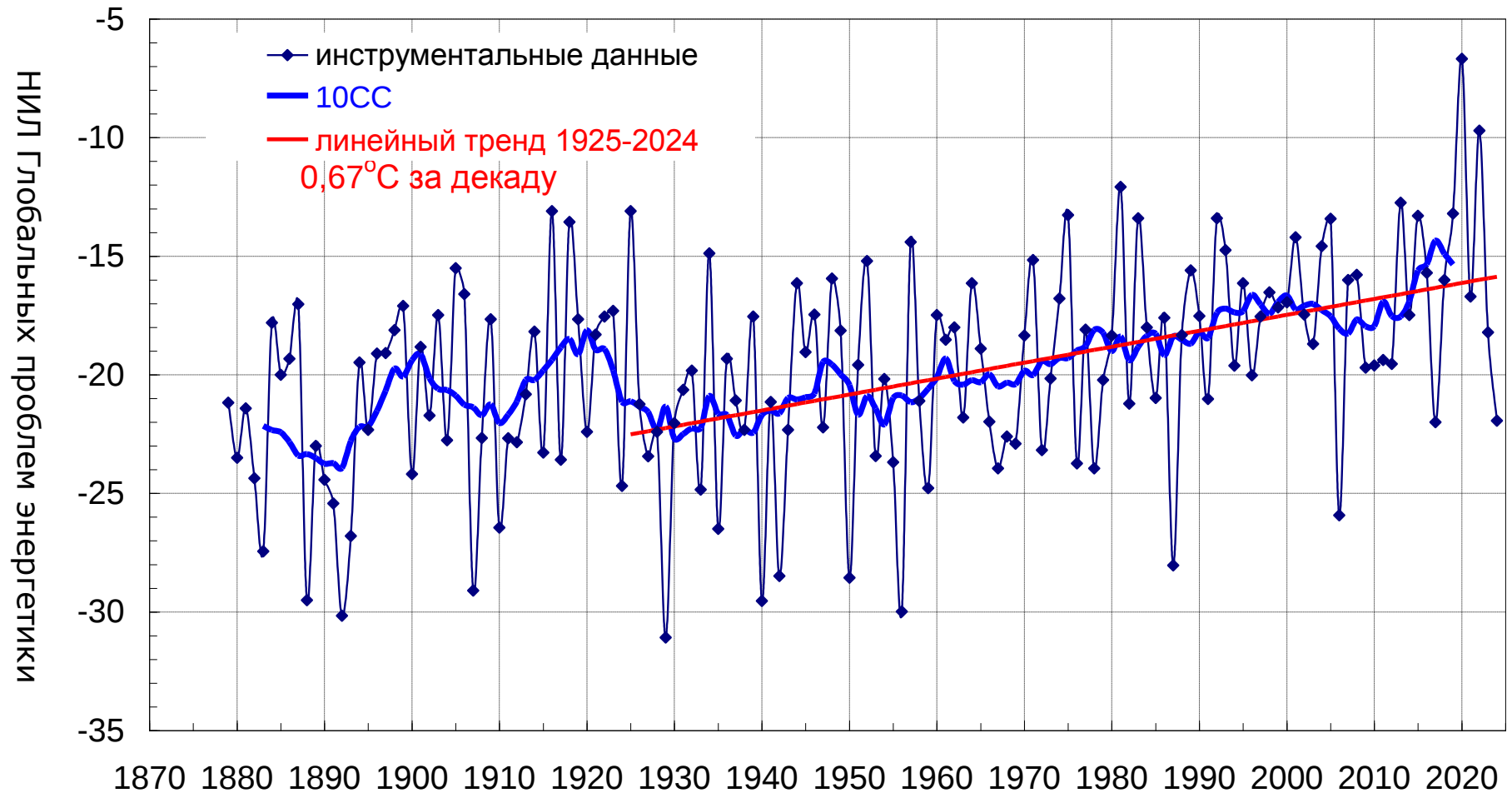


б



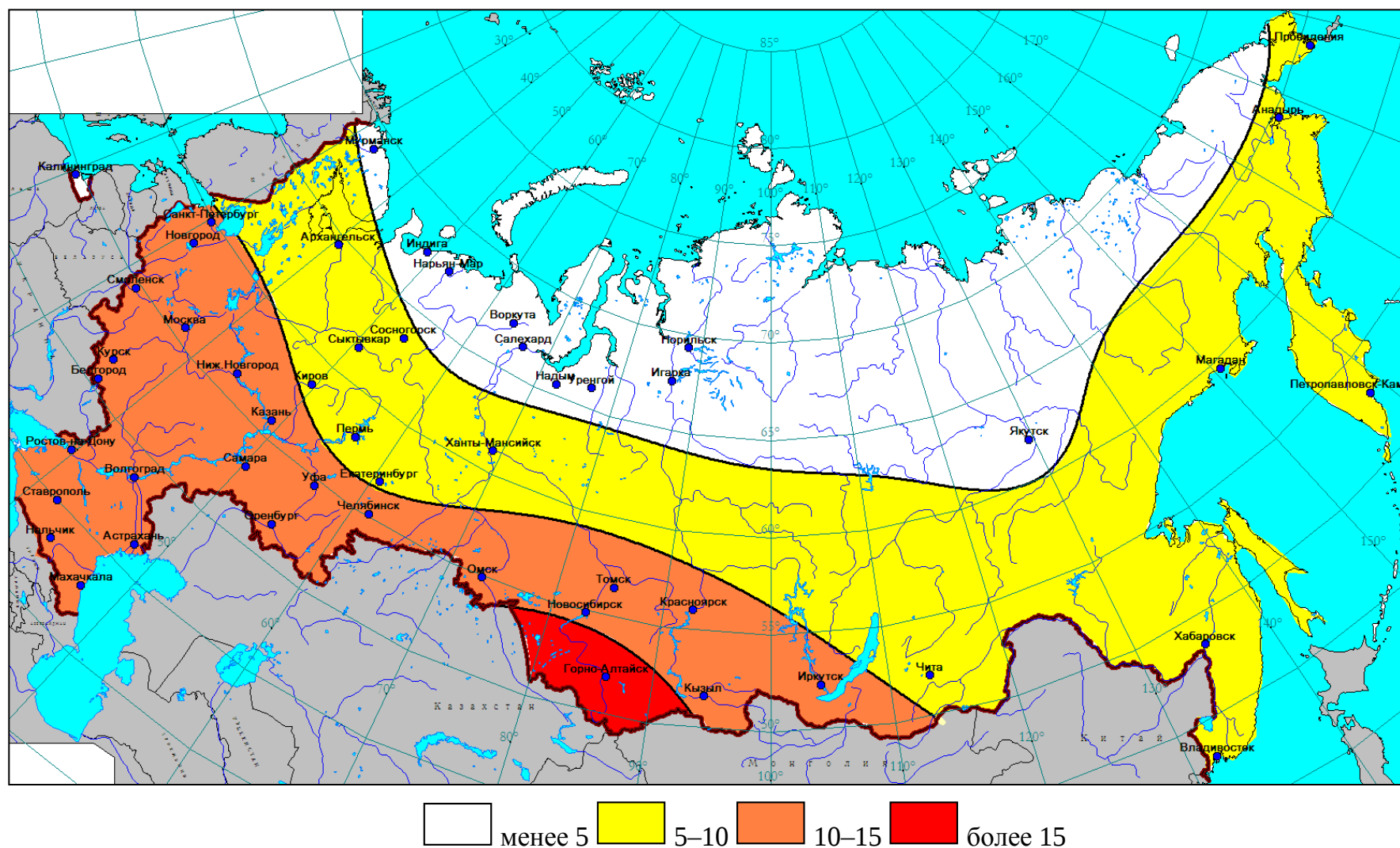
в

Средняя температура самой холодной пятидневки в Москве (1879-2024 гг.)

