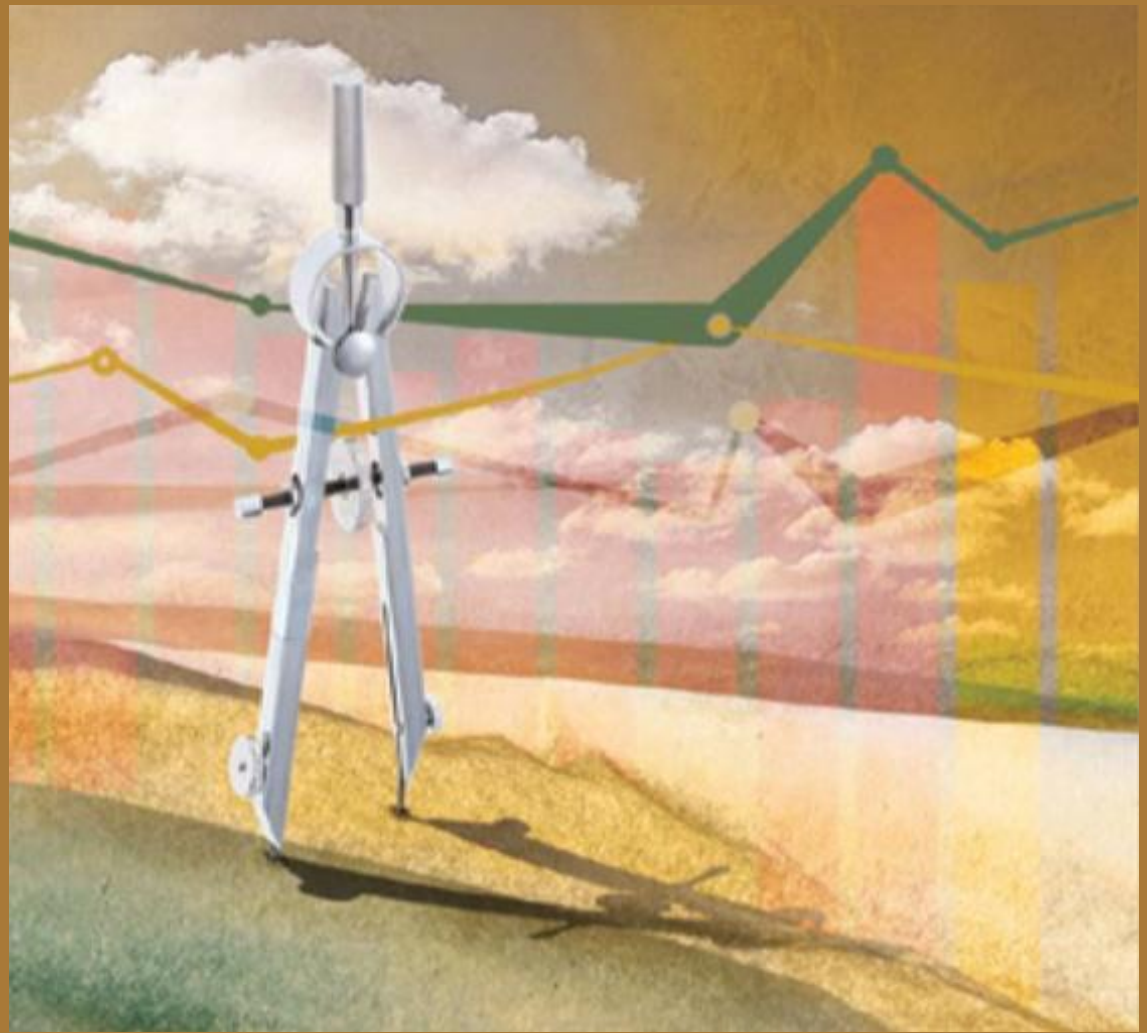
Директор по технологическому развитию электроэнергетики
ЗАО «АПБЭ»
В.В. Нечаев

Риски инновационного развития электроэнергетики в период до 2030 г.

13 октября 2010 г.



