



Проблемы развития электроэнергетики страны

Директор ЭНИН им. Г.М. Кржижановского,
академик РАН

Э.П. Волков

Перемены в отечественной экономике и электроэнергетике в 90-е и последующие годы привели к снижению эффективности деятельности отрасли

Основные
причины

- За последние 15 лет ввод новых и реконструируемых электроэнергетических объектов сократился в несколько раз и составил в среднем около 1,5 млн. кВт в год (в 60-х – 80-х годах прошлого столетия – 6-7 млн. кВт в год).
- В 90-е и последующие годы в стране также уменьшился:
 - научно-технический потенциал в разработке, освоении и внедрении новых технологий производства, транспорта и распределения электроэнергии
 - строительно-монтажный потенциал
 - энерго- и электромашиностроительный потенциал

В итоге

- Доля морально и физически устаревшего оборудования в современной электроэнергетике увеличилась до 40%
- Произошло снижение эффективности функционирования отрасли (по сравнению с достигнутыми показателями конца 80-х годов):
 - относительные потери электроэнергии в электрических сетях увеличились более чем в 1,5 раза
 - штатный коэффициент (удельная численность персонала на 1 МВт установленной мощности) увеличился в 1,5 раза
 - производительность труда в отрасли составляет лишь 26 процентов от уровня производительности в энергетике США
- Возник устойчивый дефицит генерирующих мощностей в ряде регионов страны (Тюменская энергосистема, Краснодарский край и др.)



Значительно возросла стоимость продукции и услуг отрасли для потребителей

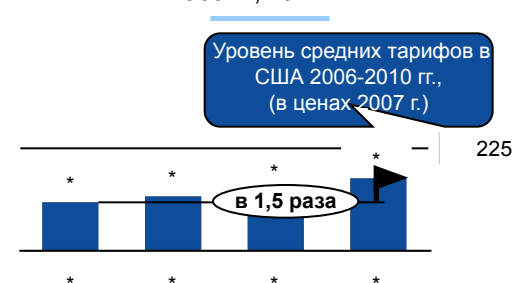
Основная причина

- Отсутствие эффективных механизмов управления и оптимизации совместной работы новых многочисленных собственников электроэнергетических объектов, обеспечивающих минимизацию затрат на развитие и функционирование отрасли

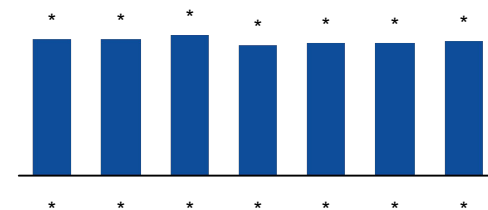
В итоге

- За последние годы произошел существенный рост тарифов на электрическую энергию. Тарифы на электроэнергию в России приближаются к уровню тарифов в США
- Согласно экспертным оценкам, из-за неоптимальных параметров функционирования и управления в электроэнергетике и в связи с этим завышенных тарифов на электроэнергию дополнительные затраты на электроэнергию, оплаченные потребителями (предприятиями и населением) в 2009 г., составят 400 млрд руб.

Средний тариф для потребителей в России, коп/кВтч



Тарифы на электроэнергию, в США в центах 2007 г. за кВт.ч



Стратегия развития электроэнергетики страны до 2030 года призвана решить существующие проблемы отрасли, повысить эффективность её работы и способствовать повышению конкурентоспособности экономики России



Стратегию развития электроэнергетики России планируется реализовать в три этапа

1 этап

- Ликвидация угрозы дефицита генерирующих и электросетевых мощностей
- Создание институциональной основы развития электроэнергетики страны на основе передовых технологий
- Запуск масштабного процесса модернизации электроэнергетики на базе передовых технологий

3 этап

- Развитие и широкое внедрение прорывных технологий в отечественную электроэнергетику
- Дальнейшее совершенствование системы управления отраслью
- Достижение мирового уровня по основным характеристикам функционирования электроэнергетики России

2015 г.

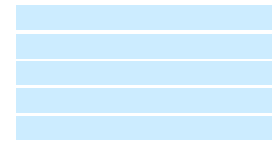
2020 г.

2030 г.

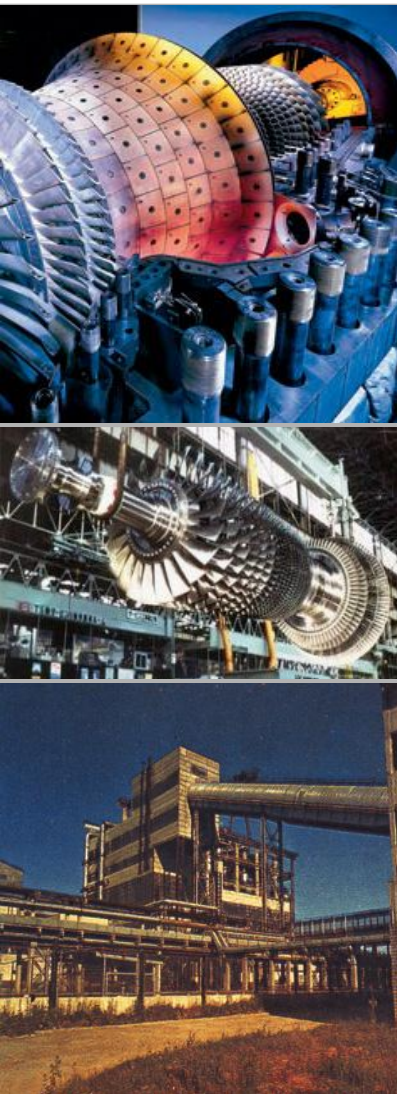
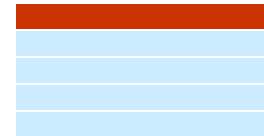
2 этап

- Завершение фазы масштабной модернизации электроэнергетики
- Отработка новых технологий
- Создание высокоэффективной системы управления электроэнергетикой страны, обеспечивающей минимизацию затрат на ее развитие и функционирование

Реализация Стратегии на каждом из трех ее этапов предполагает неуклонное расширение использования инновационных технологий



- В теплоэнергетике
- В гидроэнергетике
- В атомной энергетике
- В системах передачи и распределения электроэнергии
- В использовании нетрадиционных источников энергии



- Создание современных, эффективных и мощных газовых турбин на основе интенсификации собственных разработок, получения лицензий на освоение их производства в России и, как результат, создания новых парогазовых установок
- Широкое освоение когенерационных источников теплоснабжения с использованием газовых турбин средней и малой мощности и котлов-утилизаторов для выработки электрической и тепловой энергии
- Освоение современных технологий сжигания углей с суперсверхкритическими параметрами пара
- Освоение технологий газификации угля
- Освоение технологий сжигания углей в кипящем слое
- Развитие технологий энерготехнологического использования твердых топлив – углей и сланцев

Экономия топлива
около 30%

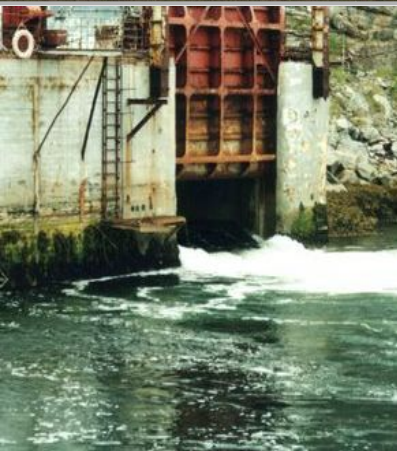
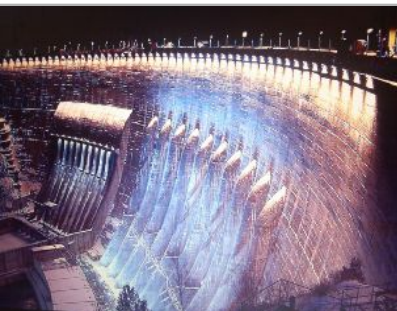
Коэффициент
использования топлива
порядка 90%

Снижение расхода
топлива на 7-10%

Повышение КПД до
46-52%

Улучшение экологи-
ческих показателей

Получение кроме
электроэнергии
искусственного жидкого
топлива, калорийного
газа и твердого остатка
(полукокса и золы)

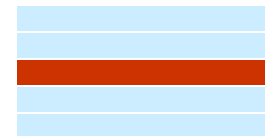


- Создание крупных высокоэффективных гидроагрегатов с переменной скоростью вращения мощностью до 1000 МВт, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели и удешевляющих стоимость производства электроэнергии
- Разработка и изготовление комплекса высокоэффективного оборудования для обратимых гидроагрегатов ГАЭС с переменной скоростью вращения и единичной мощностью 300-350 МВт, позволяющих обеспечить высокую маневренность в генераторном и насосном режимах
- Разработка гидрооборудования для приливных электростанций, прежде всего – эффективных ортогональных турбин и средств сооружения ПЭС с помощью наплавных блоков