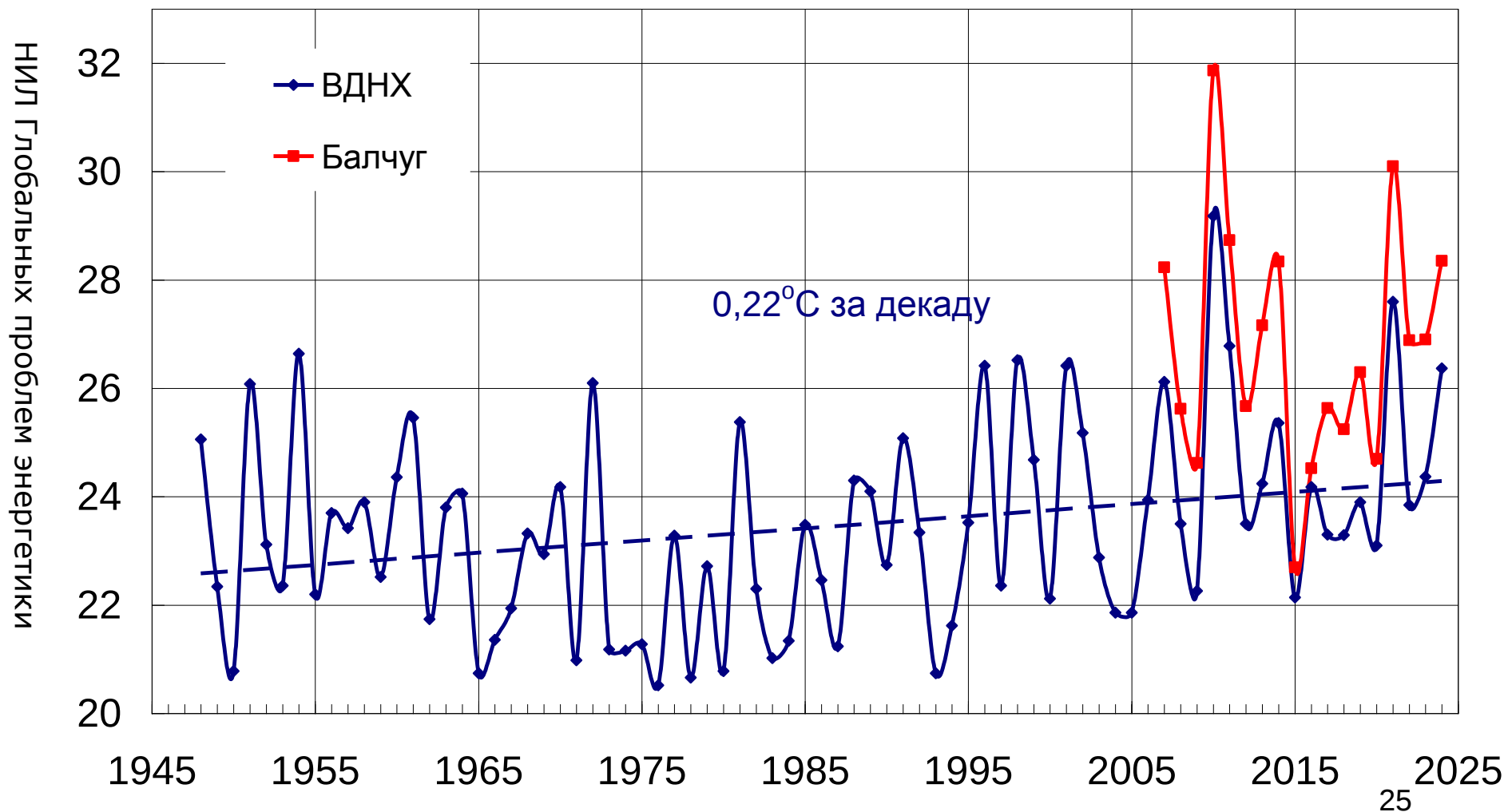


Уменьшение к 2050 г. потребности в энергии на отопление (в % от современной) на территории РФ

