



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

**Риски  
инновационного  
развития  
электроэнергетики  
в период до 2030 г.**

13 октября 2010 г.



**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  $\geq 96\%$ , 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).

## 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 истощения 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.

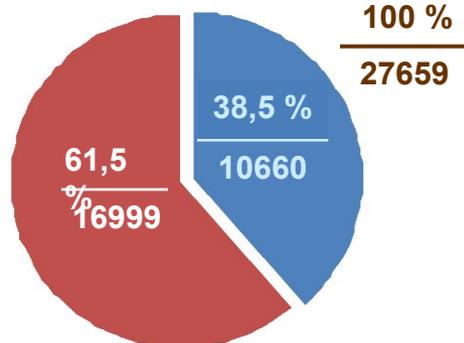
**Модернизация электроэнергетики - крупная и сложная технологическая проблема, которая потребует участия государства в решении ряда неотложных задач:**

- 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

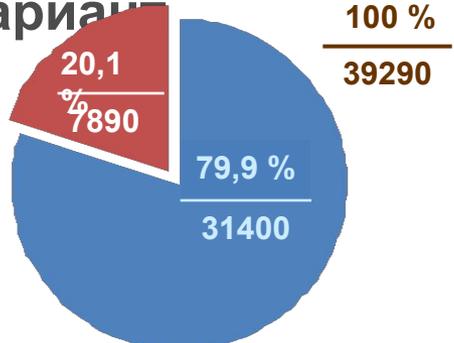
- Развитие за счёт ввода новых крупных системообразующих ТЭС, ГЭС и АЭС, в том числе (**max** вариант): ПГУ на природном газе мощностью **420** МВт и выше - **108** единиц; угольные энергоблоки на суперсверхкритические параметры пара единичной мощностью **330** МВт и выше - **76** единиц; энергоблоки 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, 6xВЛ 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

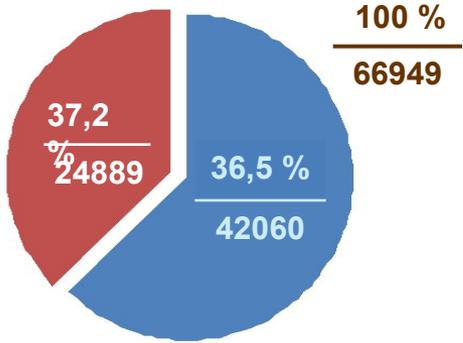
2010-2020 гг.



2021-2030  
Базовый вариант

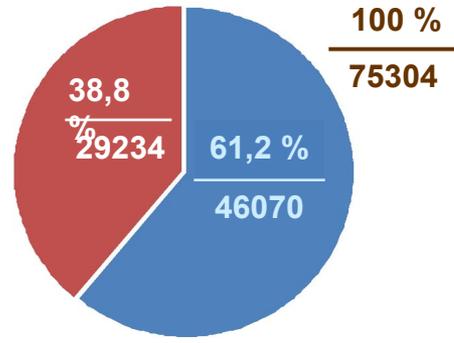
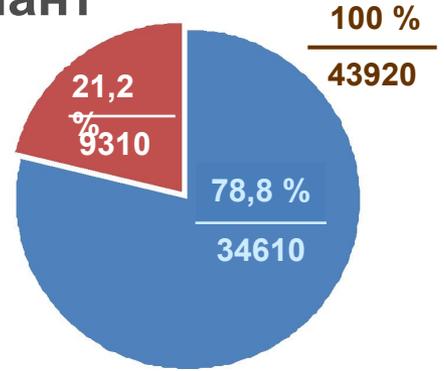
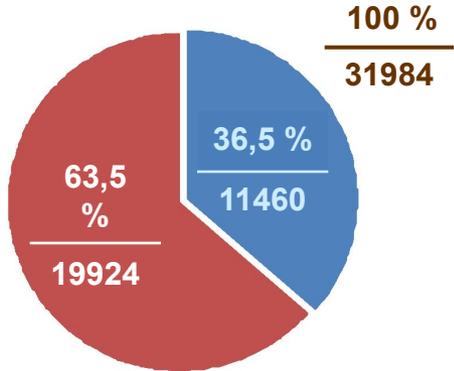


2010-2030 гг.