Технологическое отставание электроэнергетики

Главный вызов электроэнергетики современной России – стремительно нарастающее технологическое отставание, приобретающее необратимый характер

- **В теплоэнергетике** – свыше **25** лет (ССКП пара, газификация твердого топлива, газотурбостроение, системы утилизации вредных выбросов и отходов, гибридные установки на базе топливных элементов и другие);
- **В гидроэнергетике** – свыше **20** лет (АСГГ на ГЭС и ГАЭС, высокоэффективные гидротурбины с КПД ≥ 96%, высоконадежные всережимные гидроагрегаты);
- **В электрических сетях** – свыше **20** лет (сети СВН постоянного и переменного тока, ВТСП оборудование, накопители и кабели, FACTS-гибкие векторно управляемые сети переменного тока, интеллектуальные - Smart Grids - распределительные и системообразующие сети, самовосстанавливающиеся сети, СПП - силовые полупроводниковые приборы);
- **В теплоснабжении** – свыше **30** лет (тепловые насосы, высоконадежные эффективные тепловые сети с уровнем потерь тепла 3-5 %, системы когенерации);
- **В возобновляемой энергетике** – свыше **30** лет (ВЭУ, солнечные фотоэлектрические установки, МГЭС и другие).

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года с учетом перспективы до 2030 года

Рубеж – 2030 год

Предстоящий 20–летний период должен стать периодом решения стратегической задачи – кардинального обновления (модернизации) электроэнергетики.

- **Почему до 2030 г.?** К этому времени лучшим российским технологиям, например первым энергоблокам СКД в теплоэнергетике, исполнится 70 лет. Степень исчерпания морального ресурса и физического старения, низкая эффективность в генерации и сетях таковы, что откладывать дальше решение этой проблемы равносильно потере энергетической безопасности.
- **Почему не до 2020 г.?** Сложность проблемы, неготовность энергомашиностроения и электроэнергетики к её решению таковы, что в предстоящее десятилетие выполнить эту задачу невозможно.

Модернизация электроэнергетики - крупная и сложная технологическая проблема, которая потребует участия государства в решении ряда неотложных задач:

- мобилизации значительных объёмов финансовых и материальных ресурсов,
- развития отечественного энергомашиностроения,
- усиления проектных институтов,
- научного сопровождения,
- нормативно-правового и организационного обеспечения,
- концентрации инвестиций электроэнергетических и топливных компаний