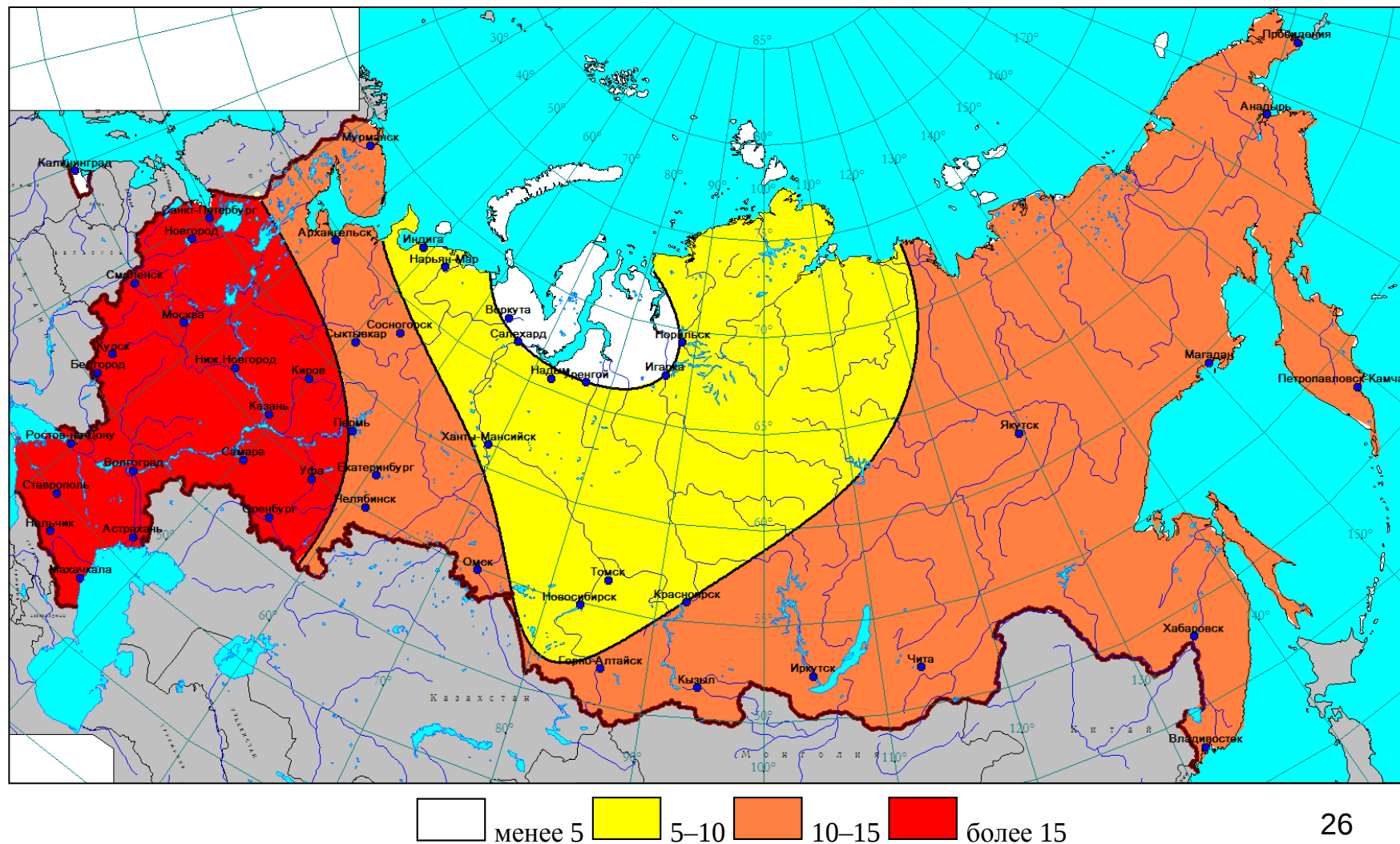
НИЛ Глобальных проблем энергетики



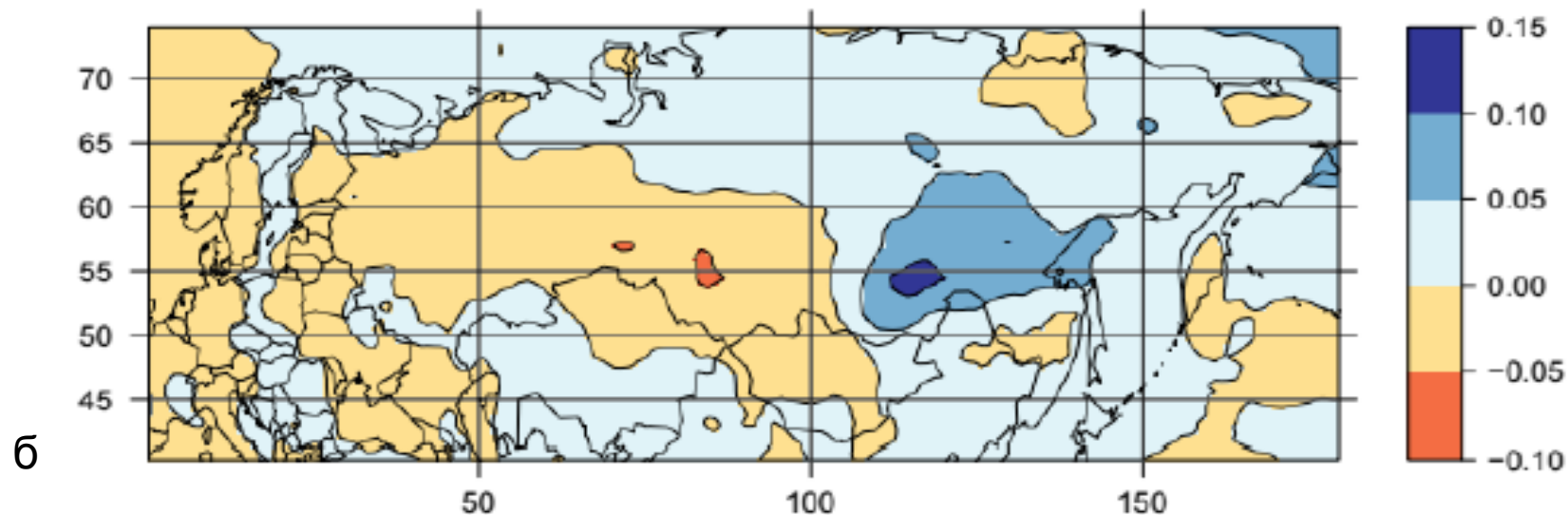
