

Эффективные направления и масштабы развития атомной теплофикации на основе АСММ в России

Институт энергетических исследований
Российской Академии Наук

Макарова А.С., Панкрушина Т.Г., Хоршев А.А., Шаров Е.И.

Москва, 3 декабря 2013 г.

Важные допущения:

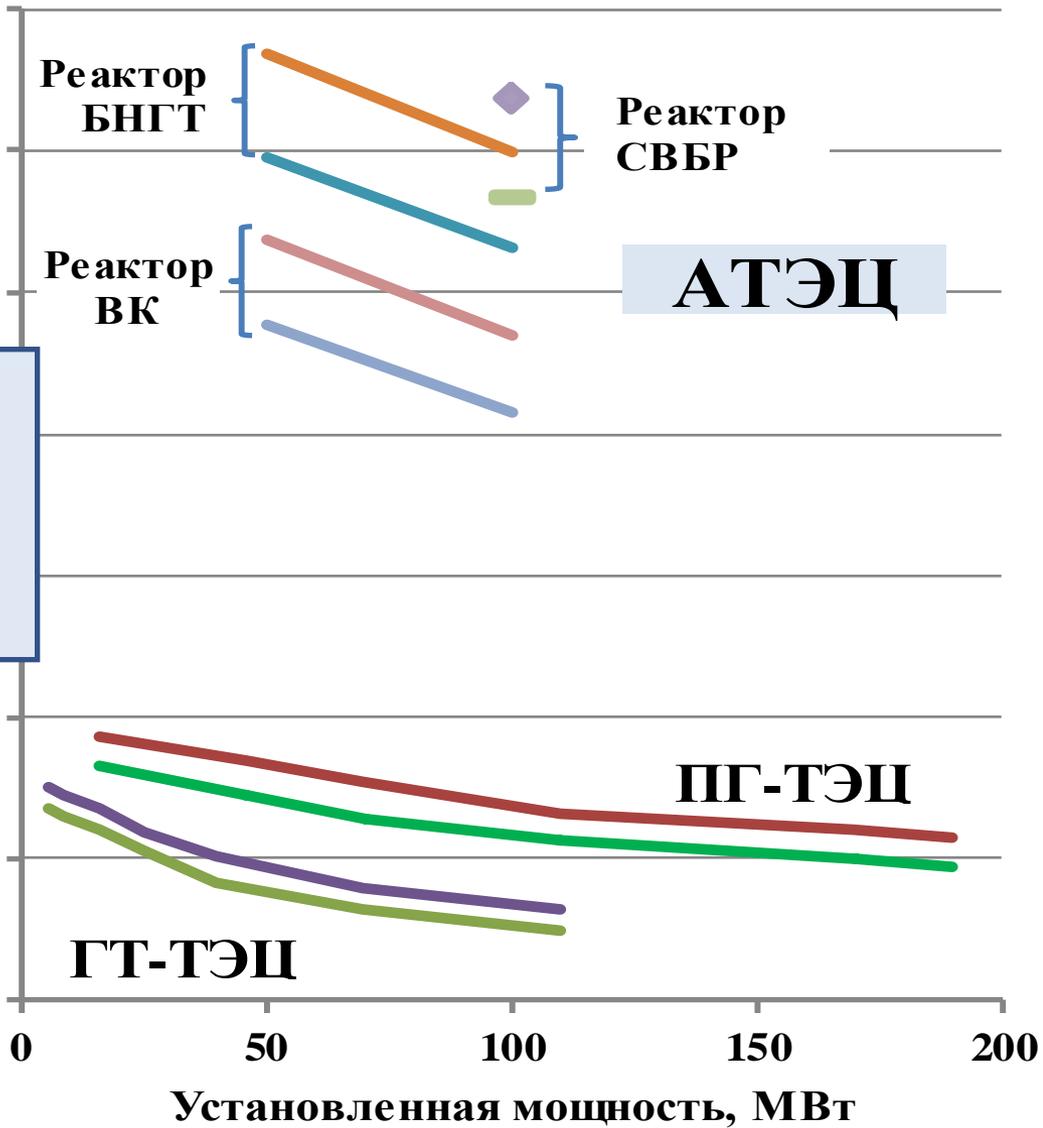
1. Эффективность и масштабы развития АТЭЦ оцениваются на горизонте до 2030 г.
2. Рассматриваются только АТЭЦ с блоками единичной мощностью 50-100 МВт
3. Использование двухэтапного подхода:
на первом этапе – оценка эффективности как локального источника тепла,
на втором этапе – комплексная (системная) оценка эффективности и масштабов развития
4. Рассматривается все множество городов с населением более 100 тыс. человек на территории ЕЭС России
5. АТЭЦ претендуют только на прирост тепловой нагрузки коммунально-бытового хозяйства и сферы услуг городов (новые жилые районы)
6. Уровень энергопотребления соответствует базовому сценарию Генсхемы

Состав оборудования и основные энергетические характеристики ТЭЦ и АТЭЦ

Тип ТЭЦ		Тип оборудования	Установленная электрическая мощность энергоблока, МВт	Установленная тепловая мощность энергоблока, Гкал/ч
Газотурбинные		ГТУ-9	9	20,5
		ГТУ-16	16	21,5
		ГТУ-25	25	33,8
		ГТУ-40	40	68,2
		ГТУ-70	70	103
		ГТУ-110	110	149
Парогазовые		ПГУ-46	46	32,2
		ПГУ-70	70	50,7
		ПГУ-110	110	89
		ПГУ-170	170	105
		ПГУ-190	190	115
		ПГУ-220	220	165
		ПГУ-320	320	215
Атомные	Водо-водяной реактор на тепловых нейтронах	НИКА	100	50
	Реакторы на быстрых нейтронах	БНГТ-50	50	44
		БНГТ-100	100	90
		СВБР-100	100	50
	Реакторы с кипящим водяным теплоносителем	ВК-100	100	200
ВК-50		50	80	