(МВт)

Максимальный вариант

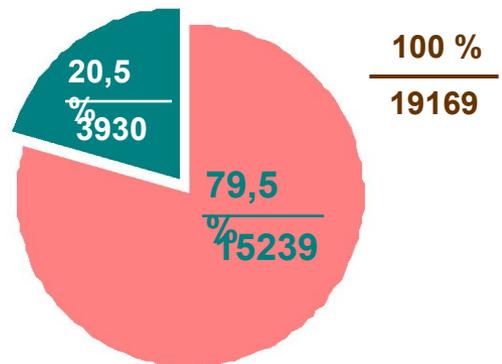


- доля высокоэффективных ПГУ с КПД 57-60 % в общем объеме вводов ПГУ
- доля ПГУ на отечественных газовых турбинах с КПД 50-51%

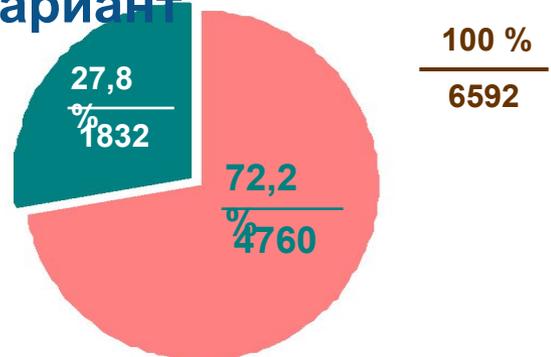
# Вводы высокоэффективных угольных блоков

(МВт)

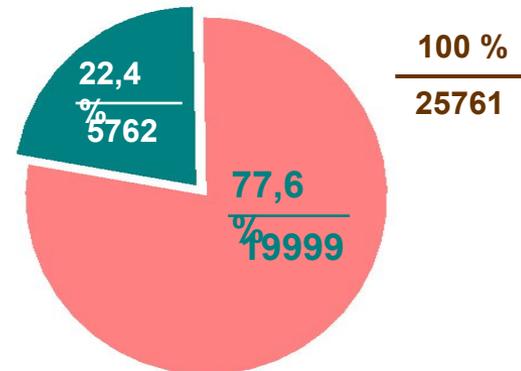
2010-2020  
гг.



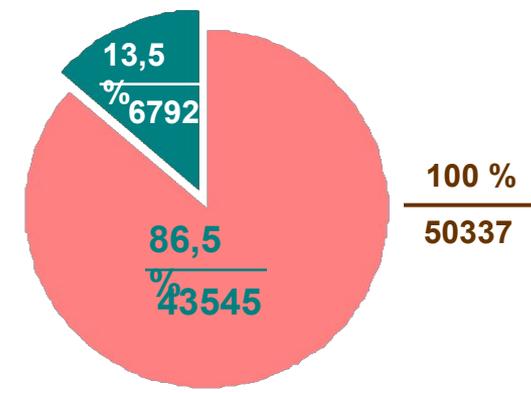
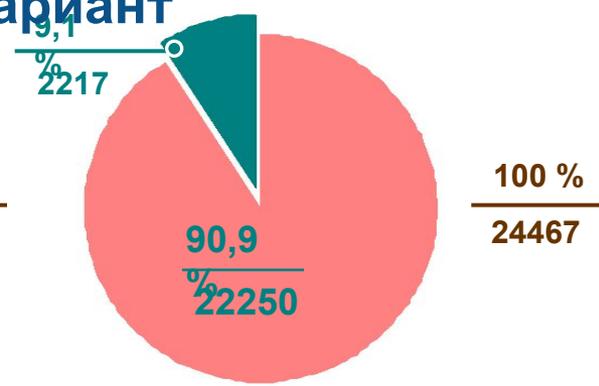
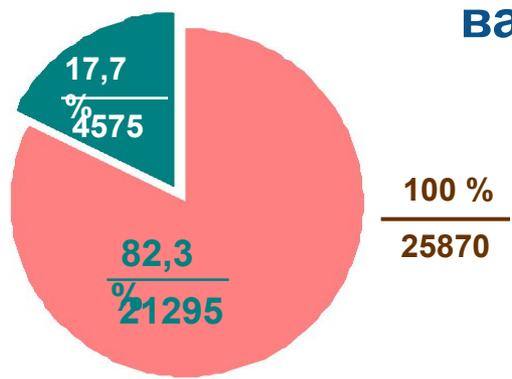
2021-2030  
**Базовый вариант**