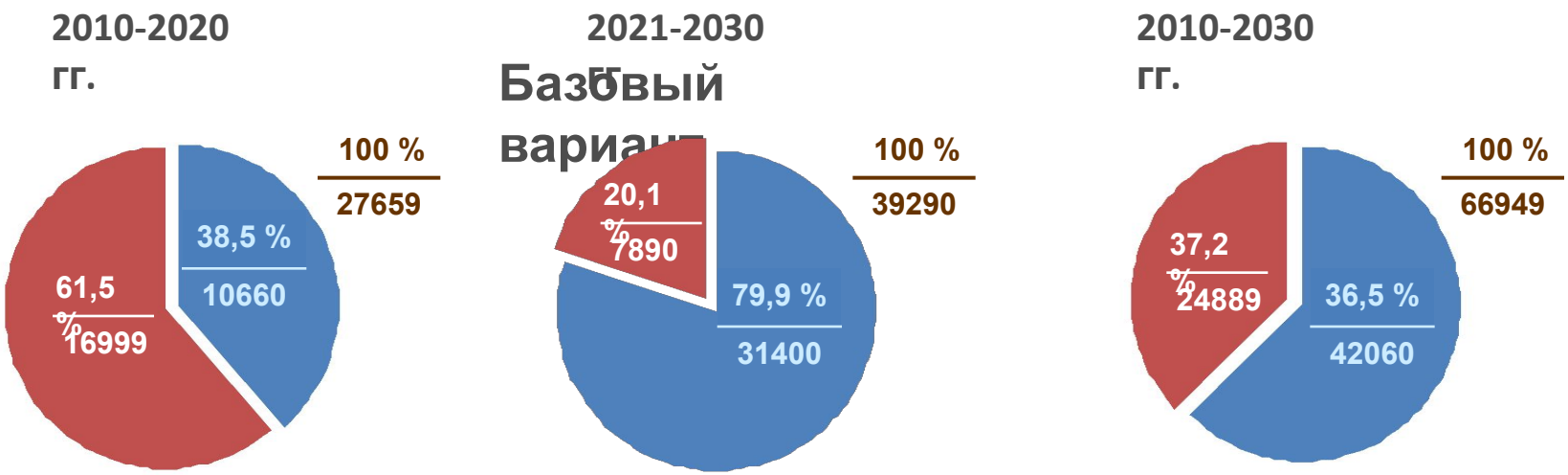
Развитие и модернизация ЕЭС России

- Развитие за счёт ввода новых крупных системообразующих ТЭС, ГЭС и АЭС, в том числе (max вариант): ПГУ на природном газе мощностью 420 МВт и выше - 108 единиц; угольные энергоблоки на суперсверхкритические параметры пара единичной мощностью 330МВт и выше - 76 единиц; энергоблоки АЭС единичной мощностью 880-1200 МВт - 46 единиц.
- Оптимальное сочетание крупных системообразующих и локальных источников мощности
- Развитие за счёт ввода до 2020 г. системообразующих электрических сетей переменного и постоянного тока с формированием активно-адаптивной сети:
  - ВЛ 330 кВ и выше - 36380 км.; трансформаторной мощности - 116274 МВа,
  - в т.ч.: ВЛ 750 Кв-1279 км, ВЛ 500 кВ-22268 км, 6хВЛ ПТ: ±750 кВ, ±600 кВ, ±300 кВ суммарно - 2900 км
- Интеграция ОЭС Сибири и ОЭС Востока на базе Амурского преобразовательного комплекса 200 МВа на ПС Хани, завершение до 2030 г. интеграции Европейской и Сибирской секций ЕЭС России.
- Ввод до 2020 г. ИРМ суммарной мощностью свыше 27500 МВар, в том числе управляемых ИРМ на базе УШР, СТК, СТАТКОМ, УУПК, ВПТН, АСК свыше 8960 МВар.
- Совершенствование противоаварийного управления, на базе автоматических и автоматизированных систем управления, использующих технологии векторного измерения параметров электрического режима

Вводы высокоэффективных ПГУ

(МВт)

Базовый вариант



Максимальный вариант

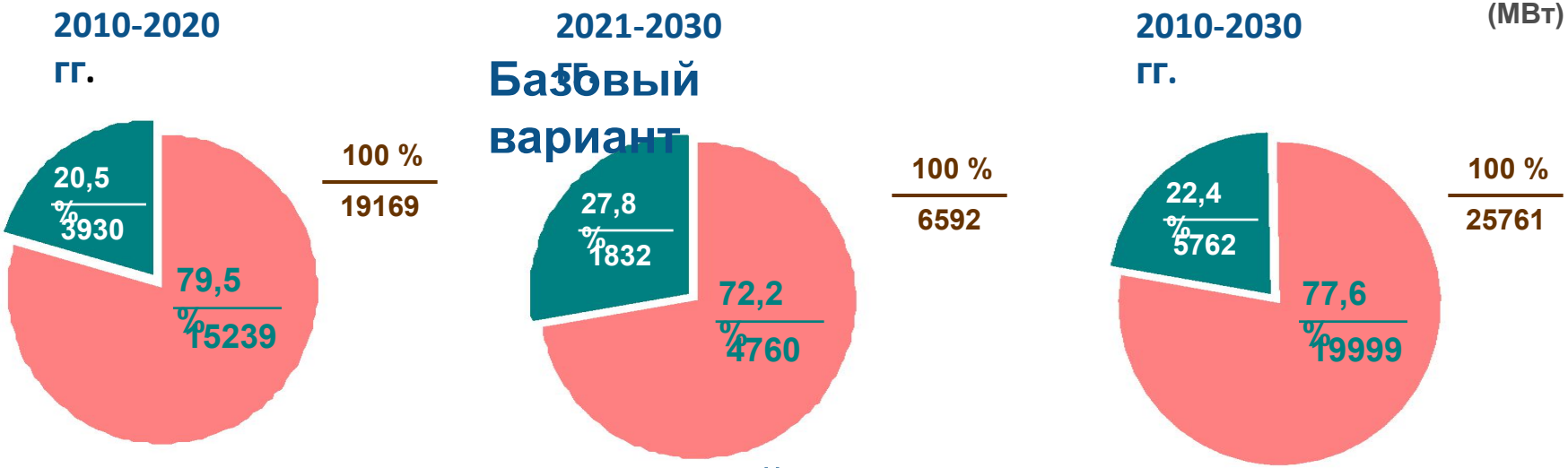
доля высокоэффективных ПГУ с КПД 57-60 % в общем объеме вводов ПГУ