Соотношение удельных капиталовложений в ТЭЦ и АТЭЦ

УКВ, тыс. руб./кВт



2,5 – 4,5
раза

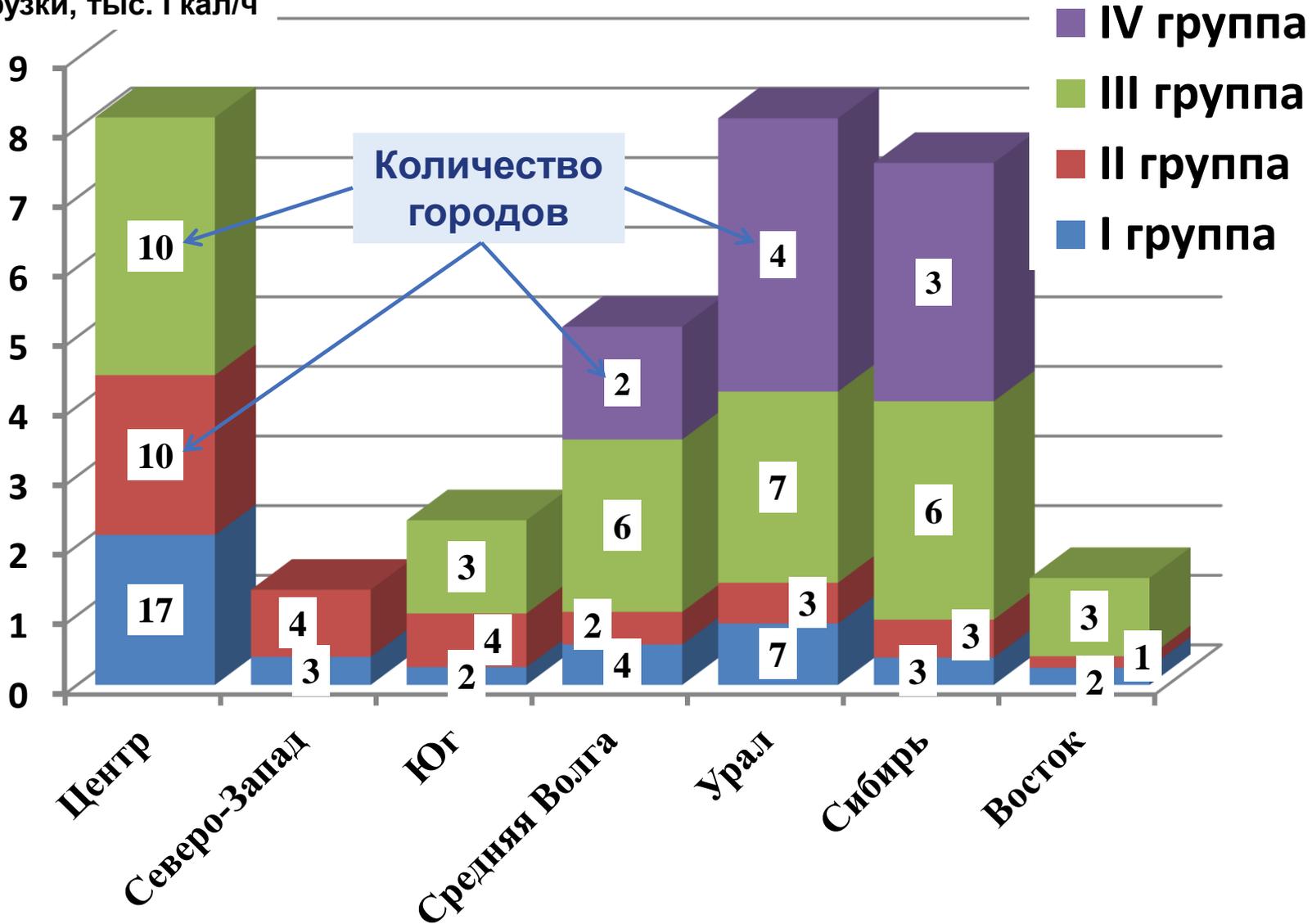
Типизация городов и источников теплоснабжения

Группа	Прирост тепловой нагрузки городов = тепловая мощность АТЭЦ, Гкал/ч	Тип оборудования электростанций	
		АТЭЦ	ТЭЦ на органическом топливе
0	менее 86	—	ГТУ-6; ПГУ-16
I	86 – 162*)	НИКА БНГТ-50 СВБР-100	ГТУ-9; ГТУ-16; ГТУ-25; ПГУ-46
II	163 – 300	НИКА БНГТ-50 СВБР-100 ВК-50	ГТУ-25; ГТУ-40; ПГУ-70; ПГУ-110
III	300 – 720	ВК-50 БНГТ-100	ГТУ-40; ГТУ-70; ПГУ-110; ПГУ-170; ПГУ-190; Т-115-130
IV	720 – 1400	ВК-100	ГТУ-110; ПГУ-220; ПГУ-320; Т-115-130
V	более 1400 (Москва и СПб)	---	ГТУ-110, ПГУ-450, Т-115-130

**) тепло отпускается лишь от одного энергоблока АТЭЦ, а электроэнергия – от двух*

Структура городов, в которых потенциально возможно размещение АТЭЦ

Прирост тепловой нагрузки, тыс. Гкал/ч



Основные влияющие факторы, исследуемые на первом этапе:

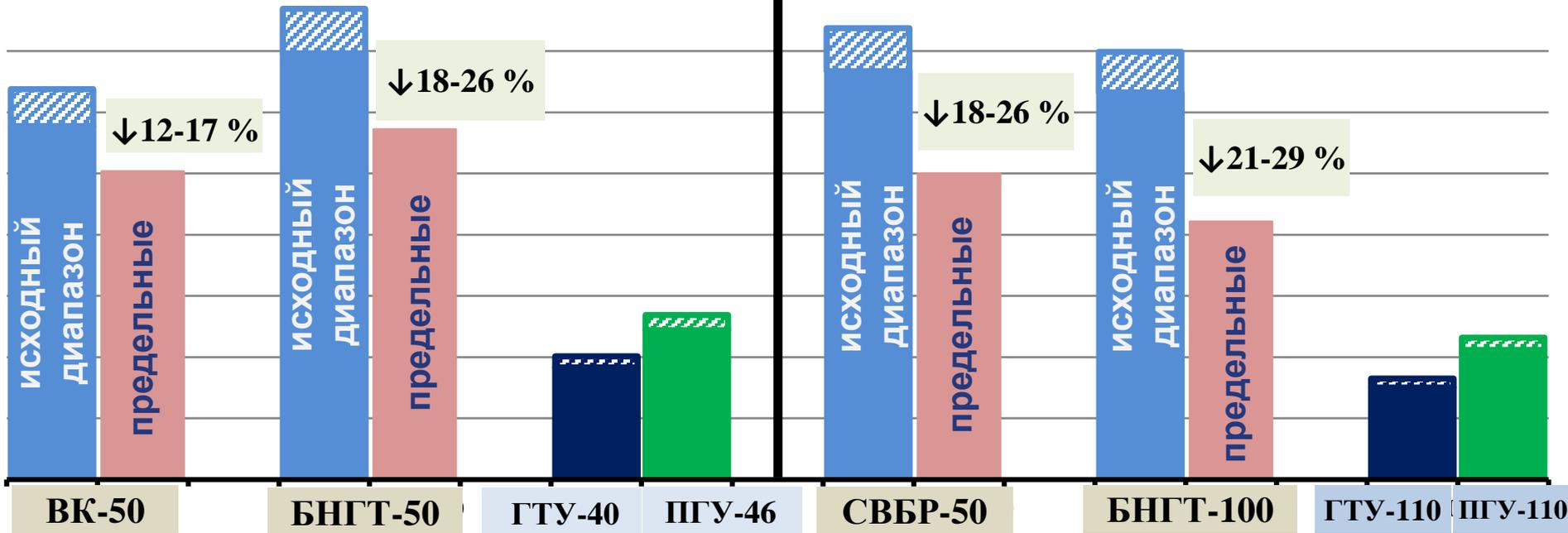
- 1) **Норма дисконта (5 – 8 – 10 %)**
- 2) **Удельное электропотребление
(2400 – 5000 – 10000 кВт·ч/год чел.)**
- 3) **Тип замыкающей электростанции
(АЭС, ПГЭС или КЭС на угле)**
- 4) **Цены органического топлива**
- 5) **Технико-экономические показатели
источников производства и транспорта тепла
и электроэнергии**

Предельные УКВ в АТЭС для условий г. Белгород (III группа)