2010-2030  
гг.

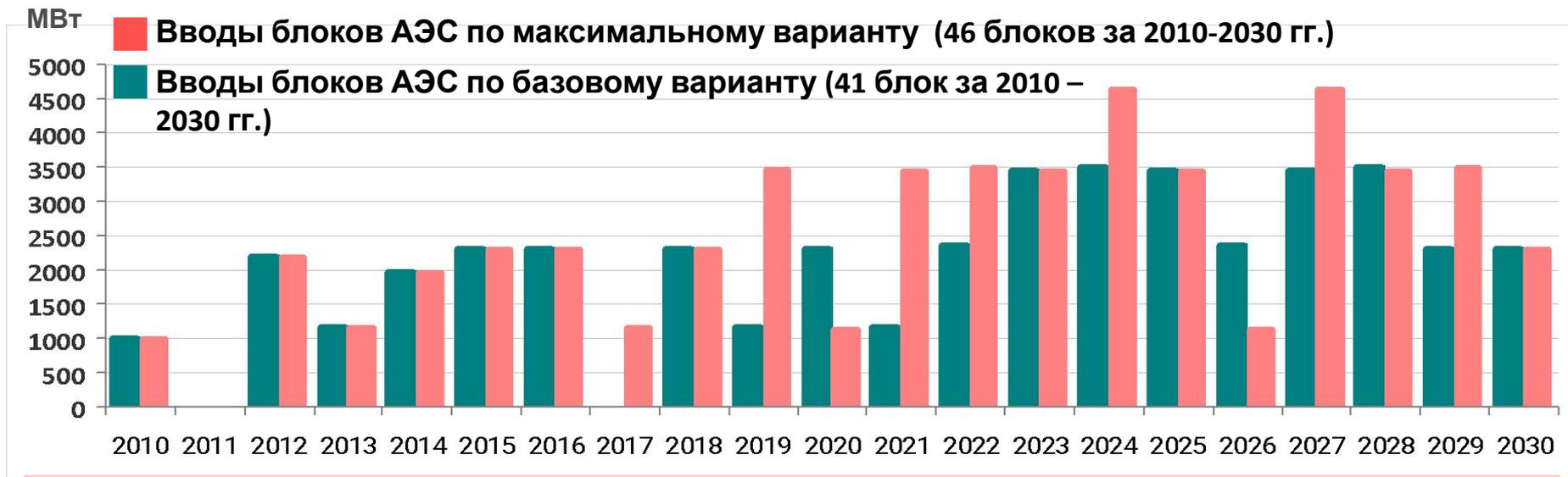


**Максимальный вариант**



- 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

**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.**

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

Наименование технологии	Место внедрения	Срок освоения
1. Угольный блок Нэл.=660 МВт на суперкритические параметры пара	Татауровская ГРЭС	2015
2. Угольный блок Нэл.=330 МВт на суперкритические параметры пара	Алтайская КЭС	2015
4. Современные технологии газоочистки по улавливанию SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , золовых частиц для действующих угольных блоков 200-800 МВт (снижение NO <sub>x</sub> <200 мг/м <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> <200 мг/м <sup>3</sup> , зол. част. < 10-30 мг/м <sup>3</sup> )	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 Нэл.=200 МВт для выработки электроэнергии и тепла	ТЭЦ-17 Мосэнерго	2016
7. Опытно-промышленная ПГУ с газификацией углей Нэл.=20 МВт для выработки электроэнергии и тепла	Закамская ТЭЦ-5	2015
8. Опытная энергетическая установка Нэл.=50 МВт с улавливанием CO <sub>2</sub> из цикла и его последующим захоронением	На одной из ТЭС Поволжья, вблизи расположения нефтепромыслов	2015