доля ПГУ на отечественных газовых турбинах с КПД 50-51%

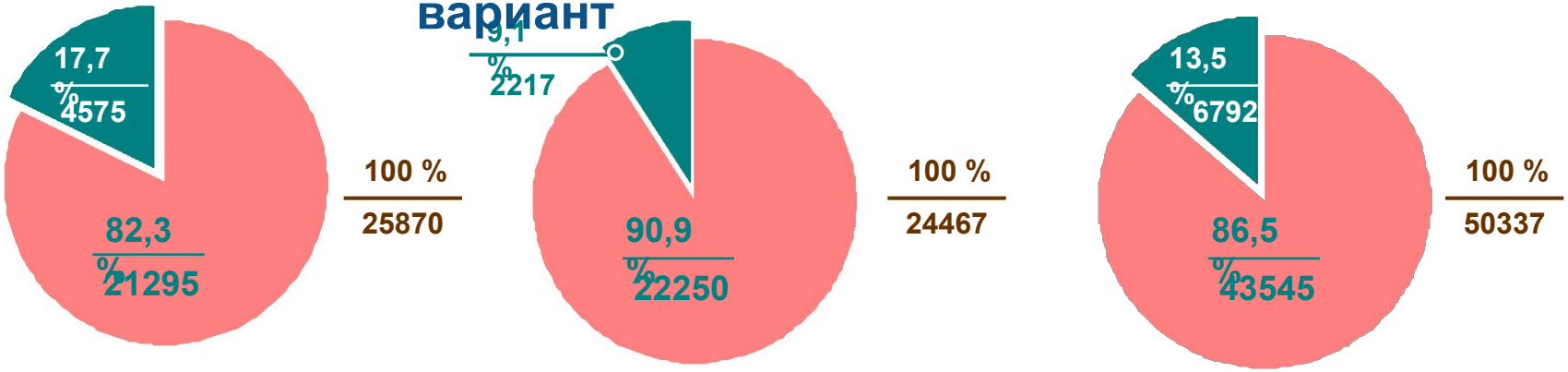
Вводы высокоэффективных угольных блоков

(МВт)

Базовый вариант



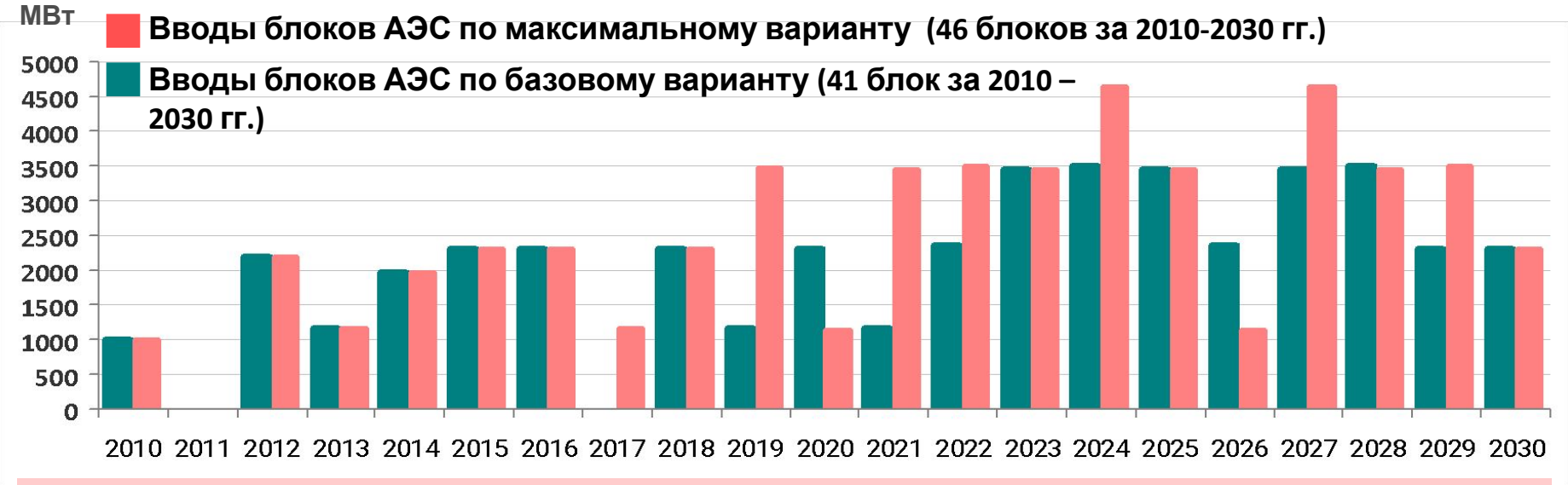
Максимальный вариант



Доля высокоэффективных угольных блоков ССКП от общих вводов угольных блоков

Доля остальных угольных блоков

Модернизация действующих и вводы новых энергоблоков АЭС



Модернизация действующих энергоблоков АЭС :

- продление на 15-25 лет срок эксплуатации 15 энергоблоков суммарной мощностью 13,5 ГВт
- реализация программы увеличения выработки электроэнергии и повышения КИУМ увеличит располагаемую мощность АЭС на 4,5 ГВт