УКВ, тыс. руб./кВт

Блоки 50 МВт

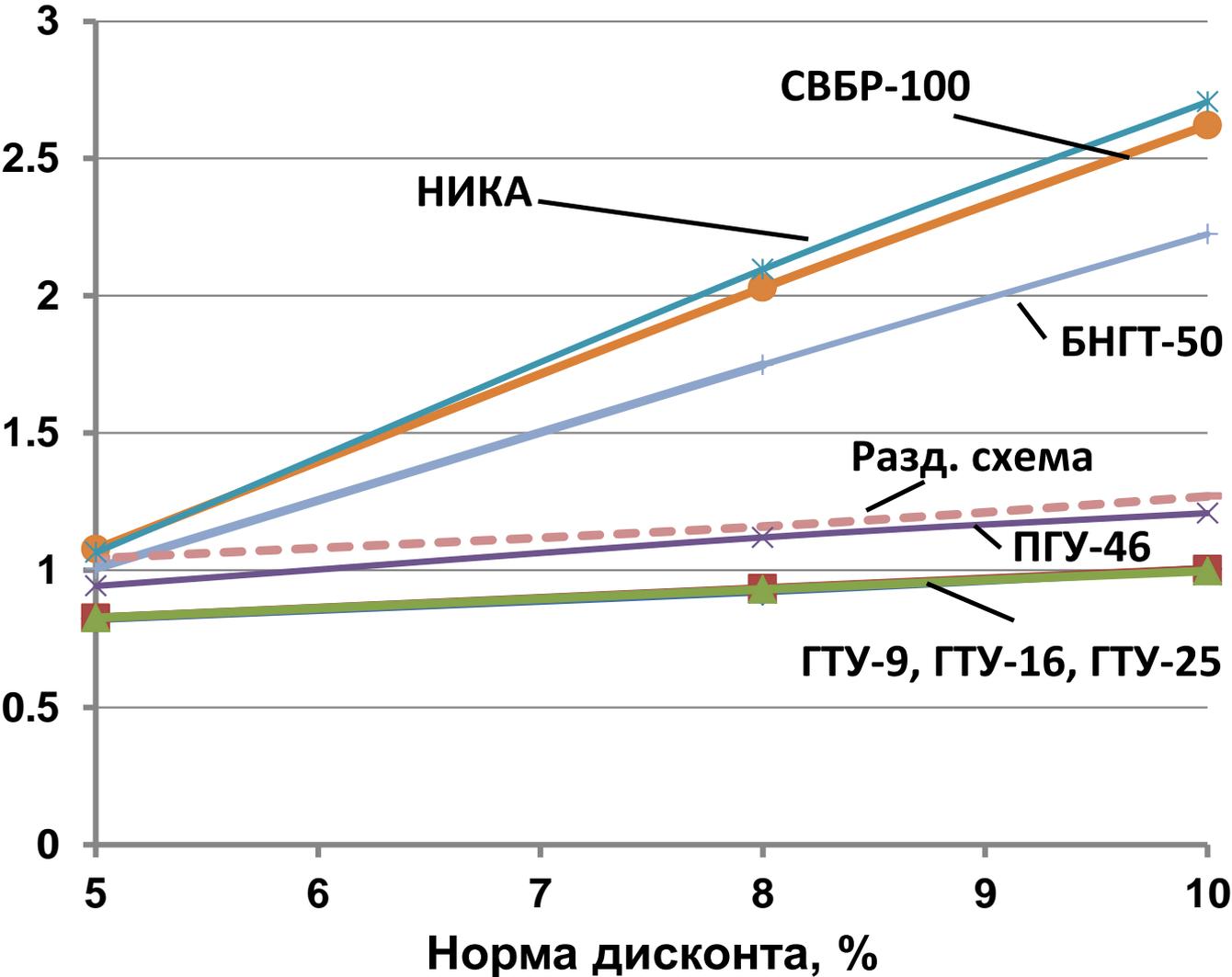
Блоки 100 МВт



Норма дисконта – 10 %,
удельное электропотребление 2400 кВт·ч/год чел.,
тип замыкающей электростанция – АЭС

Эффективность различных схем энергоснабжения г. Орехово-Зуево (I группа)

Суммарные ДЗ, млрд руб.



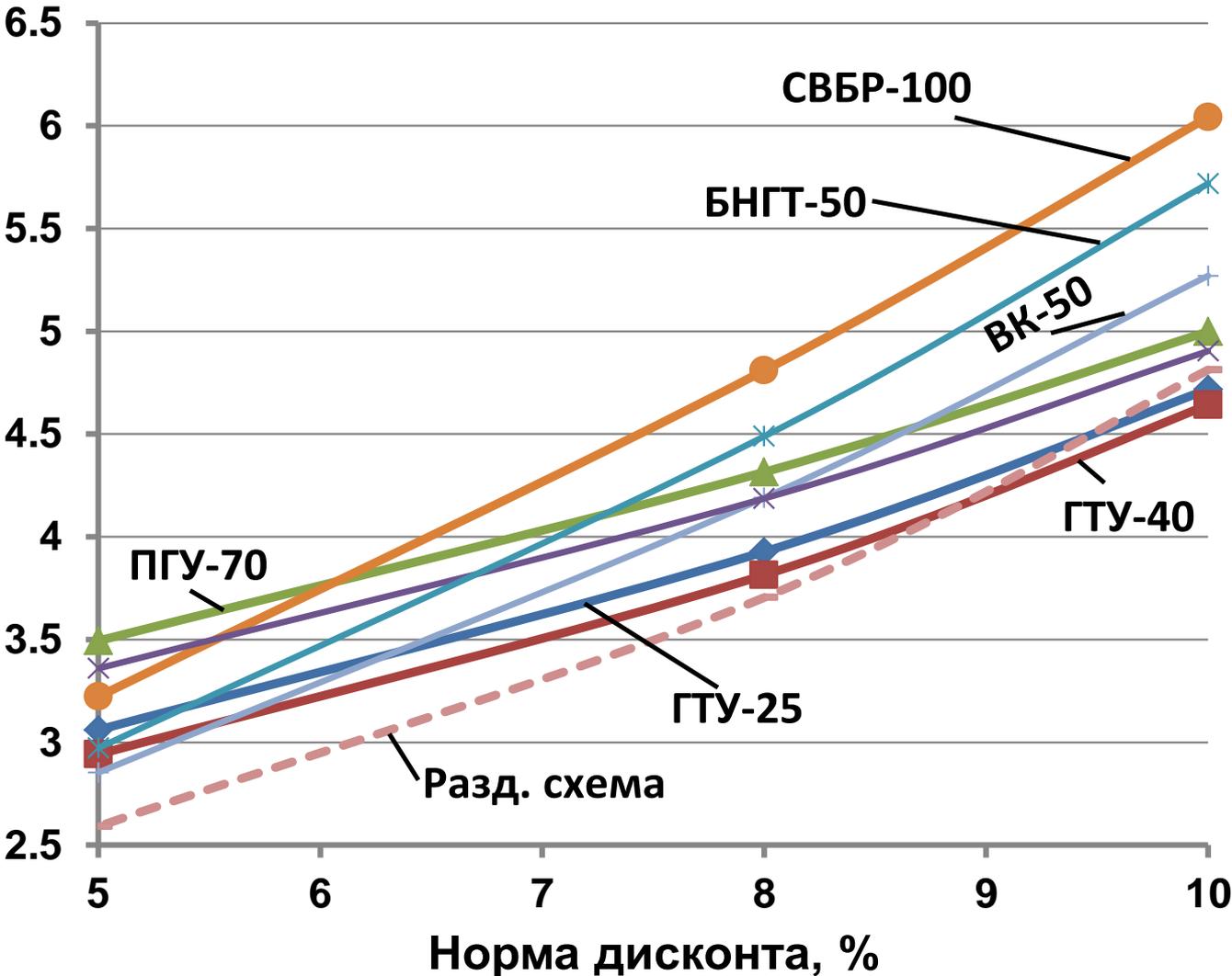
Удельное
электропотребление –
2400 кВт·ч/год чел.

Благоприятные для
АЭС и АТЭС ценовые
условия

Тип замыкающей
станции – ПГЭС

Эффективность различных схем энергоснабжения г. Владимир (II группа)

Суммарные ДЗ, млрд руб.



