



Перспективы разработки конкурентоспособных отечественных ГТУ большой и средней мощности

Петреня Юрий Кириллович

Совет РАН по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации «Переход к экологически чистой энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии»

Тема “Развитие газотурбинных технологий в России”

27 сентября 2018 года
Москва

Газовая электрогенерация в РФ и крупнейших странах мира

Статус и перспективы развития ГТУ и ПГУ в мире

Зарубежные ГТУ в энергетике РФ, статус их локализации

Опыт развития отечественных больших ГТУ (*ЛМЗ, СМ*)

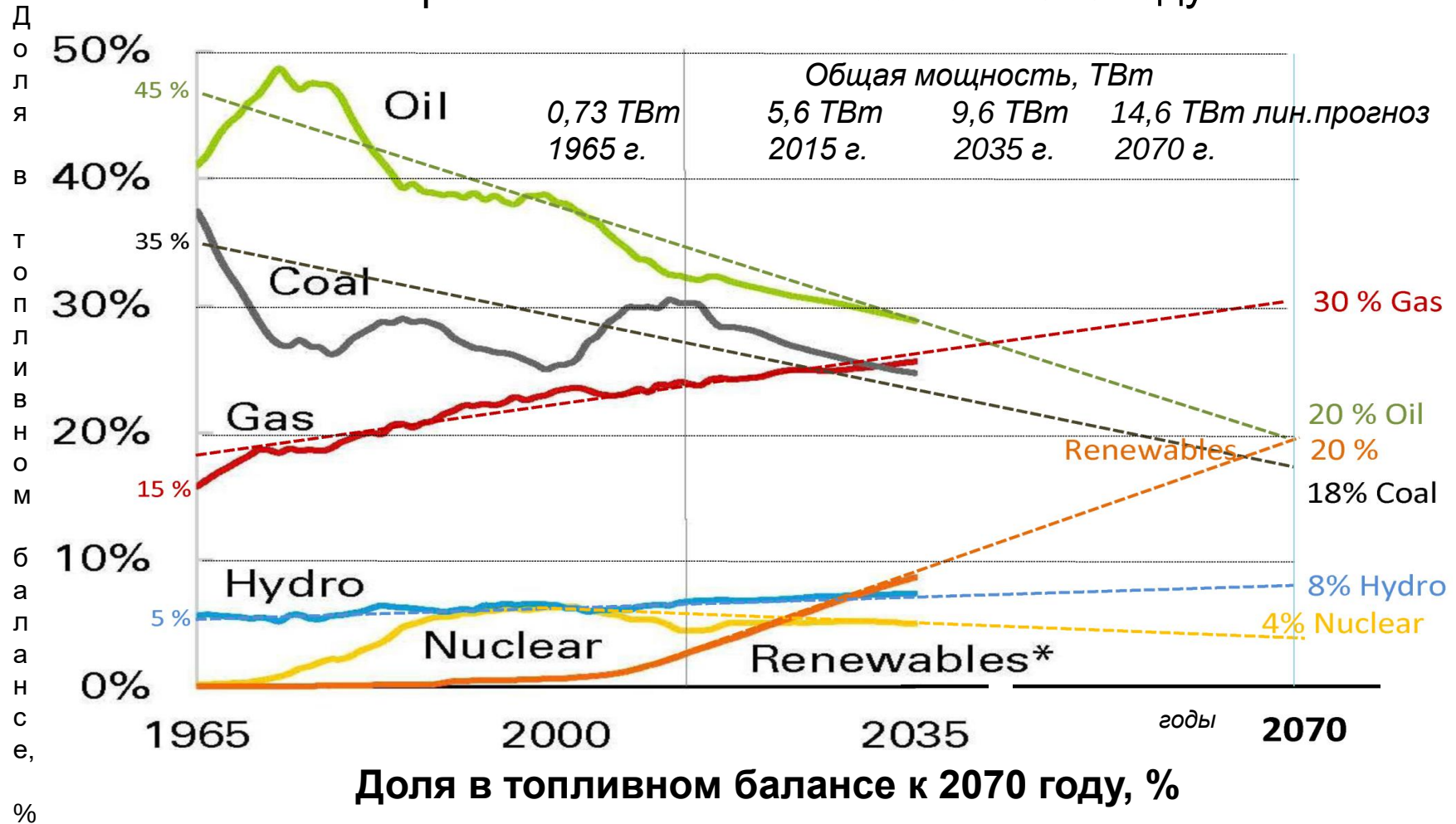
Импортозамещающее производство ГТУ 60-80, 160-180 МВт