Инновационное обновление отрасли:

- создание серийных атомных энергоблоков нового поколения
  - типового проекта АЭС нового поколения - АЭС-2006;
  - проекта прототипа коммерческого энергоблока БН-П4
- формирование новой технологической базы атомной энергетики на основе замкнутого топливного цикла с реакторными установками на быстрых нейтронах

Модернизация действующих и вводы новых гидроагрегатов ГЭС/ГАЭС

Инновационное обновление отрасли:

- 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 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

Демонстрационные проекты для ТЭС на природном газе

В 2010-2015 необходимо реализовать демонстрационные (пилотные) проекты :

- Разработка и освоение отечественных ГТУ мощностью 65-270-350 МВт и ПГУ на их основе с КПД 60%.

  Срок освоения – 2015 год

- Разработка и освоение модульных одновальных ПГУ-ТЭЦ мощностью 90 –100 –170 МВт и удельной выработкой на тепловом потреблении 1200 – 1500 кВтч/Гкал с коэффициентом использования топлива 85-86%.

  Срок освоения – 2015 год

- Разработка и освоение тепловых насосов и типовых технических решений по использованию возобновляемых источников низкопотенциального тепла с коэффициентом преобразования 4—5 в системах теплоснабжения;

  Срок освоения – 2012-2014 гг.

Барьеры и риски: Отсутствие госзаказа на создание демонстрационных проектов, низкая заинтересованность генерирующих компаний, недостаток финансирования.

Демонстрационные (пилотные) проекты чистых угольных технологий

В 2010-2015 г.г. необходимо реализовать демонстрационные (пилотные) проекты:

	Наименование технологии	Место внедрения	Срок освоения
1.	Угольный блок Nэл.=660 МВт на суперкритические параметры пара	Татауровская ГРЭС	2015
2.	Угольный блок Nэл.=330 МВт на суперкритические параметры пара	Алтайская КЭС	2015
4.	Современные технологии газоочистки по улавливанию SO2, NOx, золовых частиц для действующих угольных блоков 200-800 МВт (снижение NOx<200 мг/м3, SO2<200 мг/м3, зол. част. < 10-30 мг/м3)	Рефтинская ГРЭС, Троицкая ГРЭС, Новочеркасская ГРЭС, Черепетская ГРЭС, Каширская ГРЭС, Верхне-Тагильская ГРЭС	2015
5.	Угольный блок с ЦКС мощностью 330 МВт на СКД параметрах пара	Новочеркасская ГРЭС	2012
6.	Опытно-промышленная ПГУ с газификацией углей Nэл.=200 МВт для выработки электроэнергии и тепла	ТЭЦ-17 Мосэнерго	2016
7.	Опытно-промышленная ПГУ с газификацией углей Nэл.=20 МВт для выработки электроэнергии и тепла	Закамская ТЭЦ-5	2015
8.	Опытная энергетическая установка Nэл.=50 МВт с улавливанием CO2 из цикла и его последующим захоронением	На одной из ТЭС Поволжья, вблизи расположения нефтепромыслов	2015

Модернизация и техническое перевооружение устаревших угольных ТЭС

)* газ в структуре топлива отсутствует

Энергоблоки К-800-23,5; К-500-23,5; К-300-23,5)*	Повышение температуры пара до 565°С / 565°С. Модернизация основного и вспомогательного оборудования, совершенствование тепловой схемы, реконструкция котлов, повышение КПД до 41-42%. **Вариант** - замещение энергоблоками ССКП с КПД до 44%.
Энергоблоки К-200-12,8 ; ПСУ 150 МВт и ниже)*	Модернизация энергоблоков с повышением температуры пара до 565°С (при пылевидном сжигании) с КПД до 40-41%. **Варианты:** замещение энергоблоками ЦКС, КПД > 40%; замещение энергоблоками ССКП с КПД до 44%.
Оборудование ТЭЦ с давлением пара Рп = 12,8 МПа и ниже)*	Модернизация основного и вспомогательного оборудования, совершенствование тепловой схемы, и повышение КПД 40-41% в конденсационном режиме. **Вариант** – котлоагрегаты ЦКС с КПД 39-41%

Модернизация и техническое перевооружение устаревших угольных ТЭС

Предлагается поэтапная стратегия замещения морально устаревшего оборудования угольных ТЭС, в структуре топлива которых имеется газ