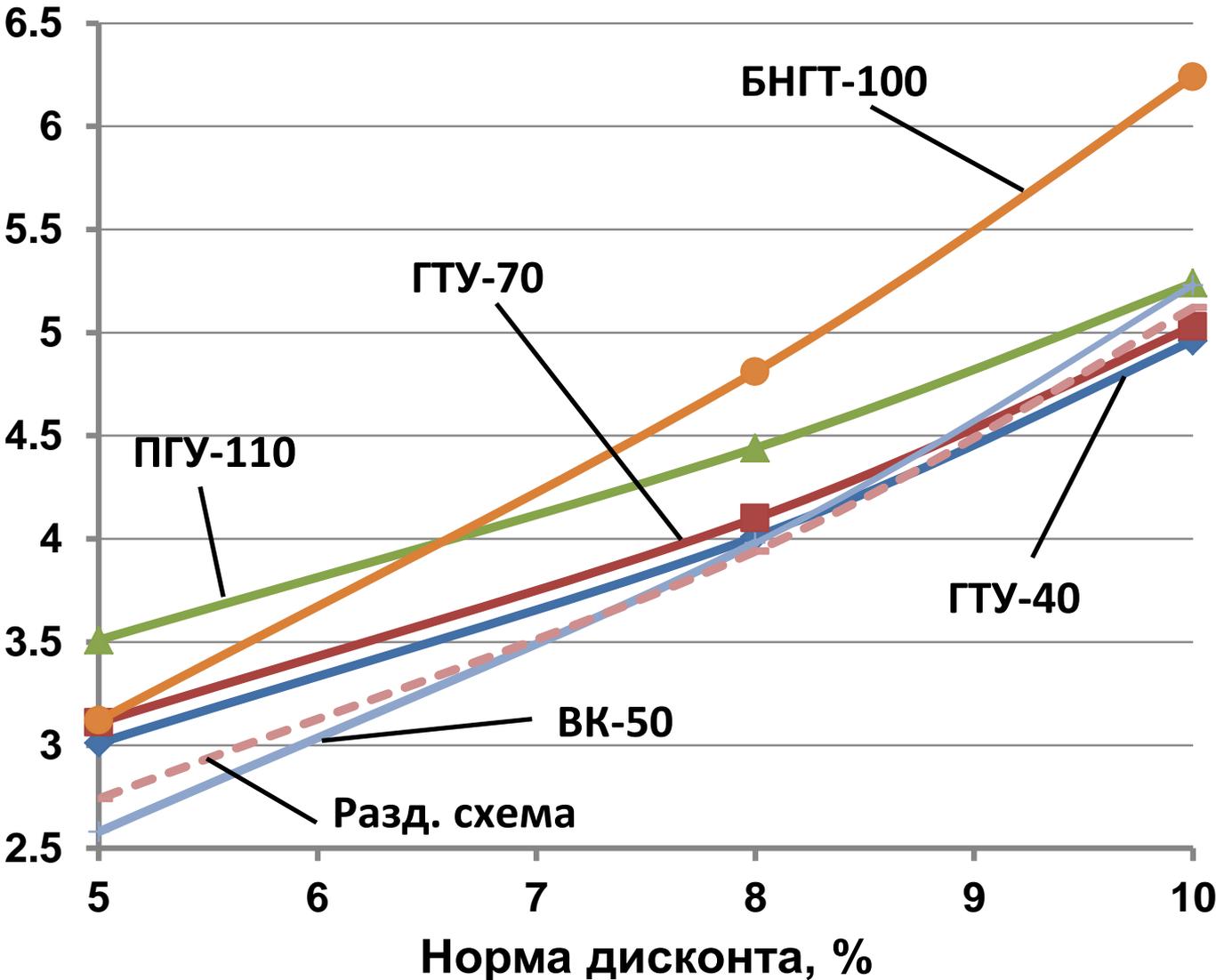
Удельное
электропотребление –
5000 кВт·ч/год чел.

Благоприятные для
АЭС и АТЭС ценовые
условия

Тип замыкающей
станции – АЭС

Эффективность различных схем энергоснабжения г. Белгорода (III группа)

Суммарные ДЗ, млрд руб.



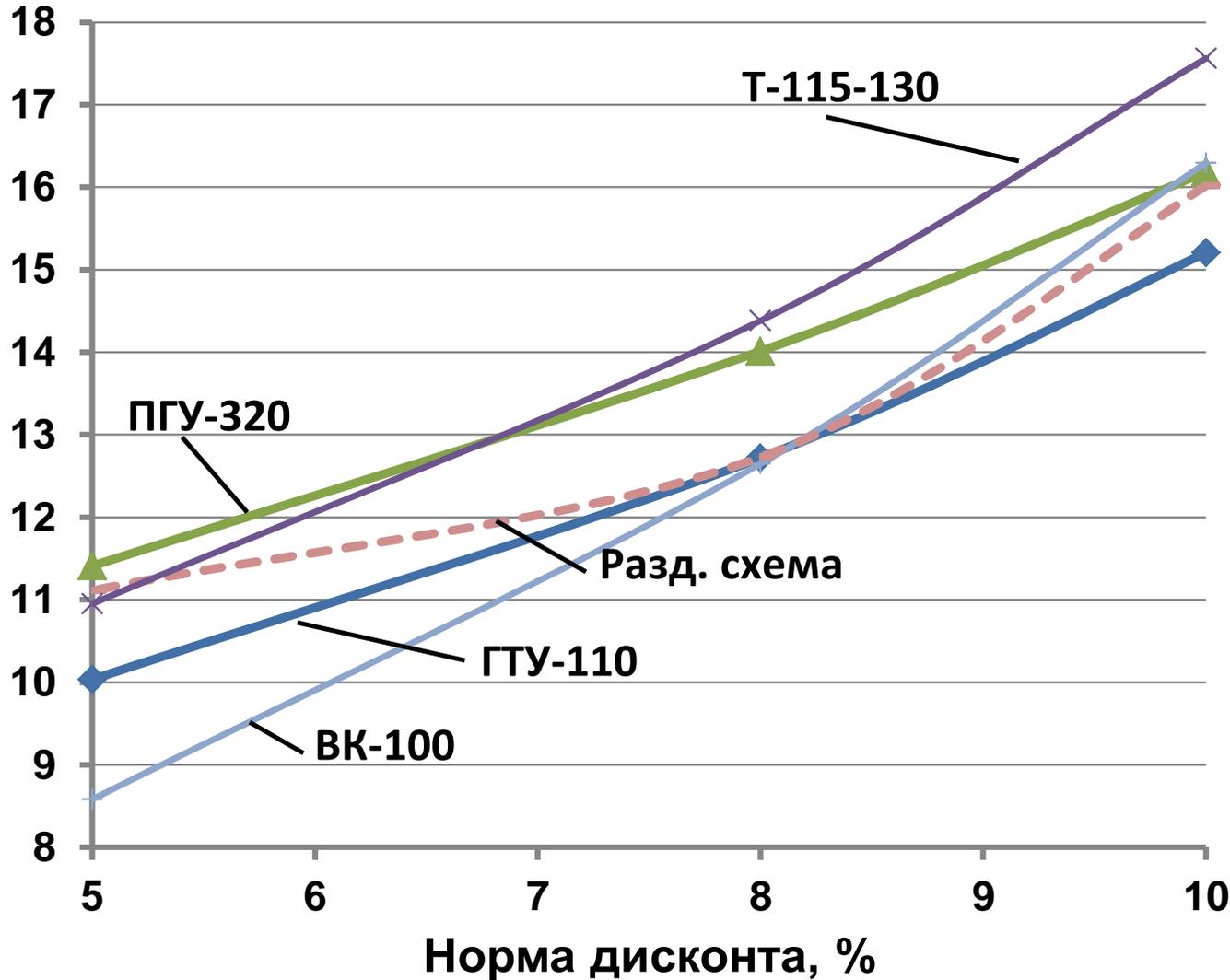
Удельное
электропотребление –
5000 кВт·ч/год чел.

Минимальное
сочетание ценовых
условий

Тип замыкающей
станции – АЭС

Эффективность различных схем энергоснабжения г. Липецк (IV группа)

Суммарные ДЗ, млрд руб.



Удельное
электропотребление –
10000 кВт·ч/год чел.