Повышение КПД генераторов до 99%, снижение удельной стоимости сооружения электростанций

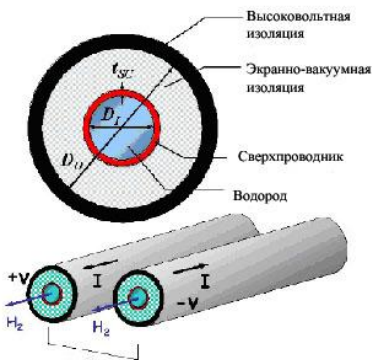
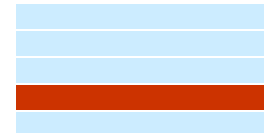
Повышение КПД, снижение удельной стоимости сооружения электростанций

Новое оборудование



- На ближайший период (20-25 лет) в качестве основных выбраны три технологии:
 - Корпусные реакторы с водяным теплоносителем типа ВВЭР и их модификации
 - Реакторы на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем
 - Высокотемпературные реакторы с гелиевым теплоносителем
- Стратегическими направлениями развития атомной энергетики являются:
 - Замыкание ядерного цикла
 - Создание термоядерных реакторов (Международный термоядерный экспериментальный реактор – ИТЭР, демонстрационный энергетический реактор – ДЭМО)

Системы передачи и распределения электроэнергии



- «Прогрессивные» проводники, полученные с использованием новых композиционных материалов
- Высокотемпературные сверхпроводниковые материалы и устройства на их основе: кабели, трансформаторы, двигатели, генераторы и накопители энергии и пр.
- Недорогие и надежные накопители электрической энергии разных типов на всех уровнях: основной, распределительной сети и у конечных потребителей
- Распределенная генерация и распределенные интеллектуальные системы управления
- Силовая электроника и устройства на ее основе, прежде всего – устройства FACTS

Новые проводники будут иметь:
Проводимость – высококачественной меди;
Вес – алюминия;
Прочность и продолжительность срока службы – усиленной стали

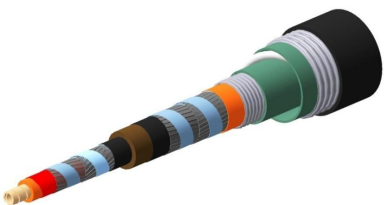
Принципиальное изменение не только электрических сетей, но используемого электрооборудования

Выравнивание графиков нагрузки, повышение использования генерирующих, передающих и распределительных систем, обеспечение высокой надежности электроснабжения потребителей

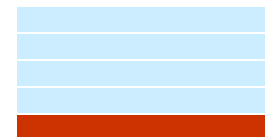
Высокотехнологическая и экономическая эффективность, модульность, масштабируемость, мобильность, энергетическая независимость и контроль

Возможность изменения передаваемой активной и реактивной мощности в широких пределах и поддержания в заданных диапазонах уровней напряжения

Все эти технологии создадут принципиально новую систему электроснабжения страны



Нетрадиционные источники энергии (основные факторы развития и структура, в частности, возобновляемой энергетики в мире представлена в Приложении 1)



- Геотермальные электростанции и оборудование к ним
- Микро- и малые гидростанции с оборудованием единичной мощностью от 2 кВт до 1 МВт
- Фотоэлектрические элементы на основе кремния, модули и батареи с КПД 14-15%
- Высокоэффективные (КПД более 25%) гетероструктурные солнечные элементы и энергоустановки с концентраторами солнечного излучения
- Солнечные электростанции, размещаемые в космосе на солнечно-синхронных орбитах с последующей передачей на Землю электроэнергии в СВЧ диапазоне
- Установки по использованию биомассы для производства электроэнергии
- Ветроэнергетические установки
- Водородная энергетика
- Электростанции, использующие энергию приливов и отливов
- Жидкостные и воздушные солнечные коллекторы; системы отопления и горячего водоснабжения на их основе
- Тепловые насосы мощностью до 10 кВт для теплоснабжения жилых зданий и мощностью до 4 МВт для производственных нужд и помещений

Реализация Стратегии также предполагает внедрение современных подходов при организации мероприятий по поддержанию работоспособности действующего оборудования

Оценка текущего состояния и определение целевых уровней надежности по группам энергооборудования



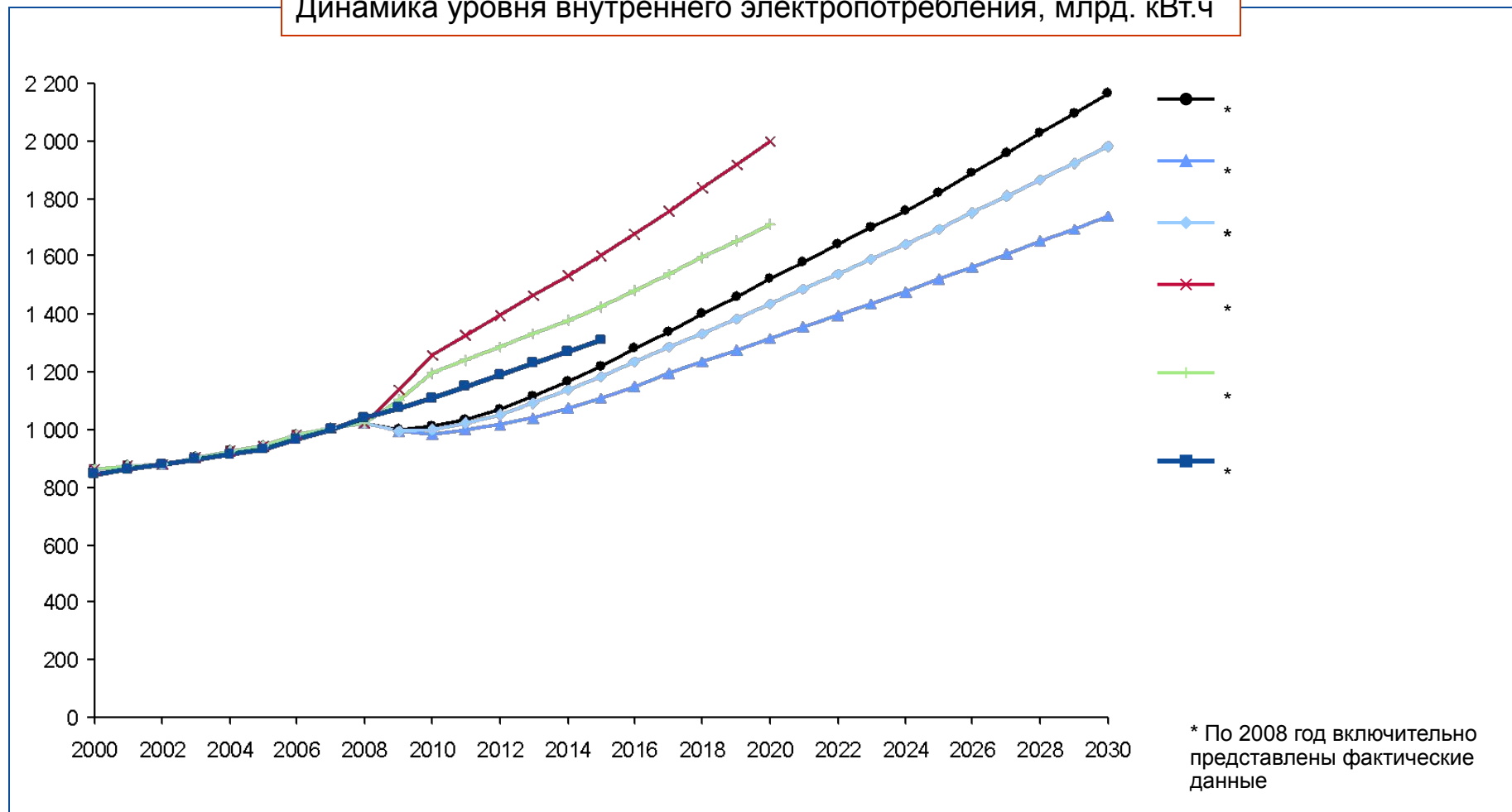
Расчет затрат, позволяющих достичь необходимых уровней надежности энергооборудования

- Реконструкция и замена того оборудования, последствия отказа которого оказывают наибольшее влияние на обеспечение заданных уровней надежности
- Мониторинг эффективности затрат и выявление оптимального соотношения между фактическим уровнем надежности и средствами, потраченными на его обеспечение