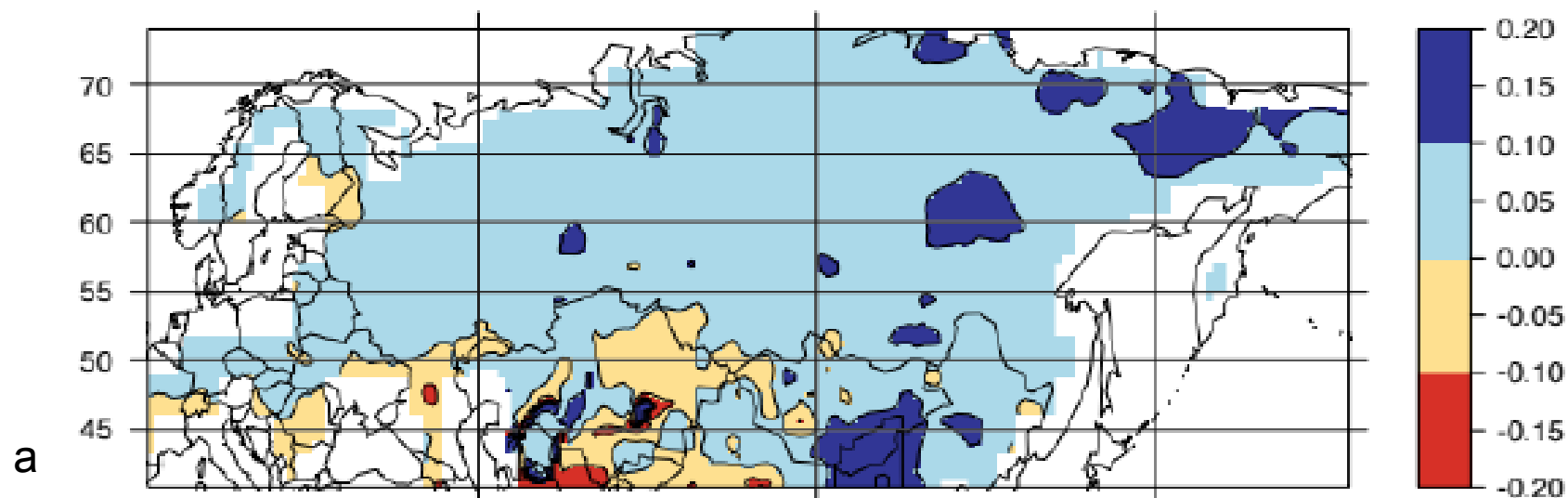
Средняя температура самой жаркой пятидневки $T5_{\max}$ в Москве (1948-2024 гг.)