Производственные и стендовые возможности СМ, кооперация по большим ГТУ

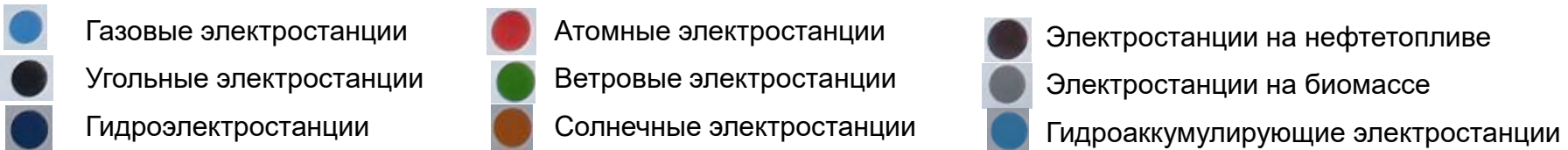
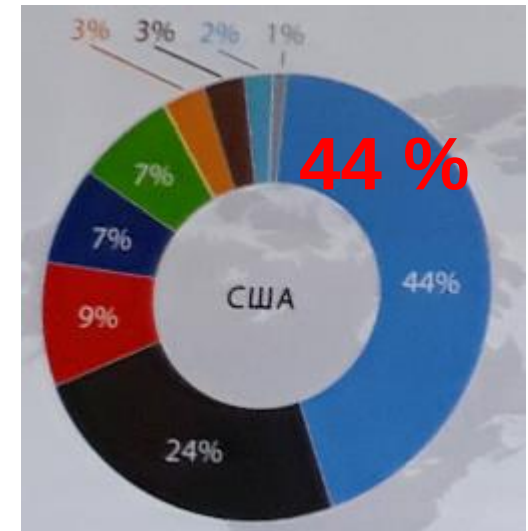
Развитие в РФ собственных компетенций и устранение разрывов с зарубежными производителями по большим ГТУ



Линейный прогноз доли видов генерации в мировом топливном балансе к 2070 году



Структура электрогенерации в РФ и крупнейших странах мира по установленной мощности (2017 г.)



- Газ занимает доминирующую роль в электроэнергетике РФ
- Доля газа не м.б замещена возобновляемыми источниками или другими способами выработки электроэнергии в обозримой перспективе 50-70 лет
- Доля газа по мере истощения природных источников может наращиваться путем газификации углей и отходов