- Повышение эффективности затрат на обеспечение работоспособности энергооборудования
- Обеспечение необходимого уровня надежности энергооборудования

Проведенные расчеты с использованием баз данных, названных моделей и программ основывались на прогнозах МЭР России о развитии экономики и Минэнерго России о росте электропотребления к 2030 году

Динамика уровня внутреннего электропотребления, млрд. кВт.ч



Источник: ОАО «ЭНИН»

Целевые показатели умеренного варианта Стратегии развития электроэнергетики до 2030 года

Целевые показатели Стратегии					
Показатели	Россия			США	
	2008	2020	2030	2006	2030
Производство электроэнергии на душу населения в год, кВт.ч/чел	7300	9550	12500	13700	14300
Доля АЭС в структуре производства электроэнергии, %	15,7	18,3	19,8	19,4	17,5
Доля нетрадиционных источников энергии, %	0,7	1,7	2,75	2,2	6,7
Топливообеспечение тепловых электростанций					
Доля газа в структуре топливообеспечения, %	51,2 / 70,3 *	48,2/67,9*	45,3/ 64,8	19,9**	14,1
Доля угля в структуре топливообеспечения, %	19,1 / 26,3*	20,1/28,3*	22,4 / 32,0	49,1**	54,2
Надежность системы электроснабжения					
Проектный показатель балансовой надежности (вероятность бездефицитной работы энергосистем)	0,996	0,9991	0,9997	0,9997	
Эффективность электроэнергетики					
КПД угольных ЭС	34	38	41-46	38	47
КПД газовых ЭС	38	50	53-55	45	56
КПД атомных ЭС	32	34	35-36	35	35-36
Удельные расходы топлива на отпуск электроэнергии от ТЭС, г у.т./кВт.ч	333	300	270		
Потери в электрических сетях, % от суммарного отпуска в сеть	12	10	8	6	4-6
Средняя стоимость производства электроэнергии, ц/кВт.ч (в ценах 2007 г.) ***	2,2	3,9	5	6	6
Средний тариф на электроэнергию по всем категориям потребителей, ц/кВт.ч (в ценах 2007 г.)***	4,0	6,0	7,7	9,1	9,0
В приложении 2 приведены данные по целевым значениям удельных капитальных затрат на ввод мощностей					

* В числителе показана доля в первичных энергоресурсах, в знаменателе - доля в органическом топливе

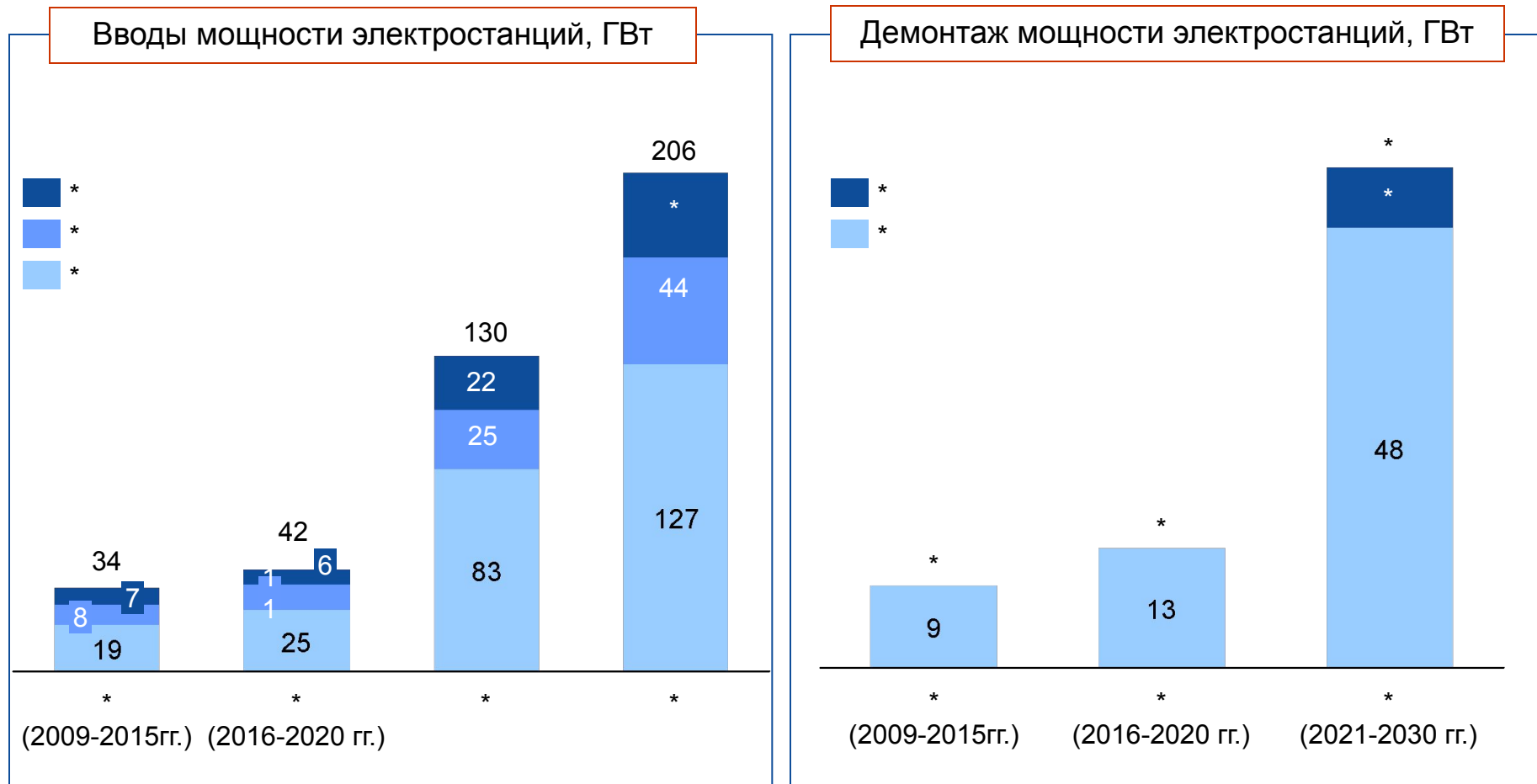
** Показана доля производства электроэнергии на угле и газе

*** Получены расчетным путем при условии оптимального управления отраслью в целом

Источник: ОАО «ЭНИН»



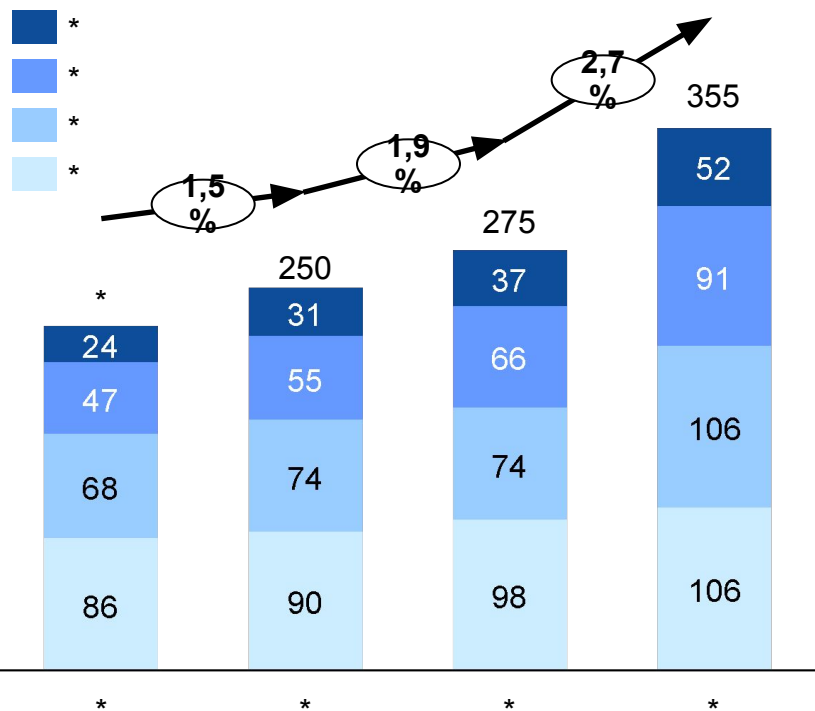
В рамках реализации умеренного варианта Стратегии развития электроэнергетики планируется ввести 206 ГВт мощности при демонтаже 77 ГВт