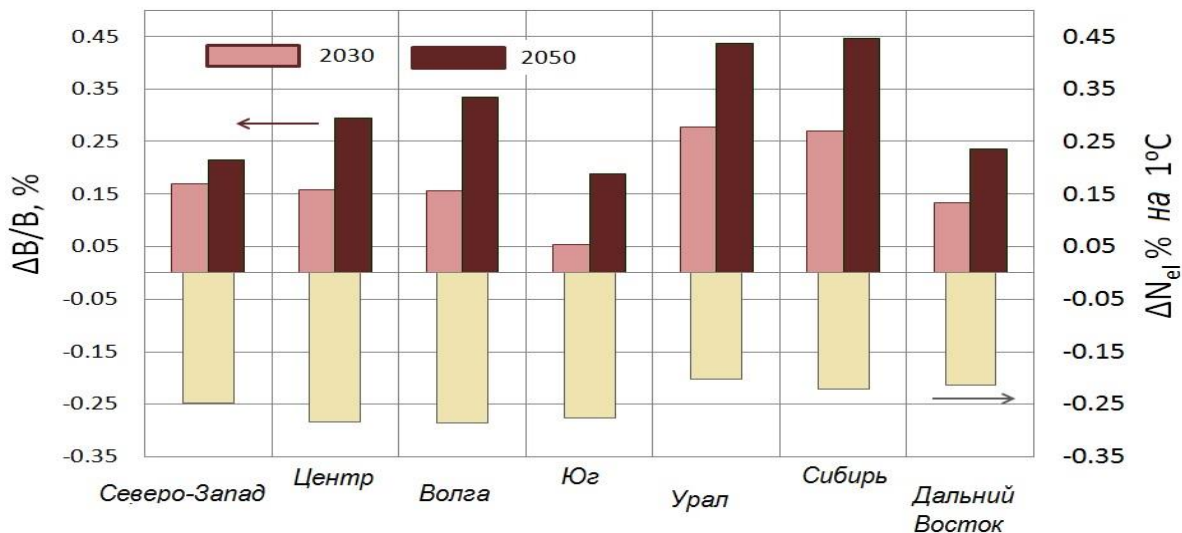
Изменения потребности в энергии на кондиционирование зданий на территории России к 2050 г. по сценарию GEP1 2016 base, связанные с климатическими изменениями (в отклонениях от среднего значения за 2006-2015)



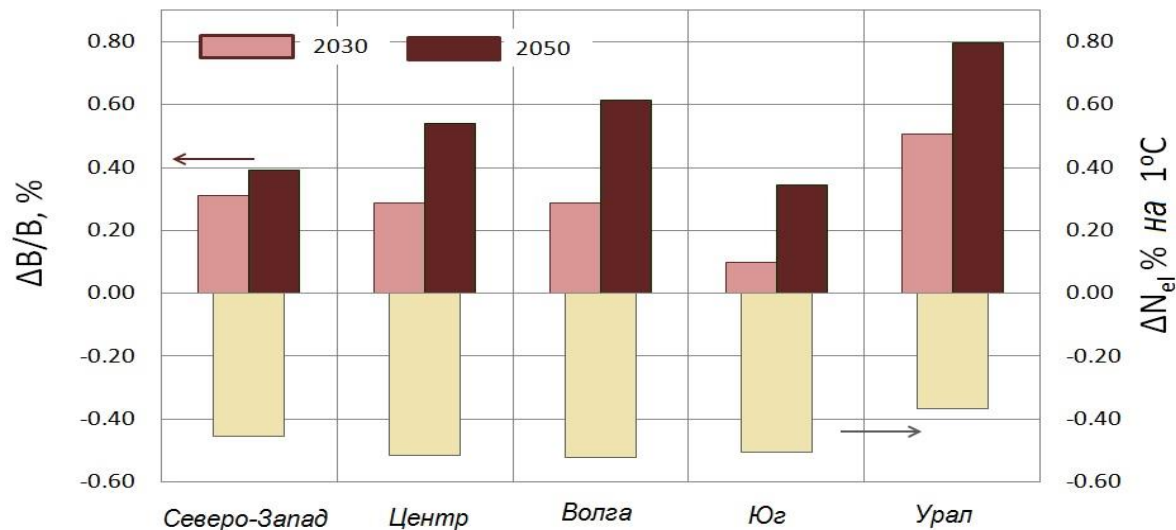
Относительное изменение гидро- (а) и ветропотенциала (б) на территории России к середине текущего столетия



Изменения показателей работы паровых турбин ТЭС (а) и АЭС (б), связанные с климатическими изменениями: относительное падение мощности ΔN при повышении температуры воздуха на 1 градус и увеличение потребления топлива $\Delta B/B$ к 2030 и 2050 г.