Энергоблоки К-300-23,5; К-200-12,8; ПСУ 150 МВт и ниже, в структуре топлива имеется газ	**I этап:** Замещение газовых ПСУ на ПГУ мощностью 400-450 МВт с КПД 51-57% (до 2020г.). **II этап:** Переход на ВЦГ и замещение прир. газа синтез-газом с КПД до 50-51% (после 2020 г.). **Вариант** - замещение энергоблоками СКП с КПД до 44%.
Оборудование ТЭЦ с давлением пара Рп = 12,8 МПа и ниже, в структуре топлива имеется газ	**I этап:** Замещение газовых ПСУ на ПГУ мощностью 100-170-325 МВт с КПД 51-53% в конденсационном режиме. **II этап:** Переход на ВЦГ и замещение природного газа синтез-газом с КПД 49-51 % в конденсационном режиме. **Вариант** - замещение энергоблоками ЦКС с КПД 39-41%.

Стандартизация и обогащение углей

Стандартизация и обогащение углей - необходимое условие перехода к чистым угольным технологиям и типизации проектов угольных электростанций

- Переход угольной промышленности на производство высококачественной угольной продукции на основе использования чистых угольных технологий;
- Повышение уровня и объемов переработки углей на основе использования эффективных технологий углеобогащения;
- Доведение качества угольной продукции по тепловому эквиваленту до уровня, сопоставимого с уровнем развитых угледобывающих стран.

Барьеры!

Отсутствие демонстрационных чистых угольных технологий, потребности и спроса генерирующих компаний на стандартные обогащённые угли, высокая их стоимость.

Теплоснабжение, развитие когенерации

Переход от раздельного производства электроэнергии, тепла и холода преимущественно к их когенерации и тригенерации: в настоящее время в 67 городах с населением свыше 100 тыс. человек теплоснабжение осуществляется только от котельных.

- перевод котельных в режим когенерации обеспечит рост производства электроэнергии до 300 млрд. кВтч при потенциале **500** млрд. кВтч;
- типовое решение – замена котельных на ГТУ-ТЭЦ и ПГУ-ТЭЦ в сочетании с тепловыми насосами, перевод существующих котельных в пиковый режим;
- модернизация систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) и тепловых сетей.

Развитие когенерации и тригенерации в городах позволит:

- повысить степень сбалансированности покрытия тепловых и электрических нагрузок в регионе;
- поднять коэффициент полезного использования тепла топлива до 85 %;
- вовлечь в теплоэнергетику местные виды топлива
- улучшить экологию городов и поселений.

Главный политический барьер:
ведомственная разобщенность крупной и муниципальной энергетики

Необходимо возложить на Минэнерго функции координации развития как «большой», так и муниципальной энергетики

Демонстрационные установки устройств управляемых линий электропередачи переменного тока (активно-адаптивной сети)

Вводы в 2010-2013 г.г.

- Устройство регулирования реактивной мощности СТАТКОМ, **50** МВар, 15,75 Кв. **Выборгский выпрямительно-инверторный комплекс 400/330 кВ**
- Замена синхронного компенсатора на статический компенсатор типа СТАТКОМ. **Подстанция 500 кВ Златоуст**
- Забайкальский преобразовательный комплекс несинхронного объединения ОЭС Сибири и ОЭС Востока (вставка) на базе СТАТКОМ`ов, **200** МВт (ВПТН-200). **ПС 220 кВ Могоча МЭС Си**бири
- Амурский преобразовательный комплекс несинхронной связи ОЭС Сибири и ОЭС Востока. Вставка постоянного тока. **Подстанция 220 кВ Хани**
- Управляемое устройство продольной компенсации. **Электропередача 500 кВ Саяно-Шушенская ГЭС– ПС Новокузнецкая**
- Фазоповоротное устройство (ФПУ) для связи ОЭС Урала и ОЭС Сибири. **Электропередача 220 кВ ПС Советско-Соснинская-Володино**
- Асинхронизированные компенсаторы реактивной мощности АСК **2х100** МВар. **Подстанция 500 кВ Бескудниково**

Демонстрационные ВТСП технологии и оборудование

СРОКИ РАЗРАБОТКИ 2010-2015 Г.Г.