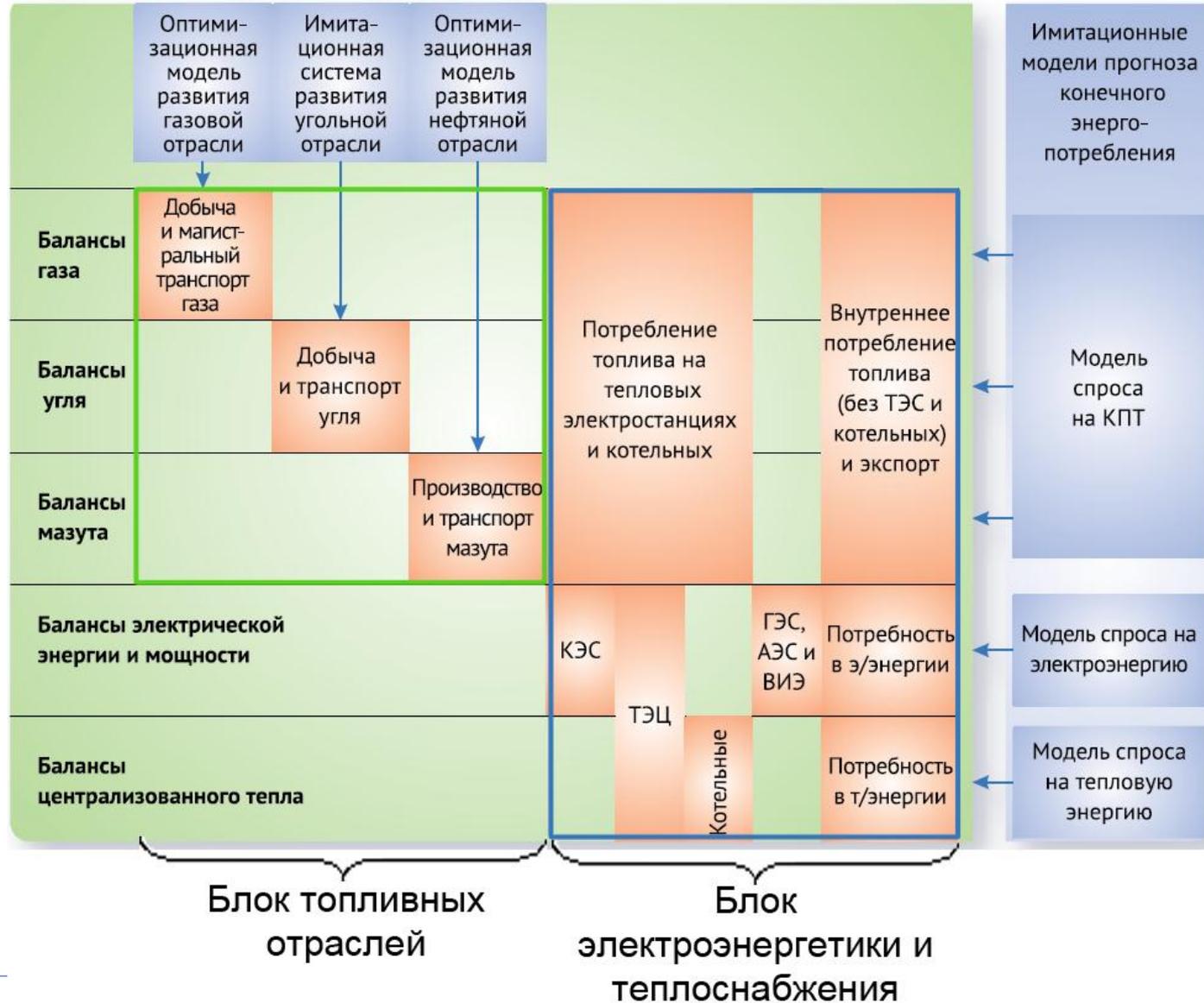
Максимальное
сочетание ценовых
условий

Тип замыкающей
станции – АЭС

Результаты первого этапа исследования:

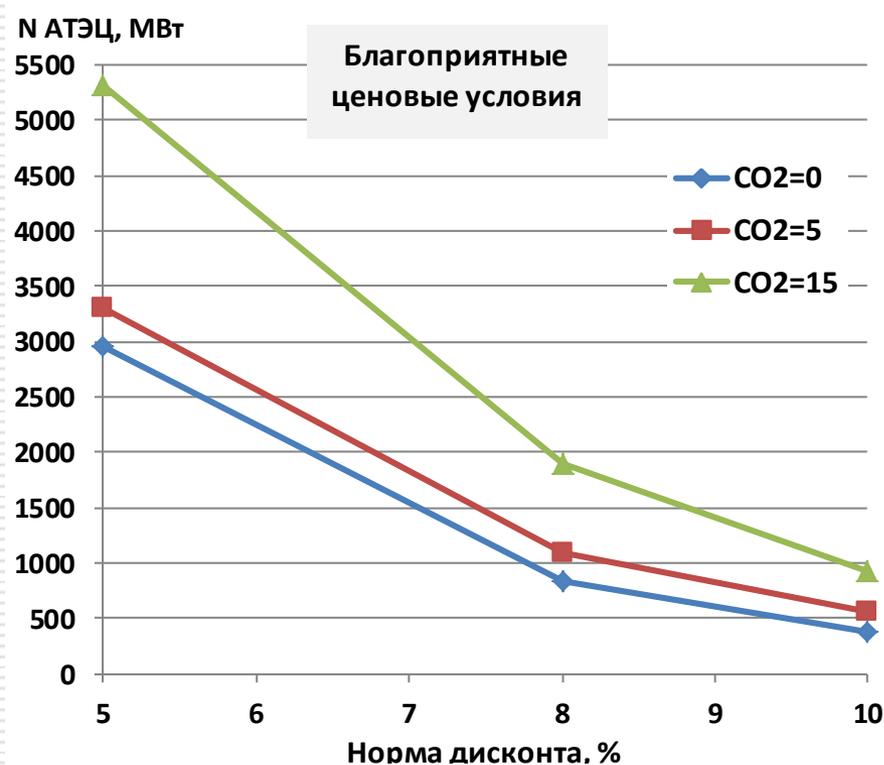
- А.** Ни в одной ОЭС рассмотрение комбинированной схемы энергоснабжения с АТЭЦ в городах I группы (с приростом тепловой нагрузки к 2030 г. менее 162 Гкал/ч) нецелесообразно, в связи с чем она исключена из дальнейшего рассмотрения при определении масштабов развития.
- Б.** При наиболее стабильных, но маловероятных условиях экономического развития страны с минимальной нормой дисконта (5 %) в большинстве ситуаций (за исключением районов добычи газа или при его относительно невысокой цене) АТЭЦ могут оказаться эффективными в городах всех групп кроме I.
- В.** При достаточно высокой степени риска (т. е. при норме дисконта 8 % и более) развитие АТЭЦ целесообразно только в городах III и IV группы, отличающихся значительной потребностью в новой тепловой мощности.

Система балансовых условий в оптимизационной модели EPOS и их интеграция с другими блоками модельного комплекса SCANNER

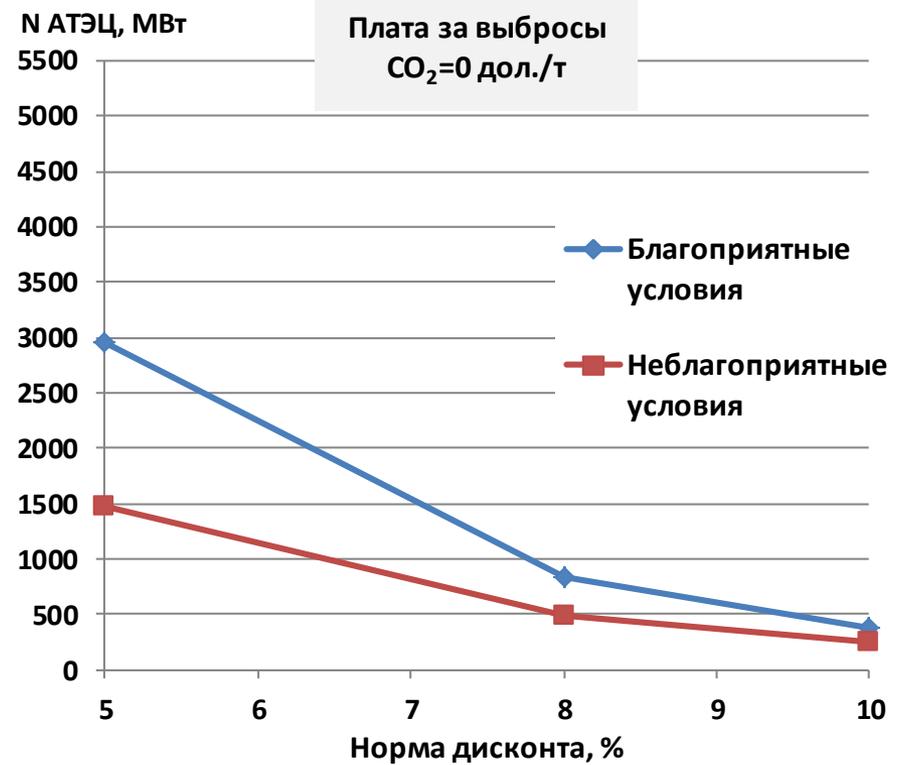


Зависимость суммарной мощности АТЭЦ в ЕЭС России (N) от основных влияющих факторов