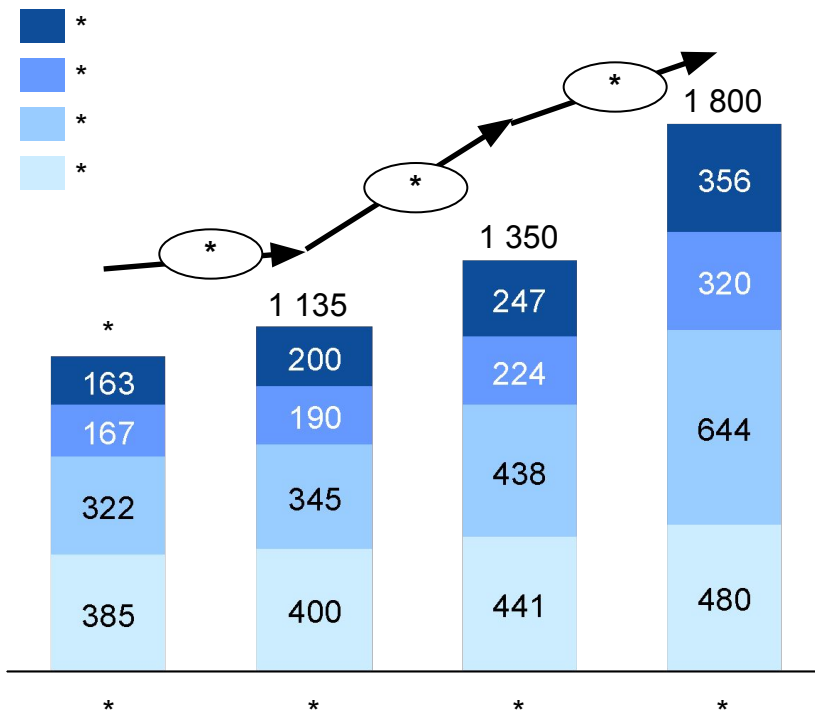
Источник: ОАО «ЭНИН»

В умеренном варианте рост выработки электроэнергии опережает увеличение установленных мощностей, особенно на втором и третьем этапах реализации Стратегии

Динамика установленной мощности, ГВт



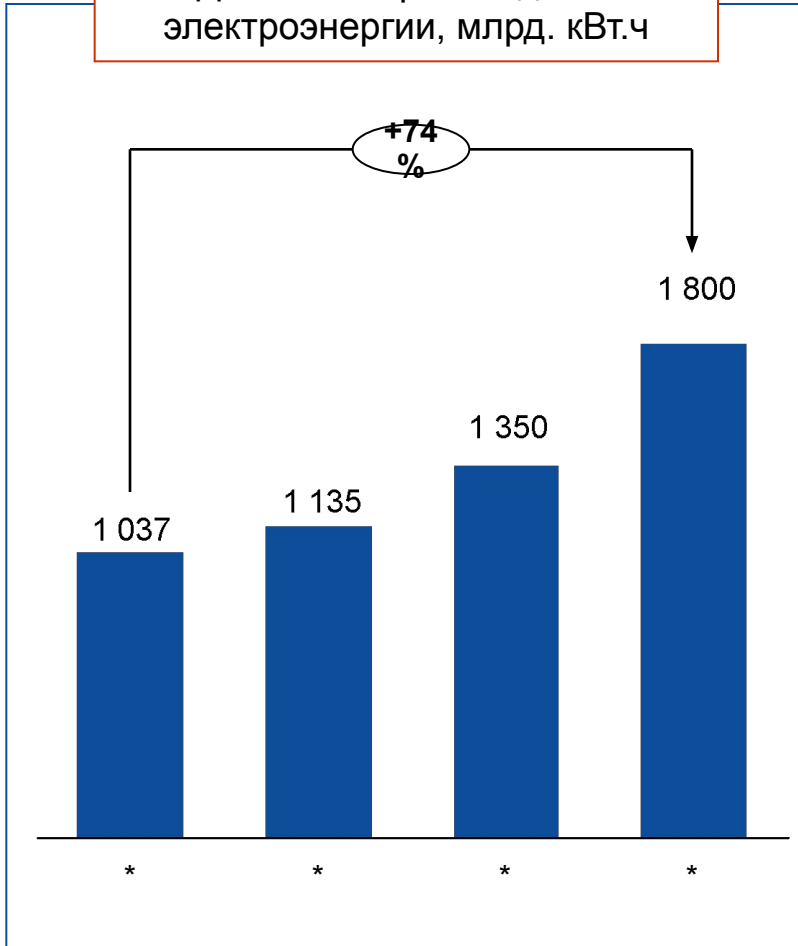
Динамика производства электроэнергии, млрд. кВт.ч



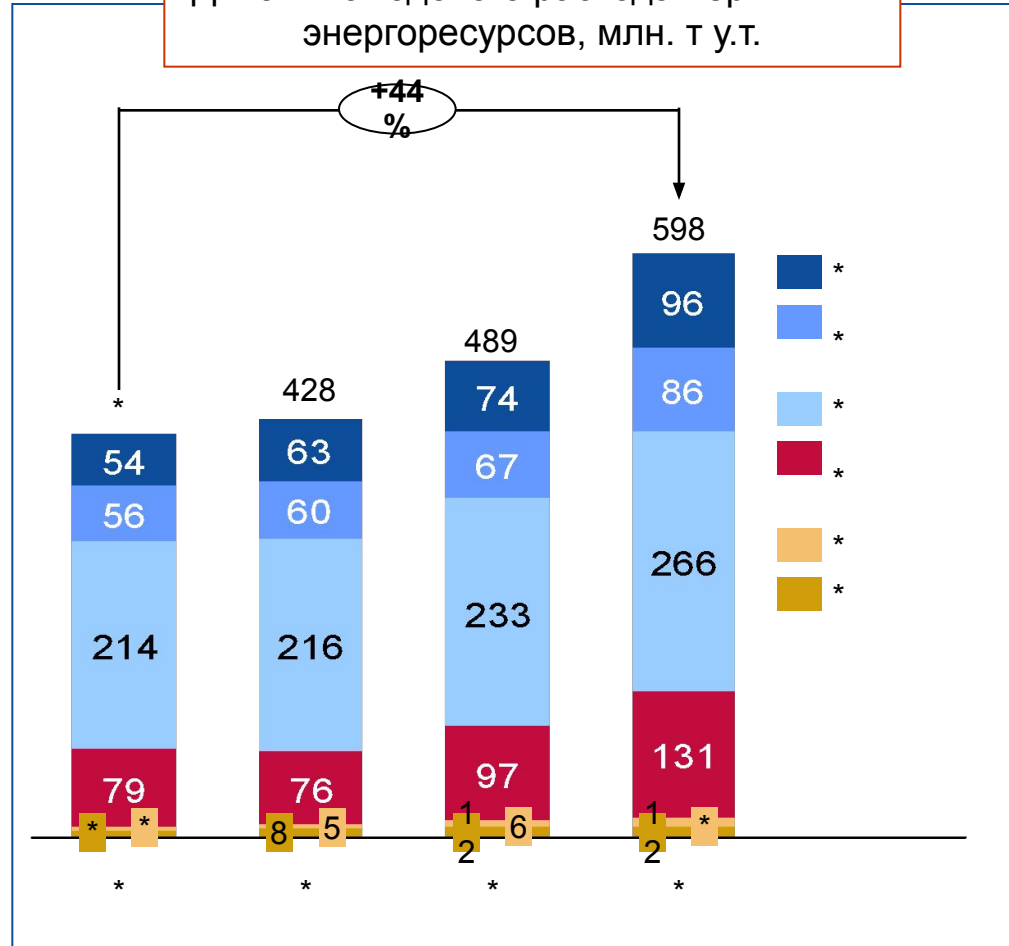
Источник: ОАО «ЭНИН»

В умеренном варианте при росте производства электроэнергии в 1,7
 раза, расход первичных энергоресурсов увеличится всего в 1,4 раза
 за счет внедрения новых технологий

Динамика производства
 электроэнергии, млрд. кВт.ч



Динамика годового расхода первичных
 энергоресурсов, млн. т у.т.