2018 г. - 12 % энергетики РФ на базе зарубежных ГТ большой мощности

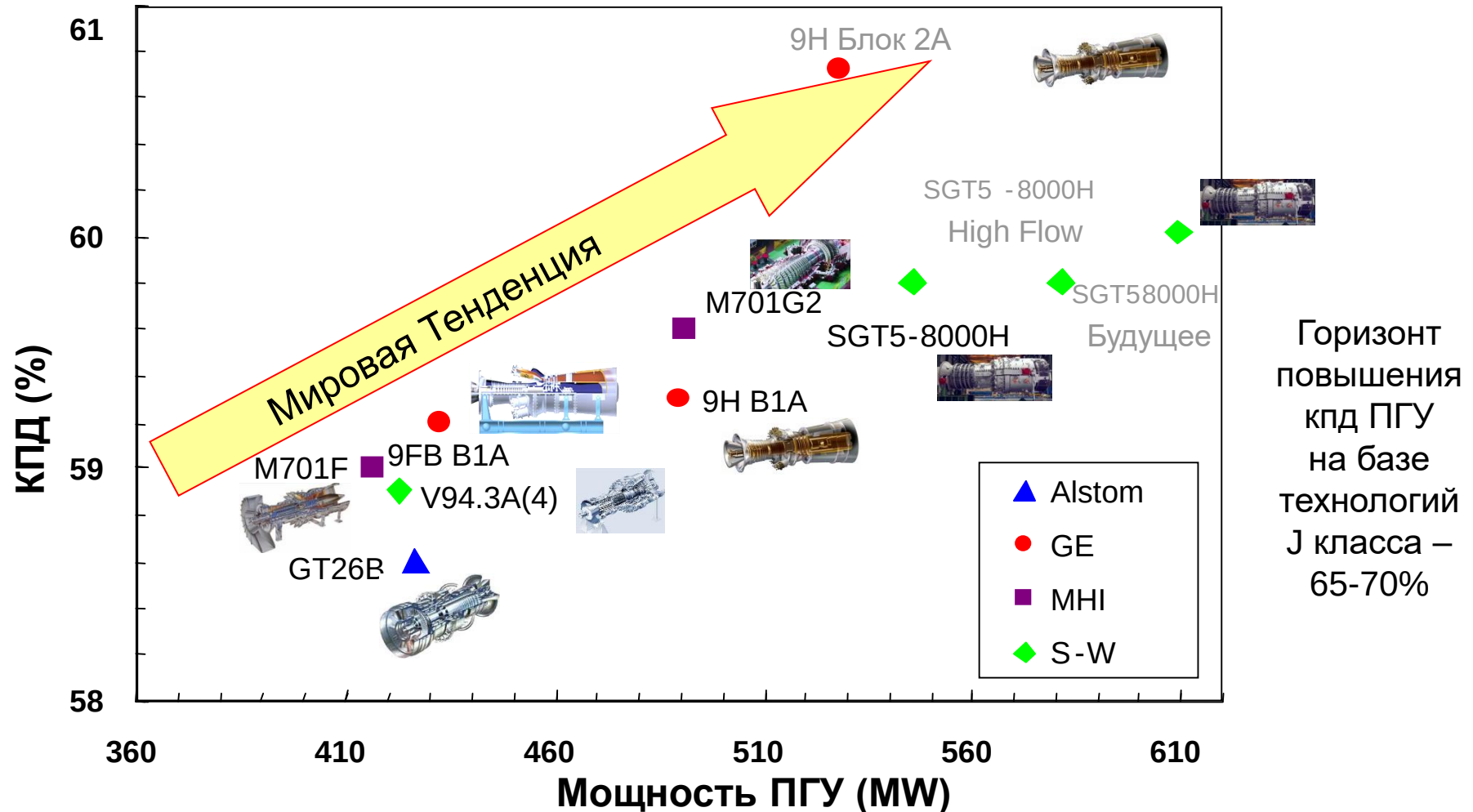
Реализация программы ДПМ фактически привела к вытеснению отечественных производителей и доминированию зарубежных производителей больших ГТ (GE, Сименс)



- Локализация компонентов горячего тракта
 - Локализация САУ
 - Инжиниринг (КБ), экспериментальная стендовая база, вовлечение научных организаций и университетов РФ
 - Локализация не охватывает вспомогательное оборудование ГТУ (*маслосистема, топливная система, КИП и др.*)
 - Ограничения экспортного контроля США и Евросоюза по технологиям (*передовые технологии компонентов горячего тракта и т.п.*)
 - Санкции, риски отзыва разрешений и лицензий
- Отсутствие локализации ключевых газотурбинных технологий горячего тракта и САУ создает риски энергобезопасности
 - Зарубежные компании контролируют сервис ГТУ и ПГУ