1) От платы за выбросы



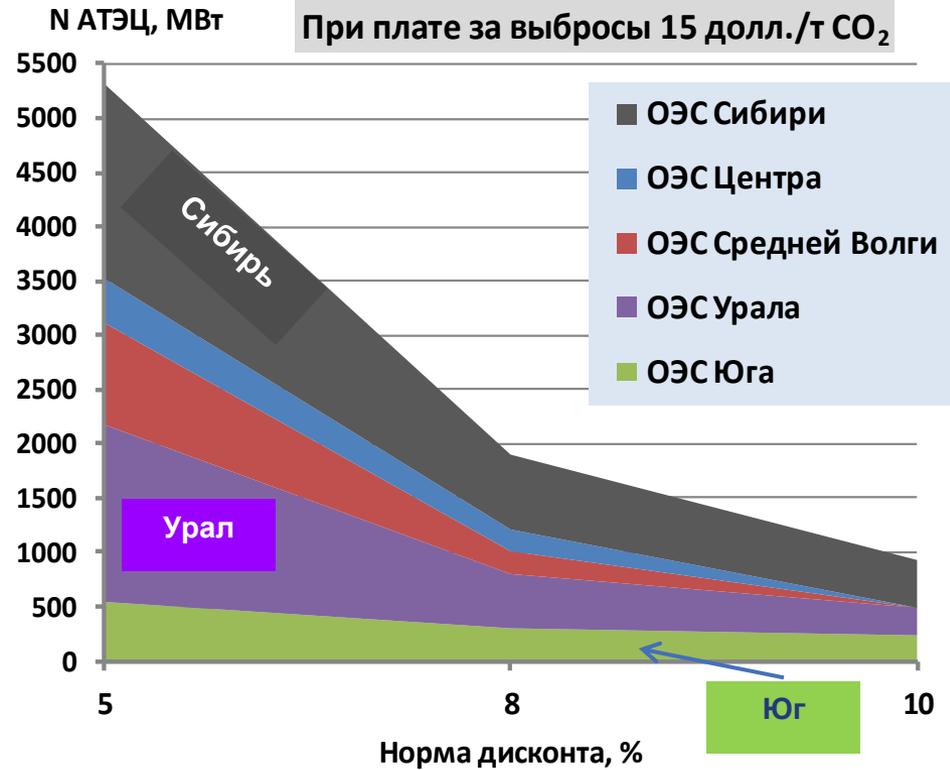
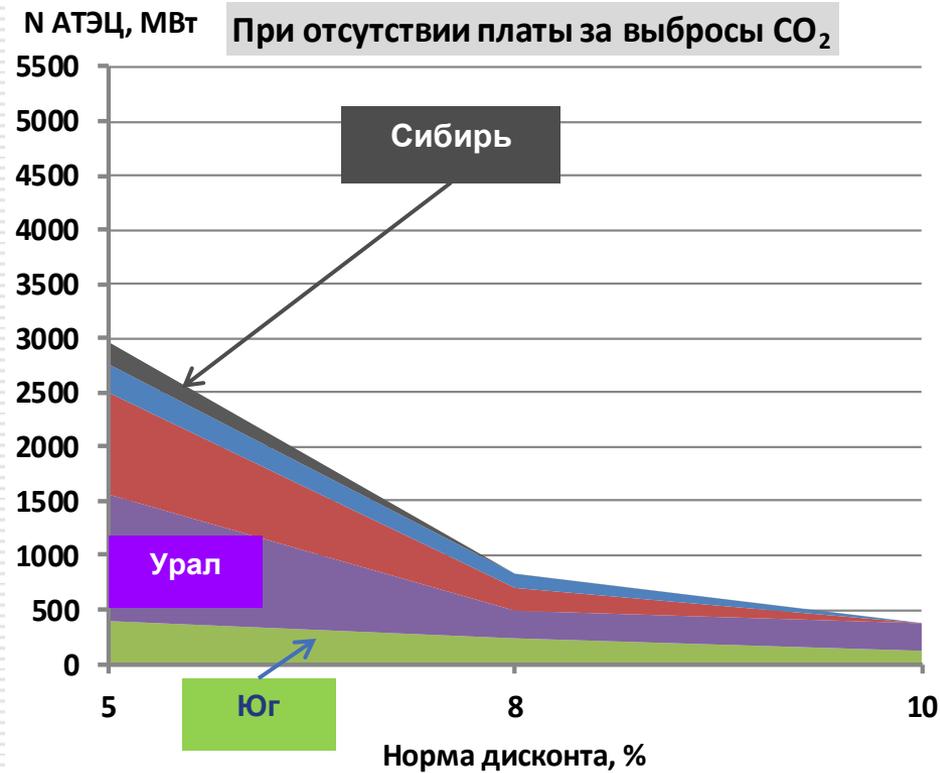
2) От ценовых условий



3) От нормы дисконта

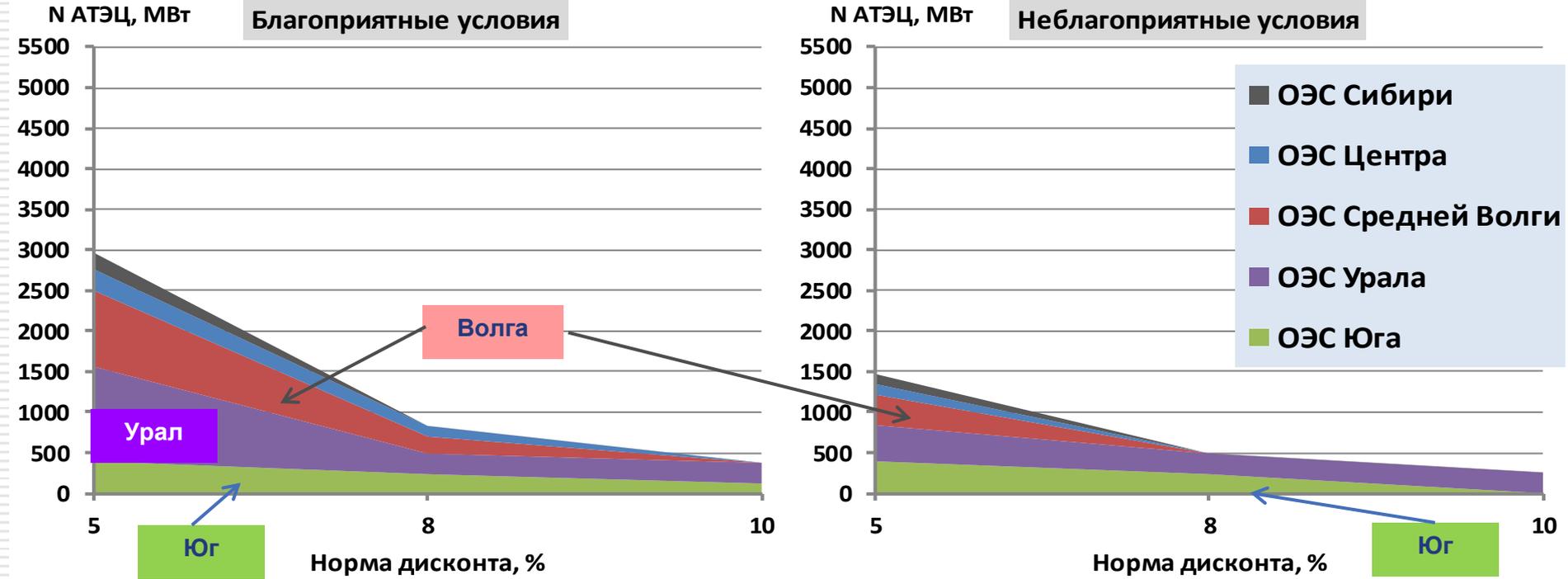
Территориальная структура суммарной мощности АТЭЦ