Источник: ОАО «ЭНИН»

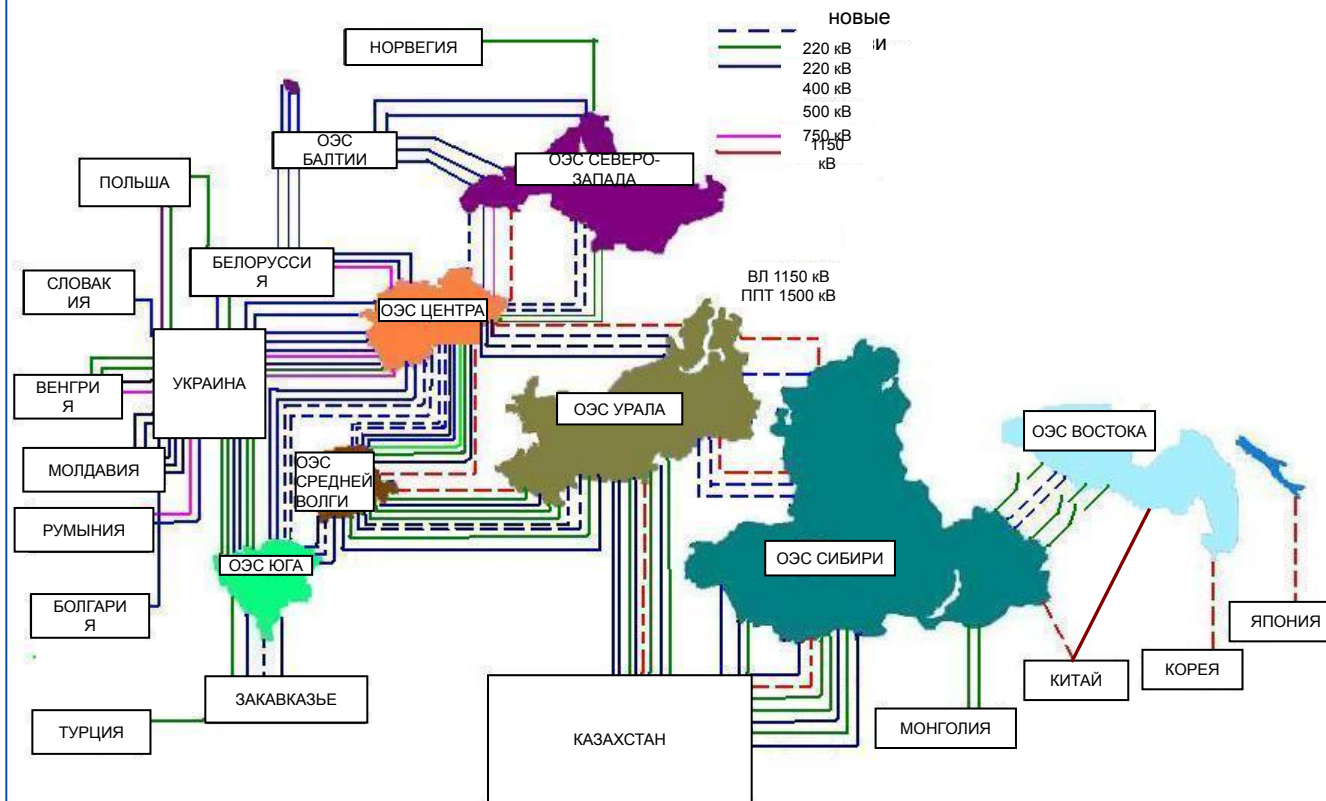
На первых двух этапах реализации Стратегии будет использоваться, в основном, модернизированное оборудование, что позволит резко поднять энергоэффективность при относительно меньших затратах, чем с использованием нового

Тип ТЭС	Типовые группы оборудования	Вид топлива	Тип существующего оборудования	Удельные капиталовложения, долл./кВт		Удельные расходы топлива на отпуск электроэнергии, г у.т./кВт.ч		
				Установка модернизированного оборудования	Замена прогрессивным оборудованием	Ремонтно-восстановительные работы	Установка модернизированного оборудования	Замена прогрессивным оборудованием
КЭС	1	Газ, мазут	К-300-240, К-800-240	540-800	660-960	343, 316	316, 310	239
	2	Газ, мазут	К-200-130, К-150-130	560-820	660-960	354	325	239
	3	Уголь	К-300-240, К-500-240	740-840	1120-1200 1050	373	334	278
	4	Уголь	К-200-130, К-150-130	760-860	1030-1060	390	342	342
ТЭЦ	5	Газ, мазут	Т-50-130, Т-100-130 ПТ-60-130, ПТ-80-130	620-880	1000, 800	$b^{39к}=379$ $b^{39т}=235$ $bт=170$	$b^{39к}=379$ $b^{39т}=225$ $bт=170$	$b^{39к}=246$ $b^{39т}=175$ $bт=155$
	6	Газ, мазут	агрегаты 90 ата и ниже	700-1000	760-1000	$b^{39к}=425$ $b^{39т}=295$ $bт=170$	$b^{39к}=379$ $b^{39т}=225$ $bт=170$	$b^{39к}=256$ $b^{39т}=280$ $bт=155$
	7	Уголь	Т-50-130, Т-100-130 ПТ-60-130, ПТ-80-130	900-1030	1220-1280	$b^{39к}=398$ $b^{39т}=275$ $bт=180$	$b^{39к}=398$ $b^{39т}=250$ $bт=180$	$b^{39к}=398$ $b^{39т}=250$ $bт=180$

Источник: ОАО «ЭНИН»

Неотъемлемой частью реализации Стратегии на всех ее этапах является строительство новых и модернизация существующих сетей

Схема основных внутренних и внешних межсистемных связей ЕЭС России на перспективу



Рейтинг стран по качеству электросетей*

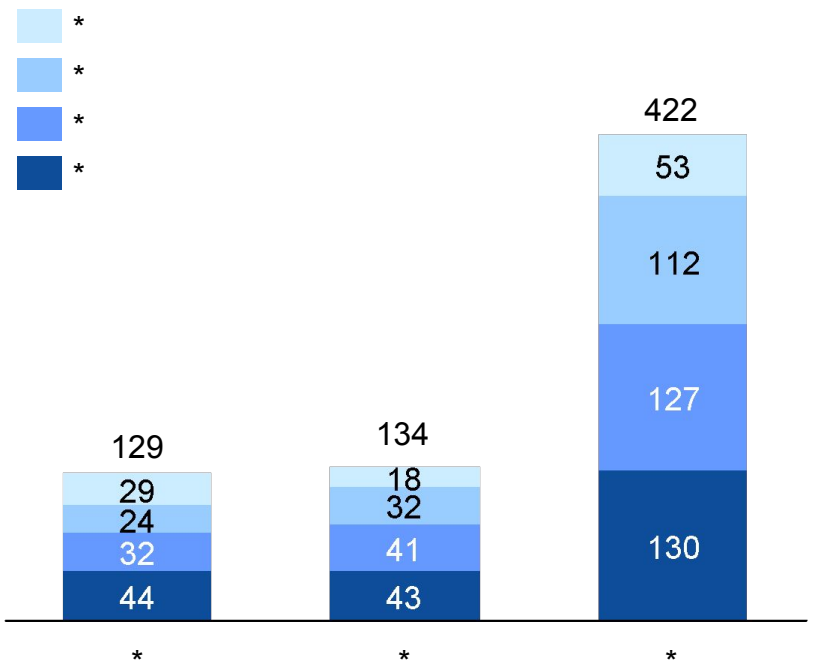


*- минимальная оценка – 1, максимальная – 7

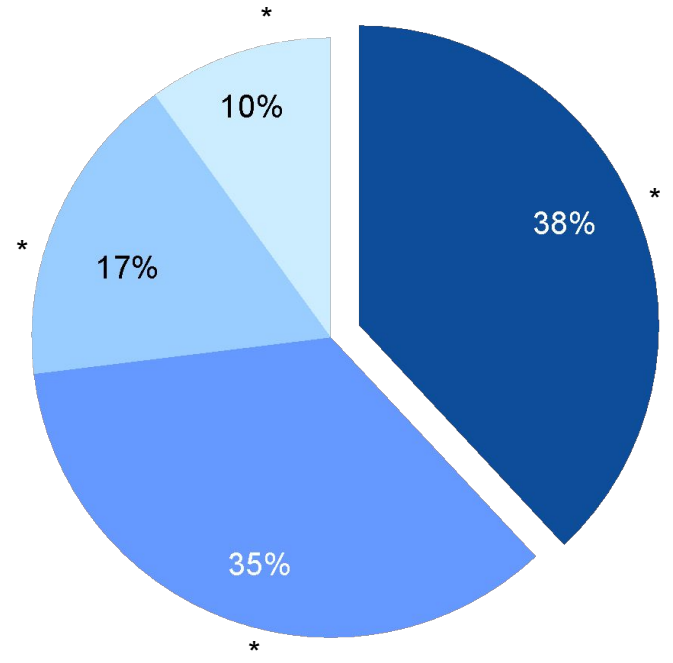
Источник: Global Competitiveness Report 2007 – 2008 (World Economic Forum, Executive Opinion Survey 2006, 2007)

Реализация умеренного варианта Стратегии потребует инвестиций в размере 572 млрд. долл. США, а с учетом затрат на возобновляемые источниками электроэнергии (ВИЭ) без гидростанций – 685 млрд. долл.