- **Кабельная линия на базе высокотемпературной сверхпроводимости 20 кВ, 1,5 А (50 МВА) ПС 110/20 Кв Динамо, г. Москва**
  Эффект:
  Кратное увеличение передаваемой мощности, снижение в 4-6 раз потерь, пожаро- и взрывобезопасность

- **ВТСП трансформаторы в диапазоне мощности 1,6-20,0 МВа для распределительных ПС.**
  Эффект:
  Улучшение массо-габаритных характеристик, снижение потерь х.х. и к.з., увеличение мощности, широкое внедрение

- **ВТСП ограничитель токов к.з.**
  Эффект:
  Повышение системной надежности и надежности электроснабжения потребителей, широкое внедрение

- **Сверхпроводниковый (ВТСП) индукционный накопитель энергии (СПИНЭ) энергоёмкостью до 107 Дж.**
  Эффект:
  Повышение системной надежности и надежности электроснабжения ответственных потребителей, аккумулирование нестационарной электроэнергии ВИЭ

Барьеры:

Отсутствие госзаказа.

Развитие и модернизация электрических сетей

ПРЕДУСМАТРИВАЕМЫЕ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМОЙ МЕРОПРИЯТИЯ:

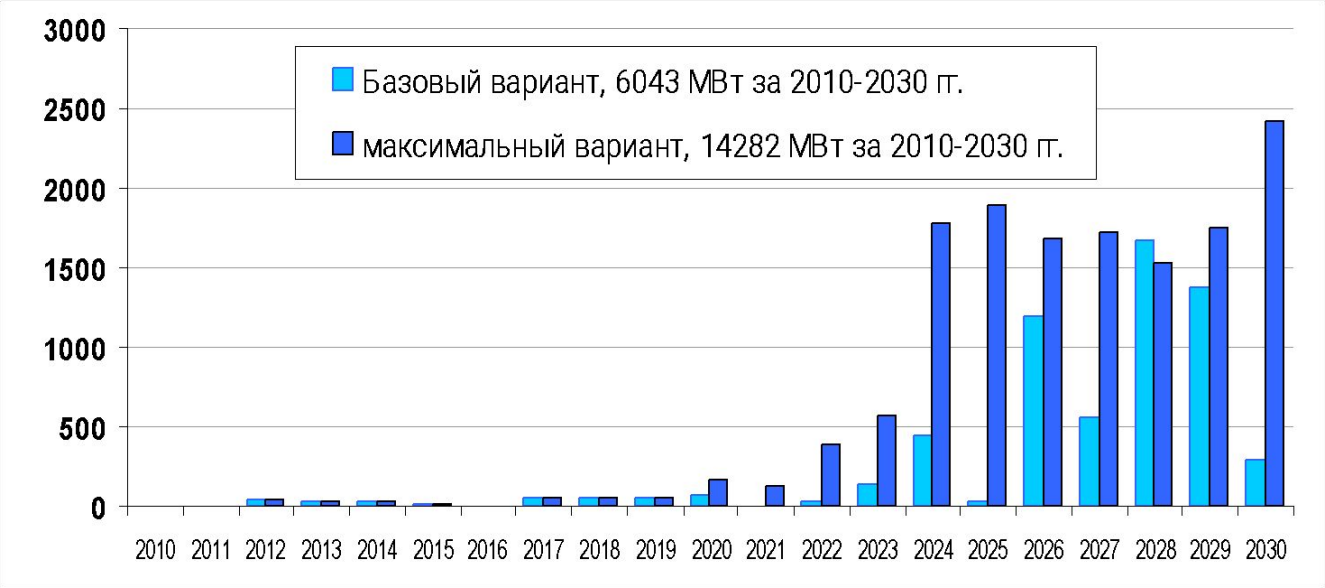
- развитие и модернизация системообразующих и распределительных электрических сетей переменного и постоянного тока,
- освоение устройств векторного регулирования управляемых системообразующих и распределительных сетей,
- освоение новых технологий и оборудования на основе ВТСП,
- сокращение плеч доставки электроэнергии в центры потребления за счёт создания локальных приближенных к потребителям источников,
- значительные инвестиции в системы учета

создают предпосылки к практическому освоению активно-адаптивных сетей (SMART GRIDS) и переходу к новому техническому уровню электрических сетей.

Это позволит обеспечить достижение предусмотренных в Энергетической стратегии до 2030 г. показателей по надёжности и эффективности и, в частности, заданного уровня потерь электроэнергии и мощности в электрических сетях (8%).

Возобновляемые источники энергии: вводы и демонстрационные проекты

Вводы нетрадиционной энергетики



Демонстрационные проекты

2012 г.

Использование энергии ветра. Дальневосточная ветроэлектростанция на островах Русский и Попова. Установленная мощность - 36 МВт, Выработка до 90 млн. кВтч

2013 г.

Геотермальная энергетика. Увеличение мощности Мутновской ГеоЭС на 12 МВт за счет использования вторичного тепла. Ожидаемая выработка – 91 млн. кВтч

2014 г.