1) При варьировании платы за выбросы CO₂

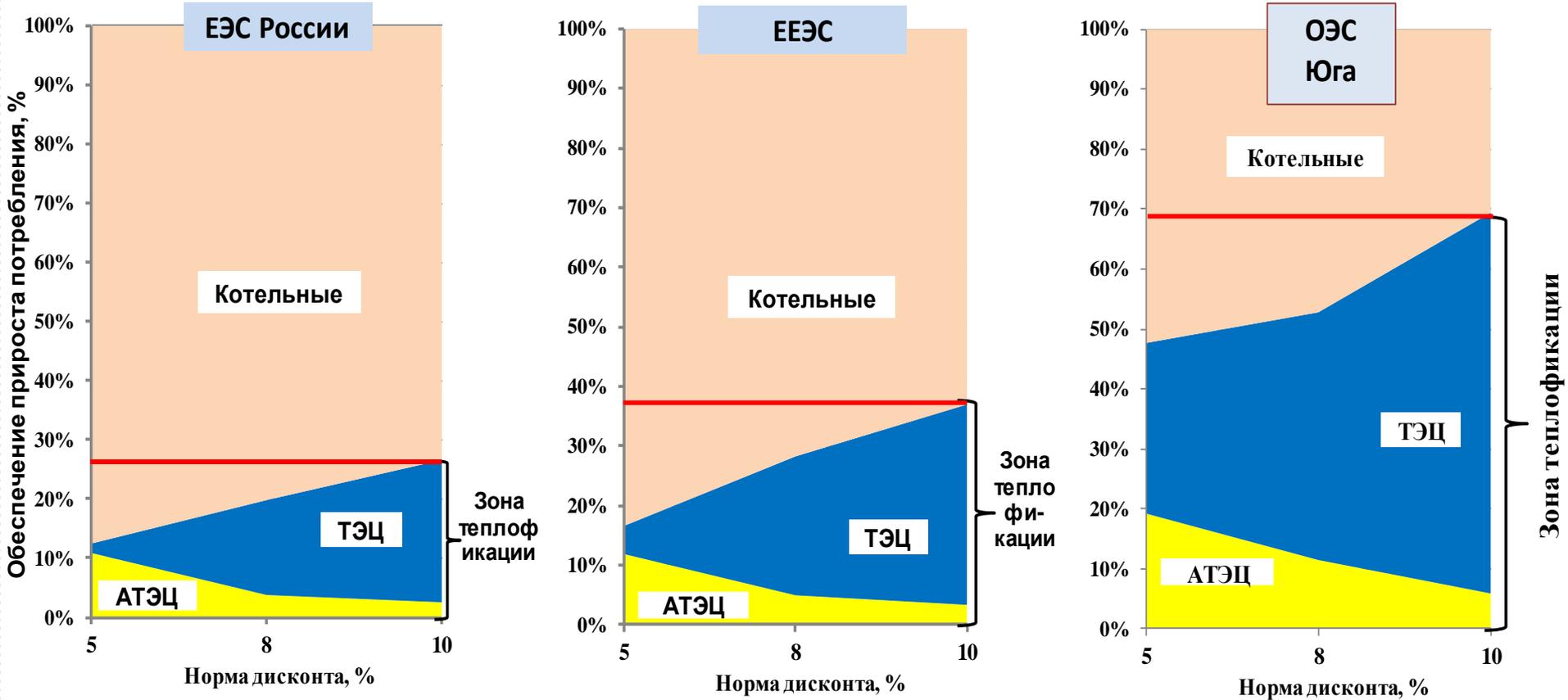


Территориальная структура суммарной мощности АТЭС

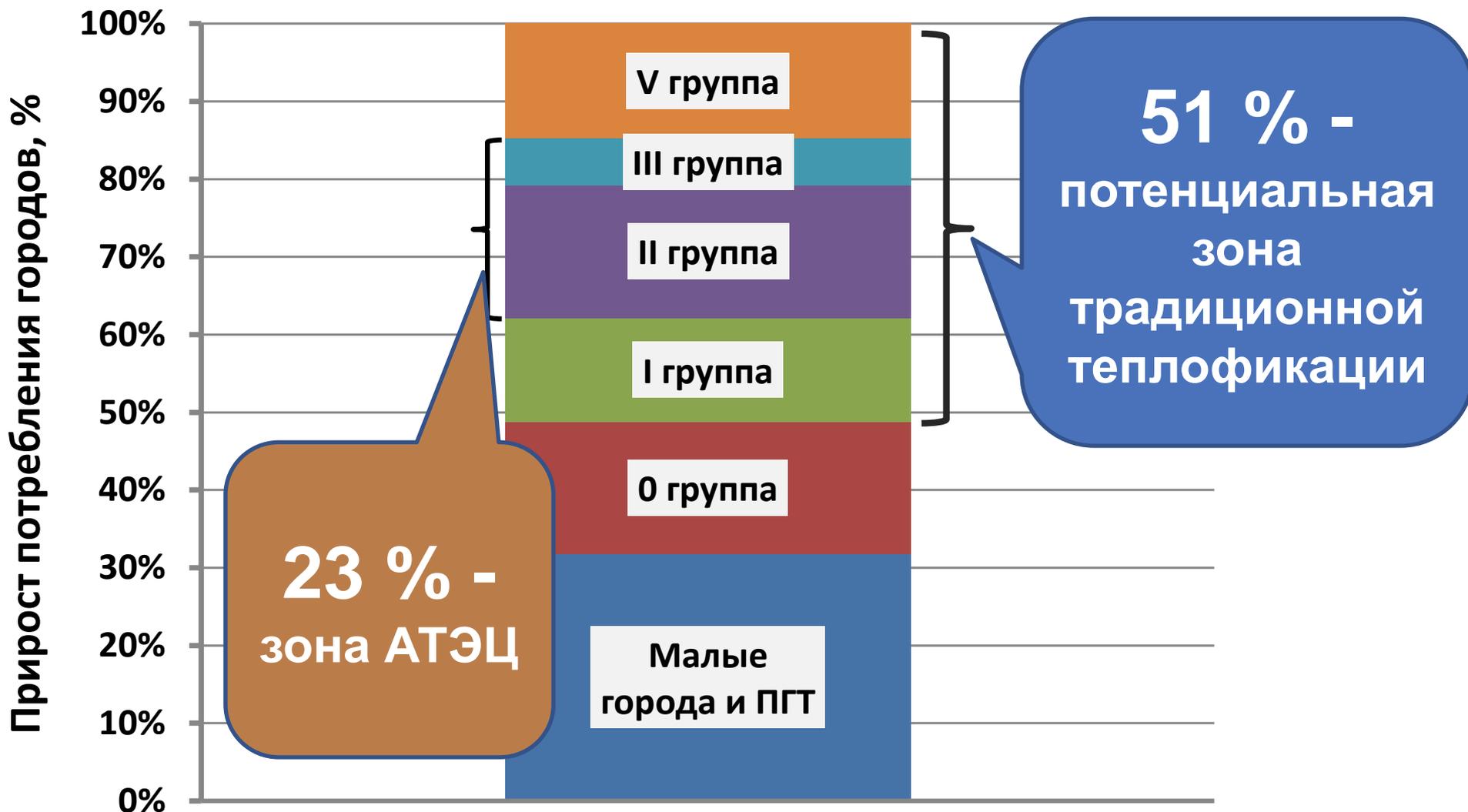
2) При варьировании ценовых условий



Структура обеспечения прироста потребления тепла за период 2021 – 2030 гг.