Динамика потребности в инвестициях, млрд. долл. США**



Структура потребности в инвестициях*, %, (100% = 572 млрд. долл. США)**



Источник: ОАО «ЭНИН»

* Всего за три этапа
 ** В ценах 2007 г.

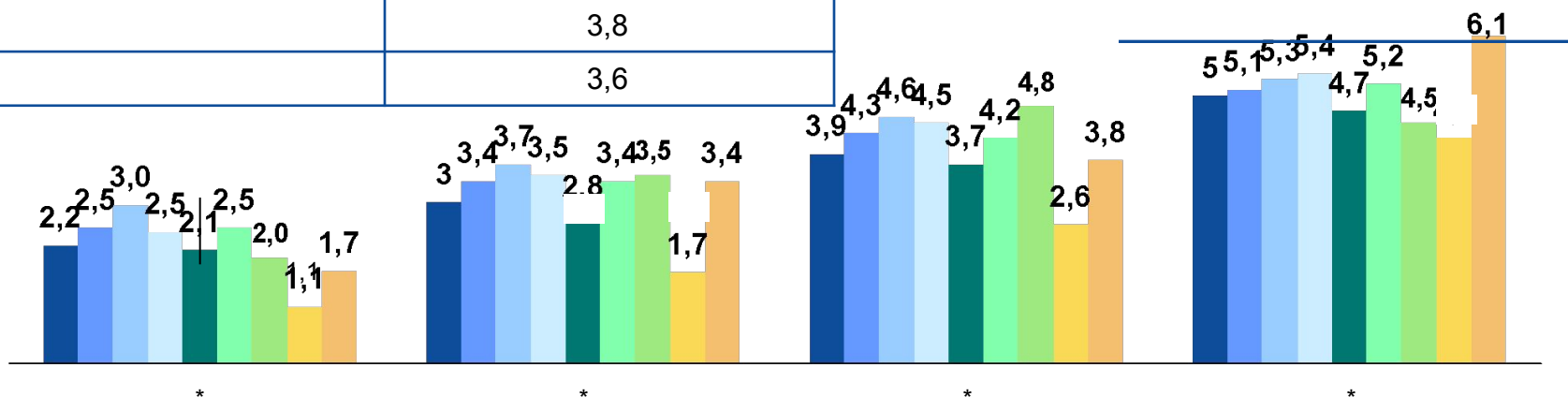


При принятых прогнозах роста цен на топливо (см. Приложение 3,4) стоимость производства электроэнергии в России в 2030 году приблизится к стоимости ее производства в США*

Стоимость производства электроэнергии в России, в ценах 2007 года, цент/кВт.ч*

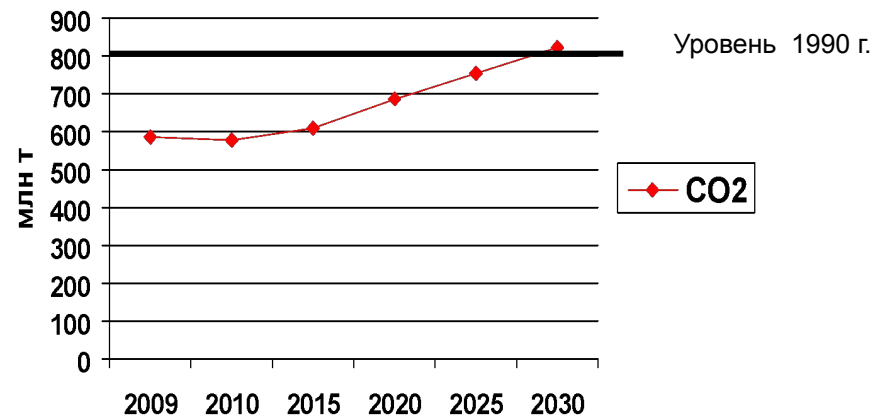
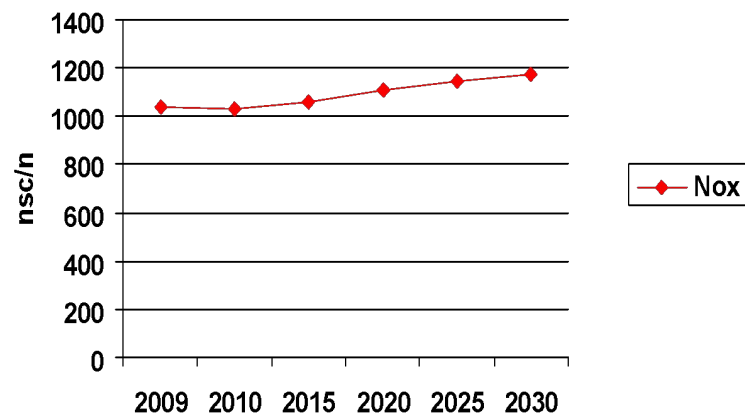
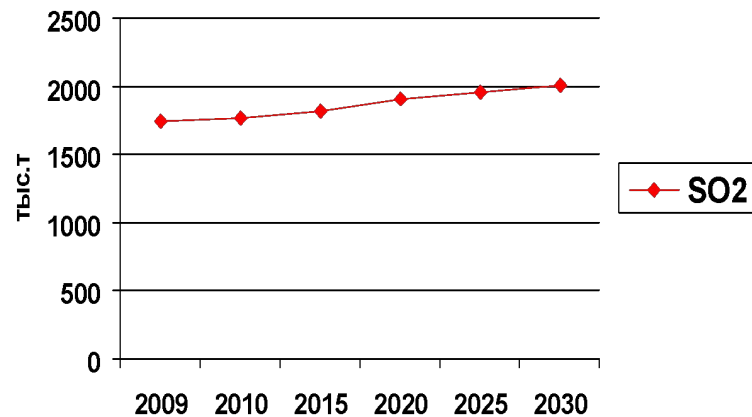
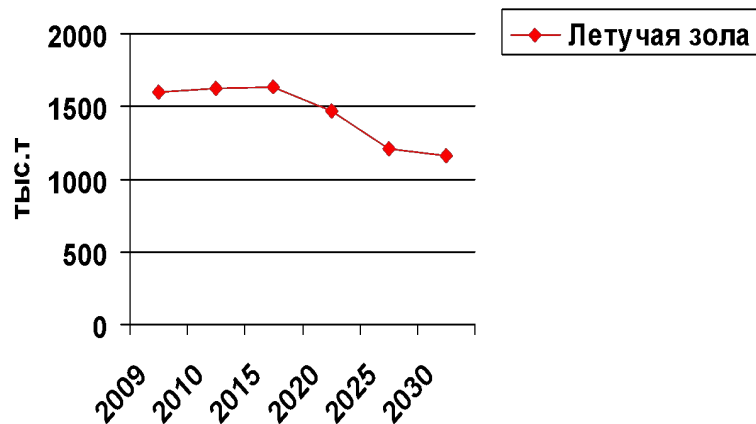
Энергетические системы	Рост стоимости производства электроэнергии 2008-2030 гг., разы
*	2,3
*	2,0
*	1,8
*	2,2
*	2,2
*	2,1
*	2,3
*	3,8
	3,6

Уровень США
(6 цент/кВт.ч)



Источник: ОАО «ЭНИН»

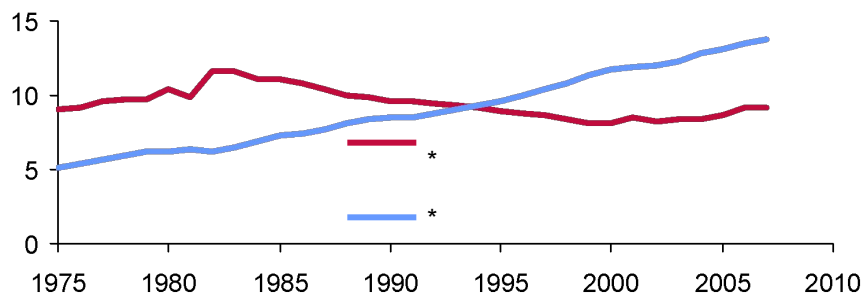
Прогноз валовых выбросов загрязняющих веществ