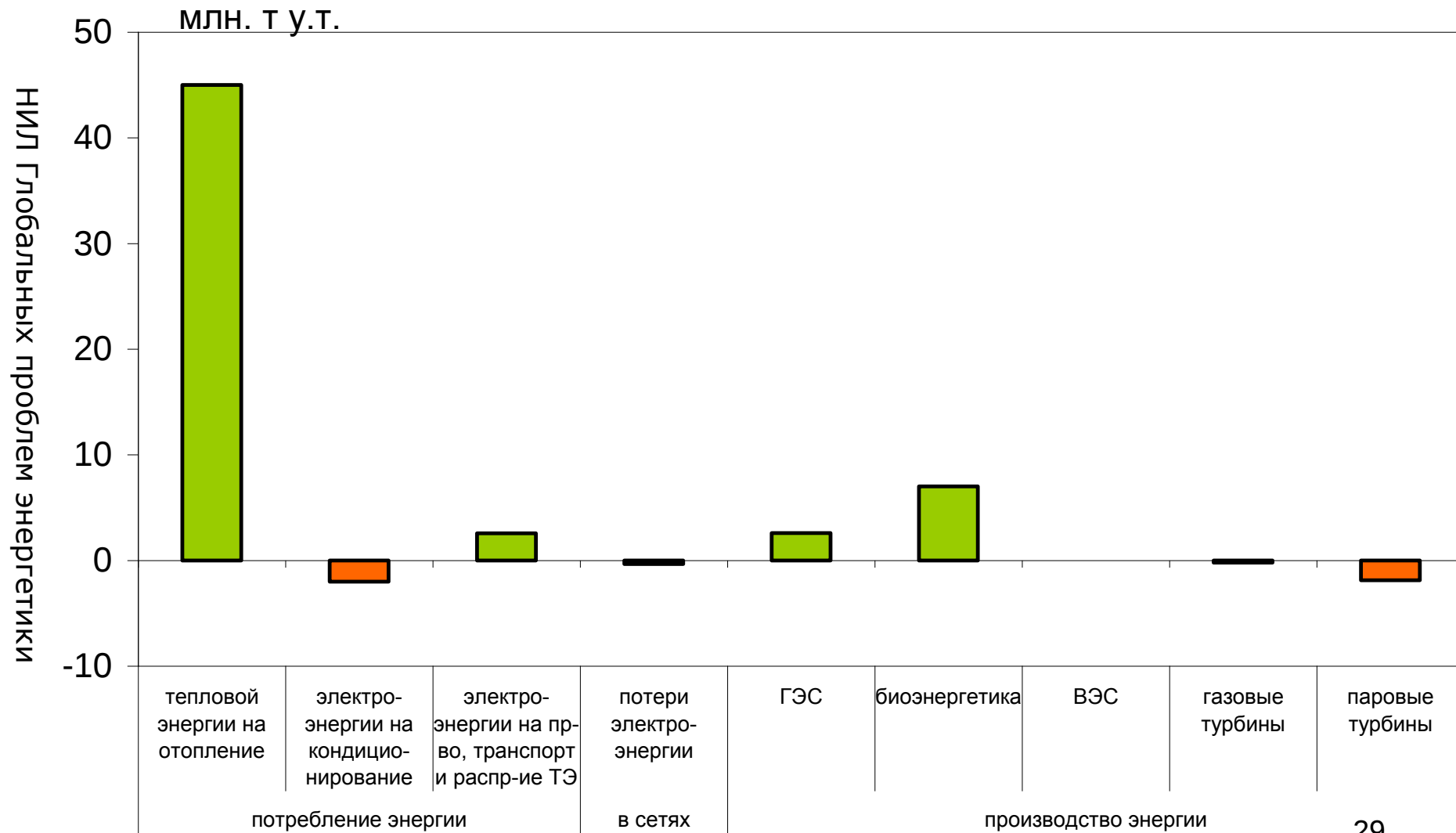


а

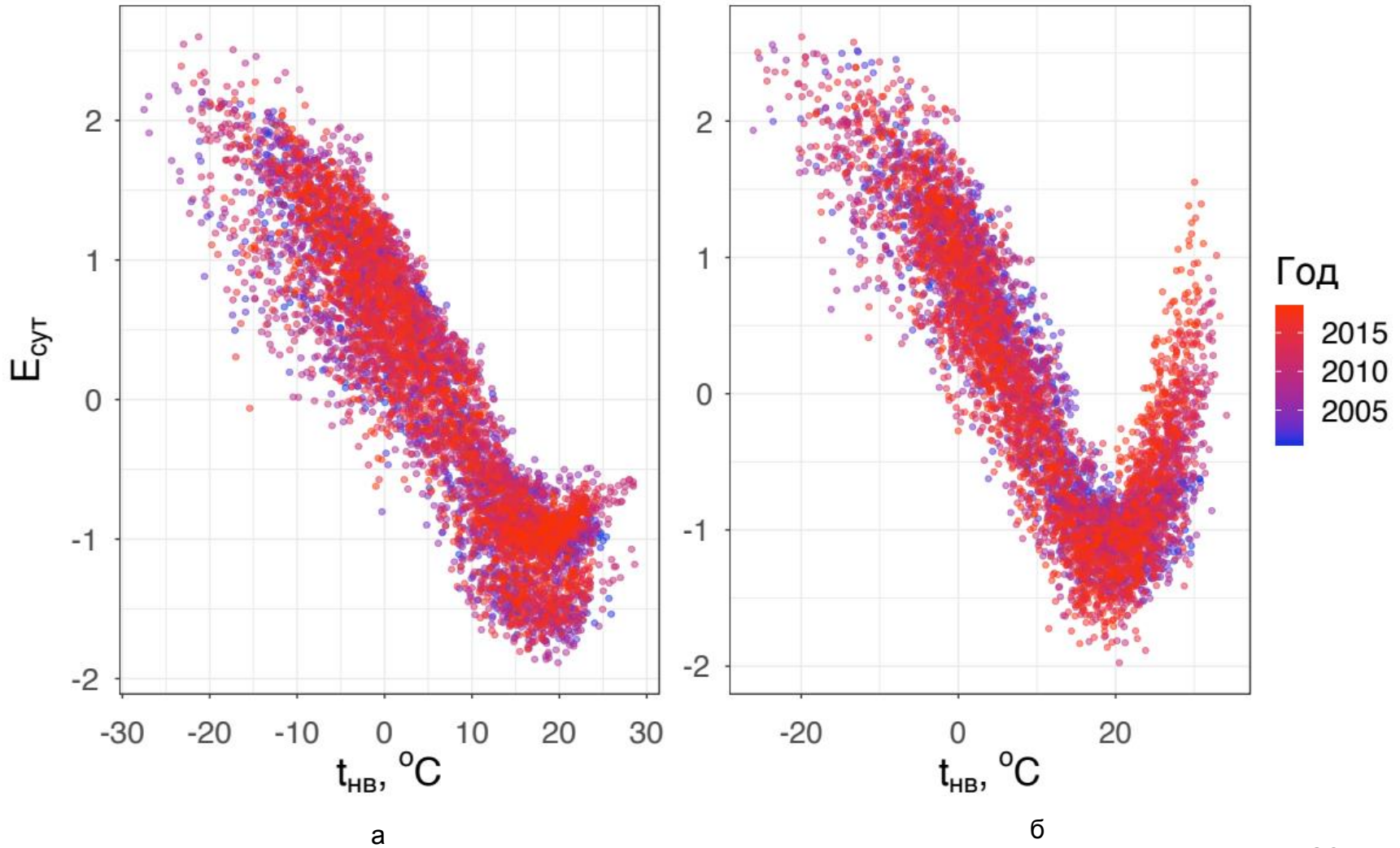


б

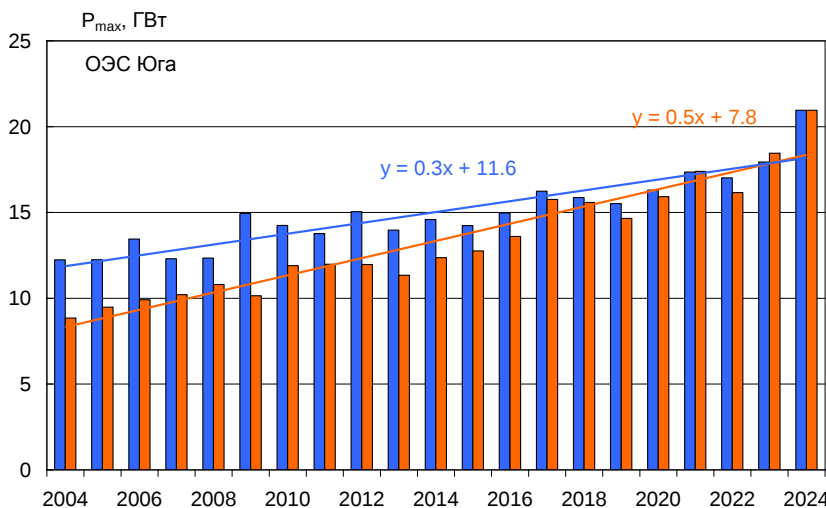
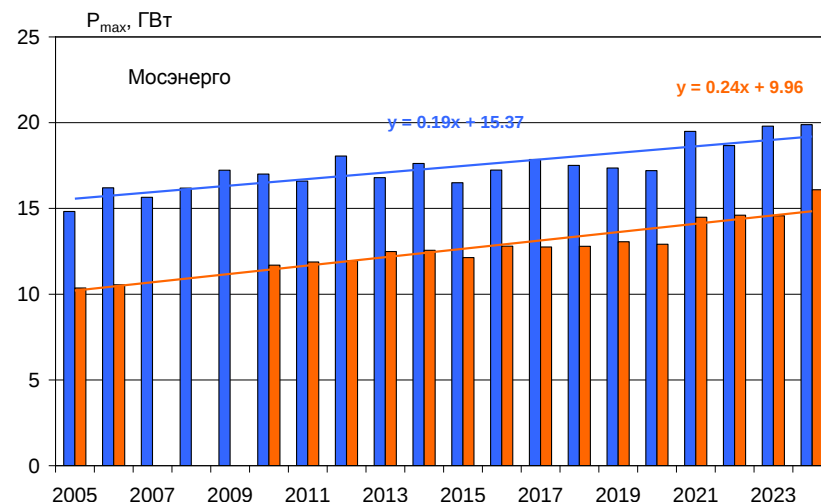