Использование энергии приливов. Северная приливная станция, мощность 12 МВт, среднегодовая выработка -18,8 млн. кВтч

ДПМ и модернизация

В договорах предоставления мощности в период с 2010 по 2019 г.г. генерирующие компании планируют модернизацию действующих ТЭС и ввод новой мощности в объёме 24,1 ГВт.

На газе:

Ввод 66 парогазовых блоков на 54 ТЭС суммарной мощностью 19,0 ГВт, в том числе:

- 22 блока на 17 КЭС суммарной мощностью 9,0 ГВт;
- 44 блока на 37 ТЭЦ суммарной мощностью 10,0 ГВт. Из них:
- 23 современных ПГУ-400/420 суммарной мощностью 9,3 ГВт на 17 ТЭС, в т.ч. 6,8 ГВт – на КЭС и 2,5 ГВт – на ТЭЦ.

Риски!

63% новых мощностей на газе планируется на базе иностранного оборудования

На твёрдом топливе:

Ввод 20 новых энергоблоков на 12 угольных ТЭС суммарной мощностью 3,8 ГВт и 10 турбин суммарной мощностью 623 МВт на 7 угольных ТЭЦ.

Барьеры!

Отсутствие в отечественном энергомашиностроении современных экологически чистых угольных технологий.

В ряде проектов ДПМ планируется использовать устаревшие технологии!

Потенциал отечественного энергомашиностроения

Виды продукции	Среднегодовое производство, 2006-2008 гг.	Производственная мощность
Котлы паровые свыше 10 т.пара/ч	2260	8307
Турбины паровые, МВт	2360	7929
Турбины газовые, МВт	1960	2628 (20 % потребности)
Турбины гидравлические, МВт	1920	2800 (оценка)

1. **Располагаемый в настоящее время суммарный потенциал предприятий составляет 5 – 6 ГВт в год, что не обеспечивает потребности электроэнергетики в оборудовании для нового строительства и технического перевооружения действующих электростанций**
2. **При этом производственные мощности предприятий энергомашиностроения недоиспользованы**
3. **Выпускаемое оборудование требует повышения технического уровня по показателям энергоэффективности и надежности, соответствующего лучшим зарубежным образцам**

В 2010-2015 г.г. необходимо освоить новые технологии и реализовать демонстрационные (пилотные) проекты

Барьеры!

Слабая производственно-технологическая база, отсутствие необходимого финансирования, проблемы кадрового обеспечения.

Барьеры и риски - проектная деятельность

В настоящее время упущена работа в области научно-технического и проектного обеспечения эксплуатации и развития электростанций и сетей на отраслевом уровне. Отечественные проекты по высокоэффективным ПГУ (КПД – 57-60%), энергоблокам ССКП, газификации и другим отсутствуют. Типовые проекты с использованием новых технологий отсутствуют.

Эти направления требуют усилий со стороны Министерства в целенаправленном использовании НИИ и проектных организаций для получения полной ясности в потребности и техническом уровне оборудования для целей модернизации электроэнергетики, в необходимых капиталовложениях, сроках реализации поставленных руководством страны задач, в том числе:

- **Восстановление и развитие системы типового проектирования в генерации и электрических сетях;**
- **Применение в проектах новейших технологий, минимизация, модульные поставки и унификация совместно с заводами – изготовителями типоразмерного ряда оборудования и проектов на его основе;**
- **Опережающее задельное проектирование новых энергообъектов и действующих энергообъектов, подлежащих техническому перевооружению и реконструкции;**
- **Проектное обоснование программы поставок отечественного и зарубежного оборудования для нового строительства и технического перевооружения электростанций и сетей;**
- **Проектное обоснование прогрессивной динамики показателей энергоэффективности электроэнергетики с учётом индикаторов Энергетической Стратегии России до 2030 г.**

Государство и инновации - механизмы

ПРОТОКОЛ
заседания Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 03 августа 2010 года № 4

УТВЕРЖДЕНЫ:

Положение о порядке мониторинга разработки программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием…
рекомендации по разработке программ инновационного развития…
перечень акционерных обществ с государственным участием …, разрабатывающих программы инновационного развития.
порядок формирования перечня технологических платформ.

…

ПОРУЧЕНО Минэкономразвития РФ … подготовить и внести в Комиссию…графики принятия программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием …
Срок – 1 февраля 2011 г.

В соответствии с порядком формирования перечня технологических платформ Федеральные органы исполнительной власти оказывают институциональную, организационную и консультационную поддержку деятельности технологических платформ, включенных в перечень.

Спасибо за внимание !