Структура суммарного прироста потребления тепла городами за период 2021 – 2030 гг.



Основные выводы (1)

- 1) Существуют перспективы развития АТЭЦ в ЕЭС России в период до 2030 г., прежде всего, для энергоснабжения развивающихся городов с населением более 500 тыс. человек в ОЭС Урала, Юга и Средней Волги; а при учете платы за выбросы CO_2 область их эффективного применения расширяется и на ОЭС Сибири.
- 2) Несоответствие единичной мощности рассмотренных АТЭЦ приросту тепловых нагрузок. В результате =>
 - значительное сокращение потенциала их применения;
 - невозможность применения в изолированных районах;
 - блоки 100 МВт и выше только в крупнейших городах или в средних с учетом замещения действующих ТЭЦ.

Это делает целесообразным разработку АТЭЦ с блоками меньшей единичной мощности

Основные выводы (2)

- 3) Высокая чувствительность эффективности АТЭЦ к изменению основных факторов. Замыкающая роль АТЭЦ в большинстве ситуаций.
- 4) Эффективность АТЭЦ значительно снижается в районах развития АЭС большой или средней мощности.
- 5) Оценен предельный уровень УКВ в АТЭЦ для типовых городов различных ОЭС, свидетельствующий о необходимости сокращения принятых показателей.
- 6) Требуется дополнительной проработки возможность поставки высокопотенциального тепла от АТЭЦ на промышленные предприятия, что могло бы существенно расширить сферу их эффективного применения.

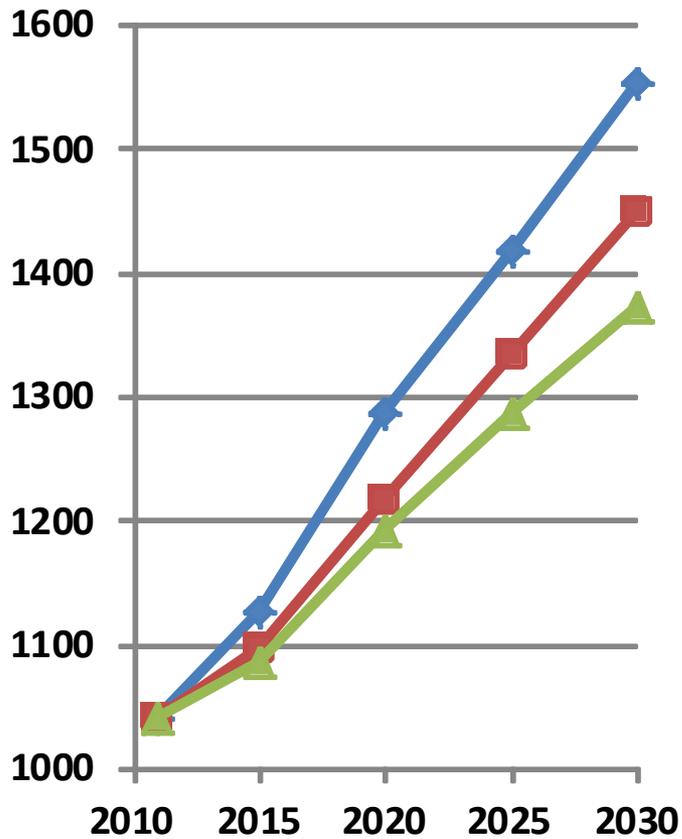
Основные выводы (3)

7) В значительной мере повысить эффективность АТЭЦ можно за счет обеспечения низкой стоимости капитала (не более 5 %), что невозможно без масштабной поддержки государства.

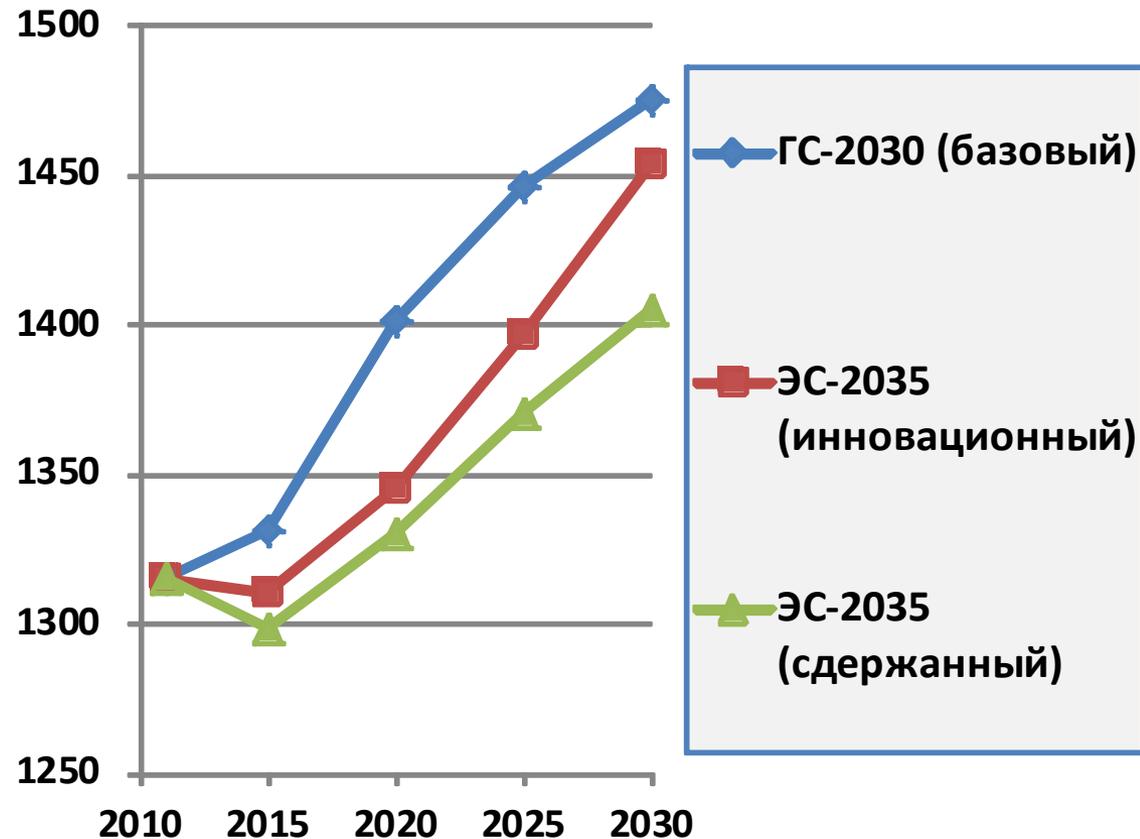
8) Вследствие этого и, учитывая весьма спорный подход к оценке исходных технико-экономических показателей всех рассматриваемых в работе типов АТЭЦ на данном этапе их разработки, представляется целесообразным ориентироваться лишь на небольшие масштабы развития АТЭЦ (не более 0,3 – 0,5 ГВт) в период до 2030 г. Это означает необходимость дополнительной, более глубокой проработки как технологических, так и экономических аспектов развития предлагаемых типов АТЭЦ.

Прогнозы энергопотребления – тенденция на снижение

Электропотребление, млрд кВт·ч



Производство центр. тепла, млн Гкал



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

*Институт энергетических исследований Российской академии наук
(ИНЭИ РАН)*

www.eriras.ru

*Хоршев Андрей Александрович,
к.э.н., зав. лабораторией*

epos@eriras.ru