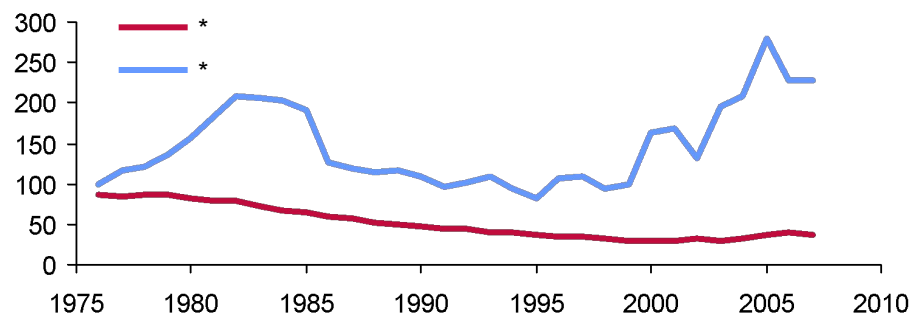
Необходимо разработать меры по повышению эффективности работы отрасли и энергосбережению с целью стабилизации тарифов на электроэнергию и стимулирования развития экономики России

Предпринятые правительством США меры по повышению эффективности производства электроэнергии и энергосбережению привели к стабилизации тарифов на электроэнергию для конечных потребителей и способствовали долгосрочному экономическому росту США

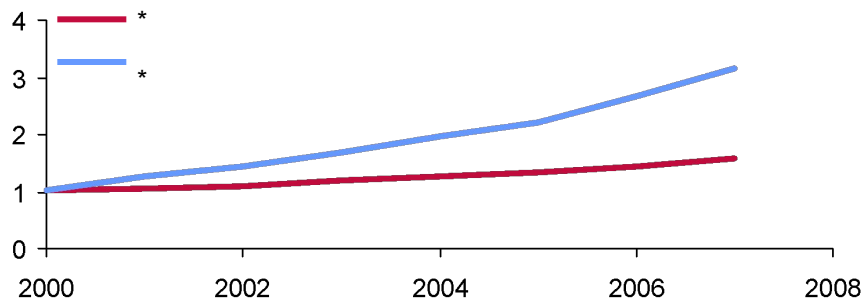
ВВП и средний тариф на электроэнергию для конечных потребителей в США в период 1975-2007 гг



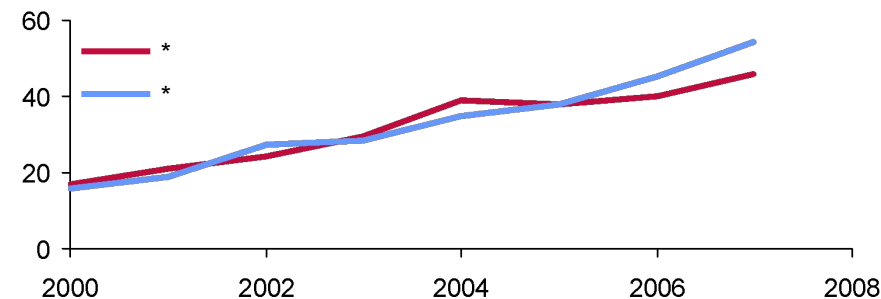
Динамика цен на уголь и газ в США в период г.г., (долл./т у.т.) в долл. США 2007 г 1975-2007



Рост ВВП и средней цены на электроэнергию в РФ в период 2000-2007 гг



Динамика средних цен на уголь и газ в Европейской части РФ в период 2000-2007 гг., (долл./т у.т.)



Источник: ОАО «ЭНИН», Annual Energy Review 2007, DOE/EIA-0384(2007) June 2008, Росстат

В основу системы управления электроэнергетикой России должна быть положена идеология целостного управления функционированием и развитием энергосистем



В качестве эталонной модели в развитых странах применяется модель идеального рынка, в которой условия оптимального функционирования такие же, как и при централизованном оптимальном управлении. В условиях дерегулирования электроэнергетики ее оптимальное функционирование и развитие может быть достигнуто построением системы скоординированного государственного и корпоративного управления

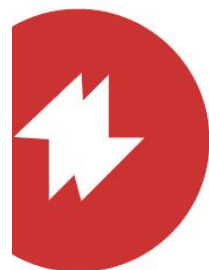
Выводы. Решение назревших проблем в отечественной энергетике, а также обеспечение конкурентоспособного и устойчивого развития экономики России требует:

- **Принятия стратегических решений:**
 - О создании системы целостного управления функционированием и развитием энергетики, целью которой станет минимизация затрат на функционирование и развитие отрасли с обеспечением:
 - замедления и последующей стабилизации тарифов на электроэнергию для конечных потребителей;
 - повышения производительности труда в отрасли;
 - рационализации структуры потребления в отрасли топлива;
 - снижения уровня потерь в сетях;
 - снижения удельных капиталовложений на ввод одного кВт.
 - О создании условий, обеспечивающих инновационное развитие отрасли на базе передовых технологий
- **Подготовки и реализации системы мер, обеспечивающих безусловное решение первоочередных задач по развитию отрасли, представленных на слайде 29 (с учетом названных стратегических решений)**

Первоочередные задачи, подлежащие решению в отрасли и системе потребления электроэнергии для успешной реализации Стратегии

- Разработать и реализовать программу ликвидации угрозы дефицита генерирующих и электросетевых мощностей
 - Разработать и реализовать программу модернизации и ускоренного развития тепловых электростанций и распределительных электрических сетей на базе передовых технологий
 - Подготовить и внести необходимые поправки в законодательство, обеспечивающие последовательное проведение эффективной энергетической политики (по аналогии с законом США об энергетической политике 2005 г.)
 - Создать национальный технологический центр для разработки новых прорывных технологий производства, транспорта и распределения электроэнергии
 - Выбрать и сформировать оптимальную структуру управления электроэнергетической отраслью, обеспечивающую минимизацию затрат на ее функционирование и развитие
 - Создать систему государственного контроля за обеспечением надежности системы электроснабжения России (Приложение 5)
- Генерирующие и сетевые компании
-
- Разработать и принять систему экономических, административных и законодательных мер по обеспечению энергосбережения и повышения энергоэффективности
- Потребители электроэнергии

Благодарим за внимание



ЭНИН
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. Г. М. КРЖИЖАНОВСКОГО

Содержание

1

Современные проблемы электроэнергетики России

2

Основные положения стратегии развития электроэнергетики России

3

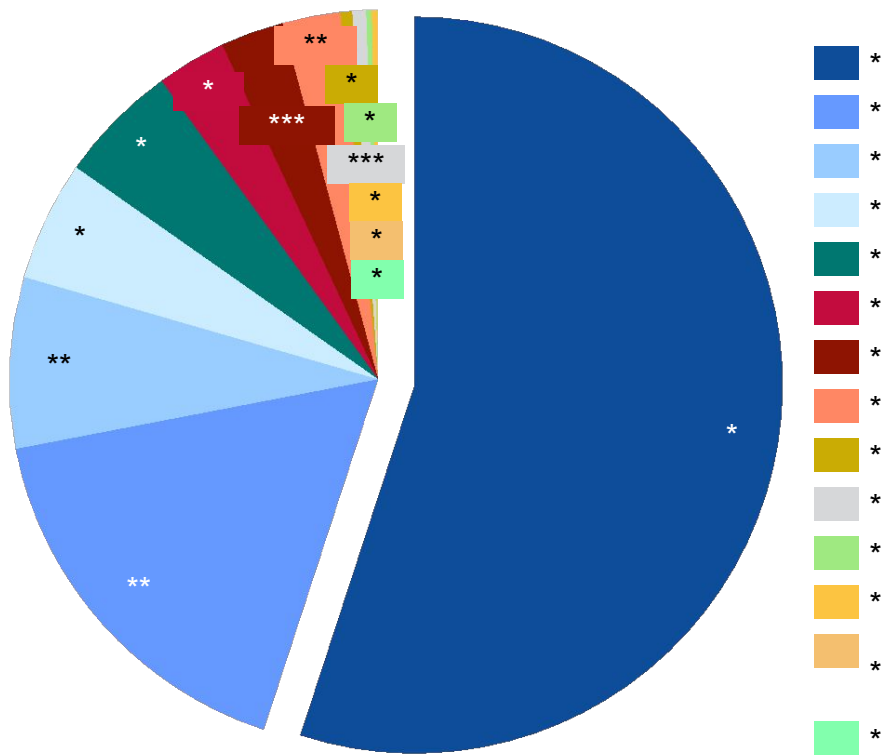
Условия реализации стратегии

4

Приложения

Приложение 1: Возобновляемая энергетика в мире

Структура возобновляемой энергетики, 2006 г. (ГВт)



Источник: Renewables 2007; Global Status Report; REN21; 2008

* - ГВт_{терм}
 ** - млрд. л/год
 29

Приложение 2: Целевые значения по удельным капитальным затратам на ввод одного кВт в базовом варианте Стратегии развития электроэнергетики