)\* газ в структуре топлива отсутствует

**Энергоблоки  
К-800-23,5;  
К-500-23,5;  
К-300-23,5 )\***

Повышение температуры пара до 565°C / 565°C. 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°C (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%

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 ТЭС с  
давлением пара  $P_p =$   
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 - необходимое условие перехода к чистым угольным технологиям и типизации

- Повышение уровня чистоты угольной продукции 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.**

**Переход от отдельного 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**

## 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 Сибири**
- 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 **2x100** МВар. **Подстанция 500 кВ Бескудниково**

## 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, аккумулярование нестационарной электроэнергии ВИЭ

**Барьеры:**  
**Отсутствие госзаказа.**

## ПРЕДУСМАТРИВАЕМЫЕ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМОЙ МЕРОПРИЯТИЯ:

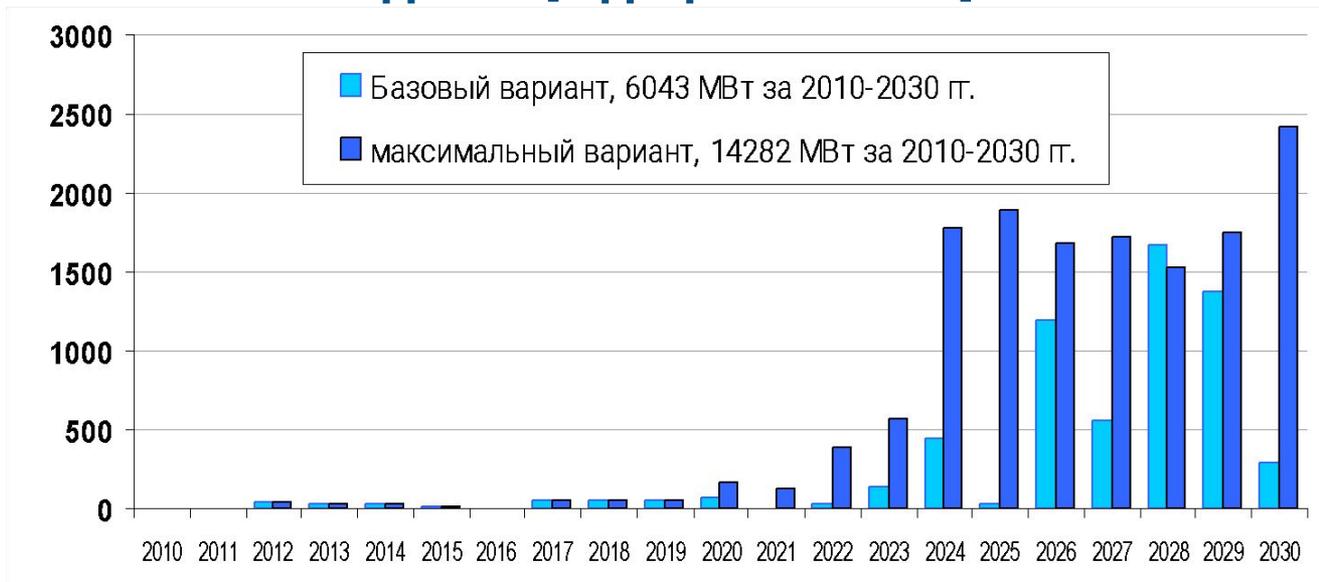
- развитие и модернизация системообразующих и распределительных электрических сетей переменного и постоянного тока,
- освоение устройств векторного регулирования управляемых системообразующих и распределительных сетей,
- освоение новых технологий и оборудования на основе ВТСП,
- сокращение плеч доставки 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%).**



## 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

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!**



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.**

**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.

## 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 !**