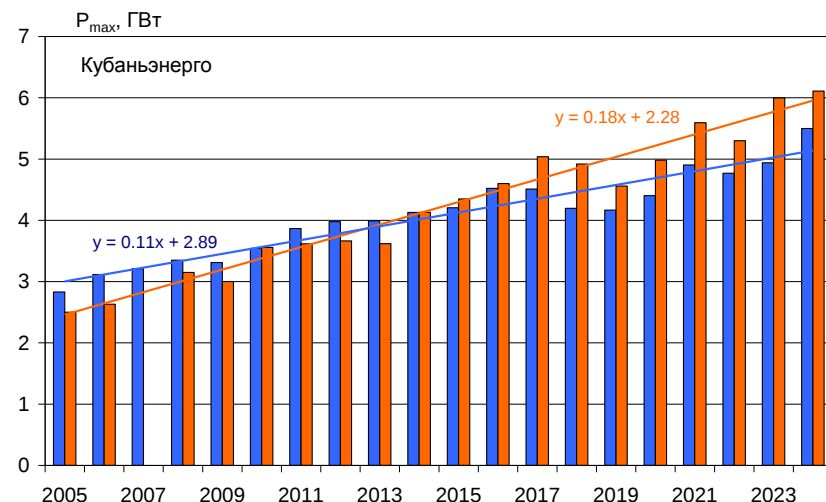
Суммарные эффекты в области производства, распределения и потребления энергии, связанные с изменениями климата на территории России к 2050 г.