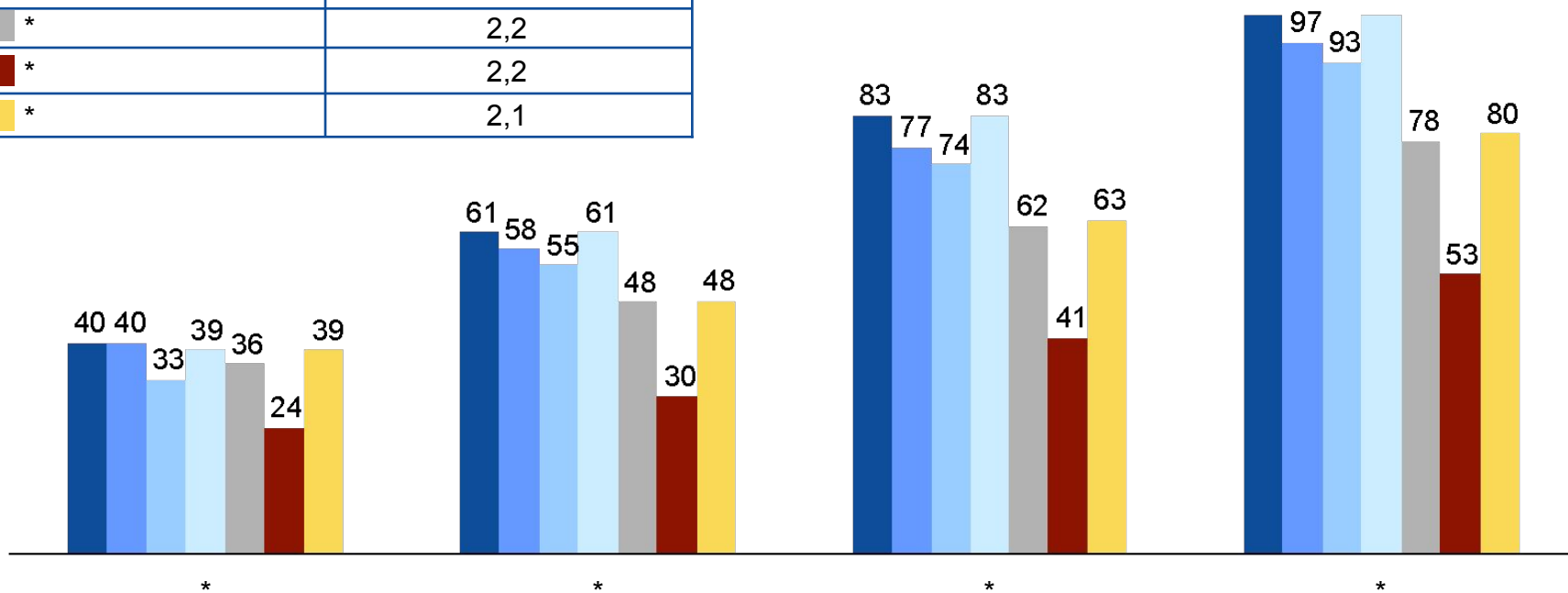
№ п/п	Тип станции, оборудования	Удельные капитальные затраты, долл./кВт (долл. 2007 г.)
КЭС		
1	пылеугольные с очистными устройствами (пыль, de NO _x , обессеривание) 500 МВт	1600
2	пылеугольные на суперсверхкритических параметрах	1800
3	угольные с ЦКС, 300 МВт	1450
4	установки комбинированного цикла, 450 МВт	1000
5	ПГУ с газификацией угля	2000
6	газотурбинные установки, 125 МВт	600
ТЭЦ		
7	пылеугольные, 180 МВт	1800
8	угольные с ЦКС, 180 МВт	1650
9	установки комбинированного цикла, 325 МВт	1200
АЭС		
10	энергоблоки 1000 МВт	3000

Приложение 3: Прогноз цен на уголь до 2030 года

Прогноз динамики цен на уголь в РФ на 2005-2030 гг. (по федеральным округам), долл./т у.

т.

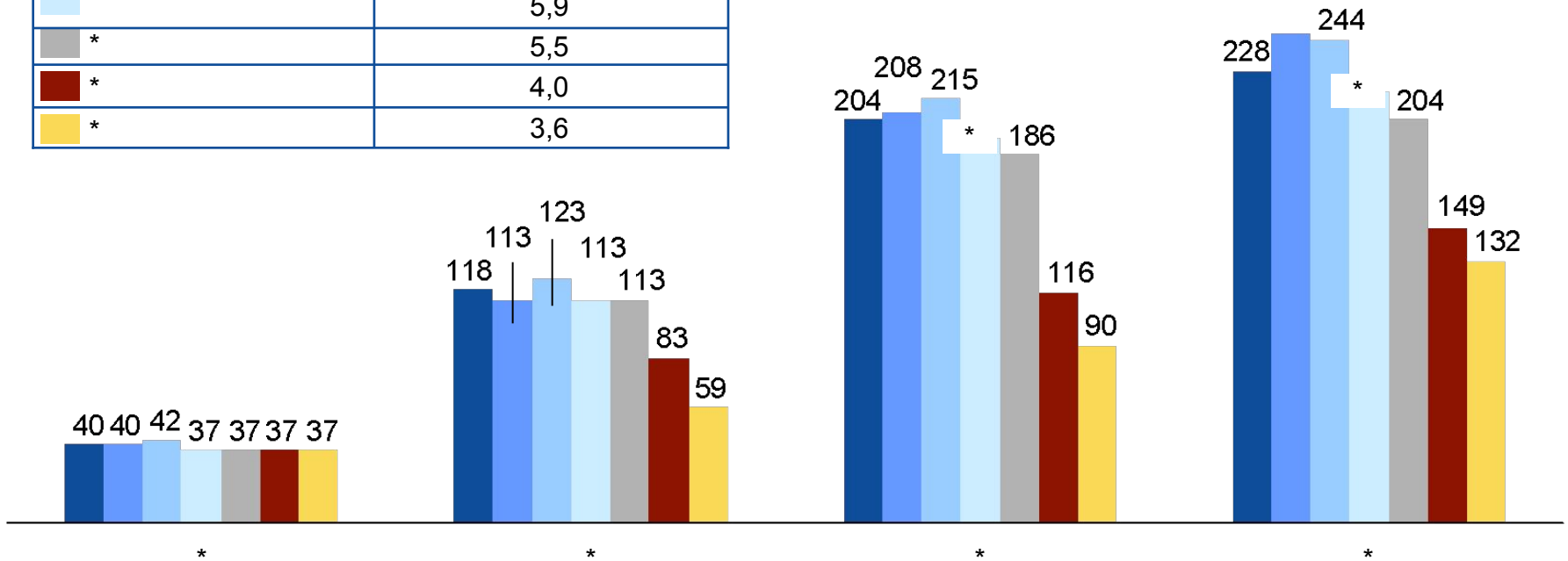
Федеральные округа	Прогноз роста цен на уголь 2005-2030 гг., разы
* (темно-синий)	2,6
Север-Западный (синий)	2,4
* (голубой)	2,8
* (светло-голубой)	2,7
* (серый)	2,2
* (коричневый)	2,2
* (желтый)	2,1



Приложение 4: Прогноз цен на газ до 2030 года

Прогноз динамики цен на газ в РФ в 2005-2030 гг. (по федеральным округам),
долл./1000 м³

Федеральные округа	Прогноз роста цен на газ 2005-2030 гг., разы
*	5,7
Северо- Западный	6,4
*	5,8
*	5,9
*	5,5
*	4,0
*	3,6



Приложение 5: Меры по обеспечению надежности систем электроснабжения

- Повысить проектный показатель балансовой надежности (вероятность бездефицитной работы энергосистем) с уровня 0,996 до 0,9997, что приведет к увеличению оперативного резерва мощности ЕЭС России к 2030 г. на 6 млн. кВт и потребует дополнительных капитальных затрат около 4 млрд. долл. США; обеспечить выполнение критерия N-1, а в ряде случаев и N-2
- Создать зоны эффективного управления региональными энергосистемами с Единым диспетчерским управлением, в рамках которых баланс мощности будет обеспечиваться в процессе как функционирования, так и развития региональных энергосистем
- Создать систему государственного контроля за обеспечением надежности электроснабжения (ежегодный прогноз надежности на 10 лет, разработка национальных стандартов надежности, контроль за их выполнением)
- Создать автоматизированные системы «управления спросом потребителей»
- Создать координирующие органы по обеспечению оптимальной совместной работы энергокомпаний
- Кардинально повысить надежность схем внешнего и внутреннего электроснабжения крупных городов и мегаполисов