Зависимость нормированного суточного электропотребления (МВтч) от температуры воздуха для ОЭС Центра (а) и Юга (б)

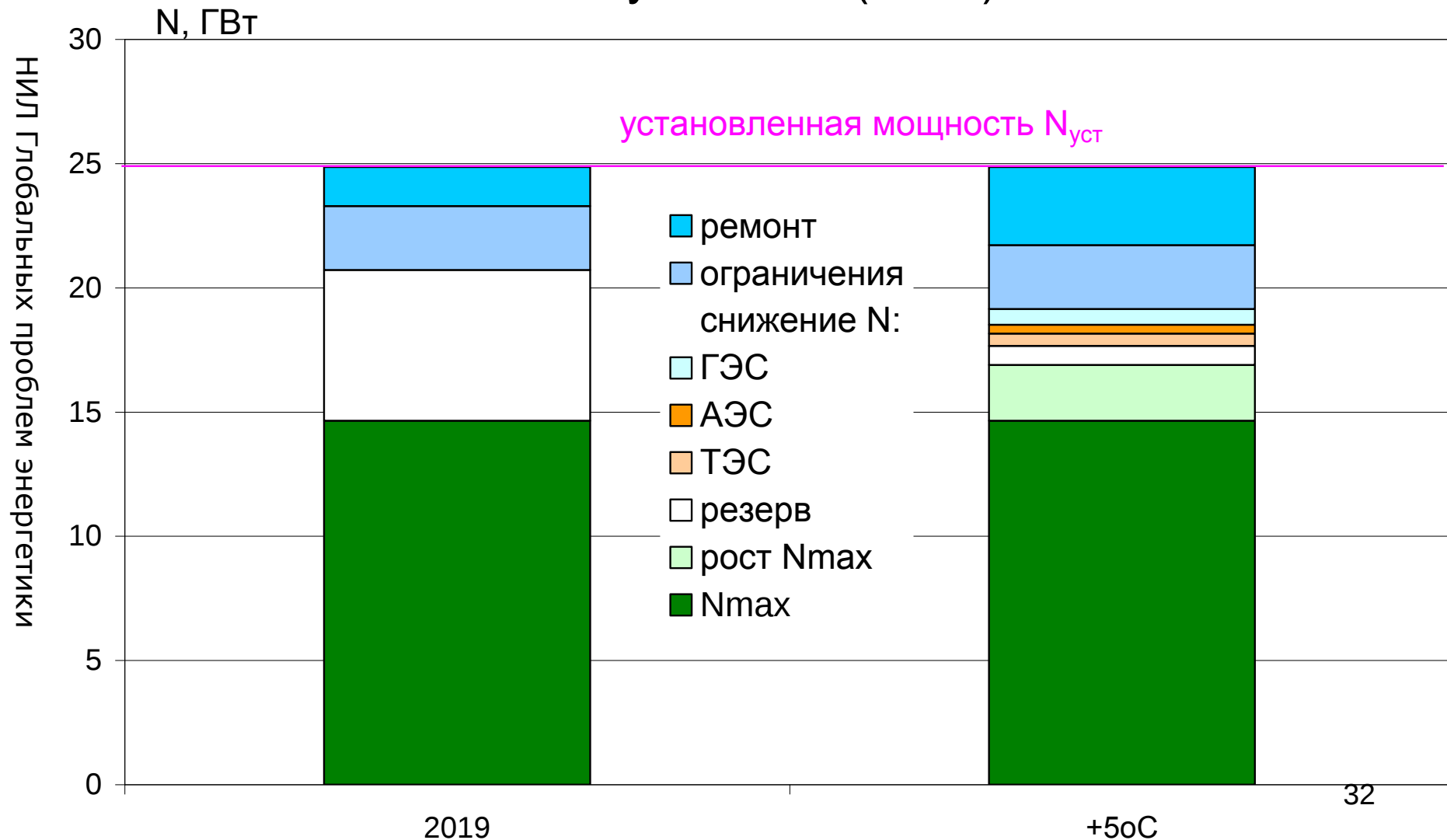


Изменение зимних и летних максимумов мощности $P_{\max}$ потребления в Кубанской и Московской региональных энергосистемах и ОЭС Юга



■ зимний максимум
■ летний максимум

Баланс мощности для ОЭС Юга при прохождении максимума потребления в январе 2019 г. (по данным СО ЕЭС) и в экстремально жарких и сухих летних условиях (+5°C)



ВЫВОДЫ

- Современный этап развития мировой и отечественной энергетики не имеет аналогов ни в недавнем, ни в отдаленном прошлом и характеризуется следующими особенностями:
 - недавнее появление и резкий рост влияния климатической повестки;
 - развитие процессов, связанных с глобальным энергопереходом и постепенное его распространение на все регионы мира.
- Для сохранения экологических позиций отечественной электроэнергетики необходимы развитие АЭС, дальнейшая модернизация ТЭС с переходом от угля к газу и в перспективе ориентация на ВИЭ и технологии улавливания CO₂
- Наблюдающиеся и ожидаемые изменения климата на территории России значительно превосходят масштаб глобальных изменений и оказывают существенное влияние на потребление и производство тепловой и электроэнергии, а учащение и усиление экстремальных погодных явлений способно вызвать аварийные ситуации в масштабах ОЭС
- Необходимо учитывать эти изменения при планировании режимов работы энергетических объектов

Спасибо за внимание!