Статус и перспективы развития ГТУ и ПГУ в мире

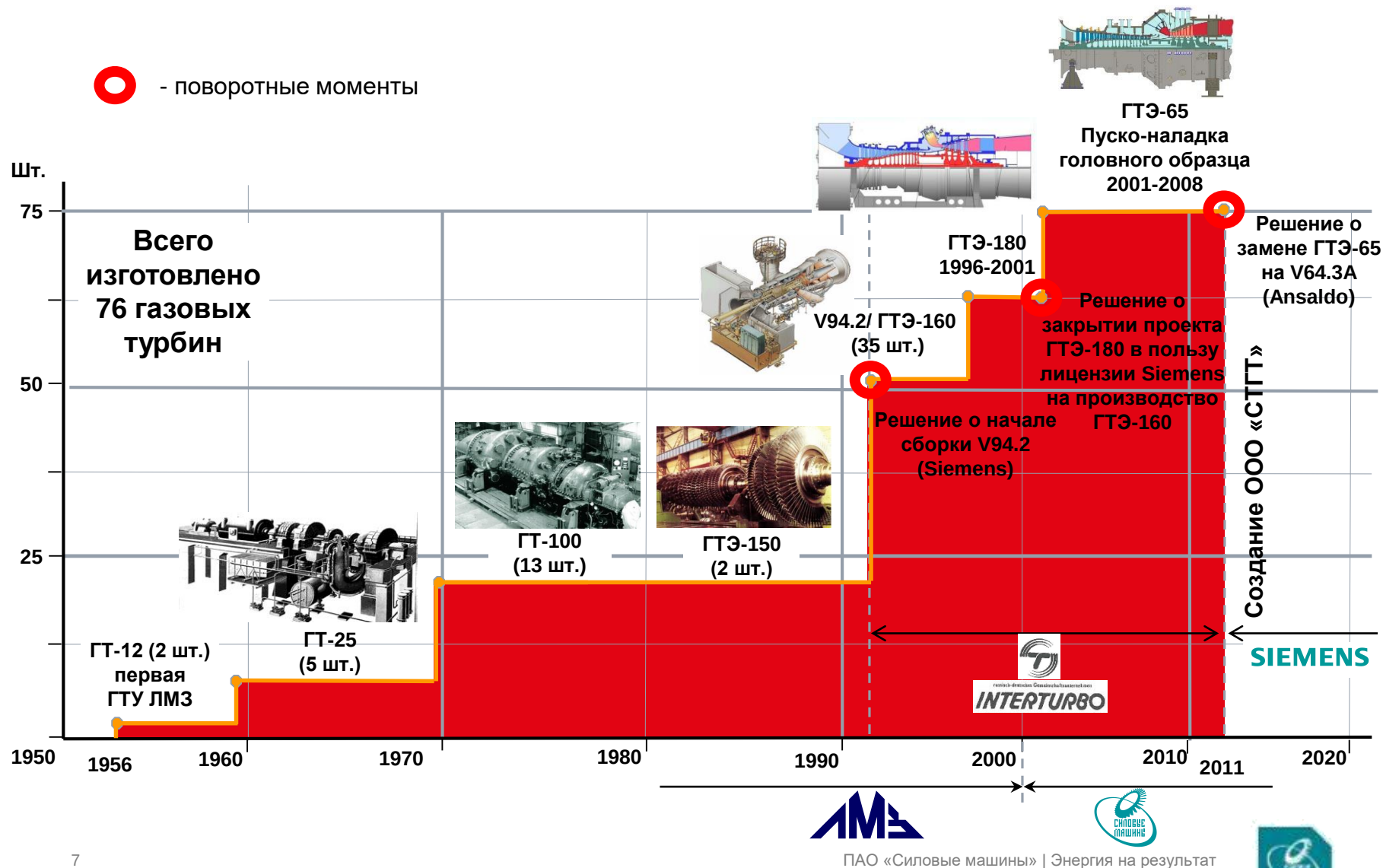


Увеличение мощности и кпд - тенденция развития газотурбинных технологий



Опыт газотурбостроения ЛМЗ / Силовые Машины

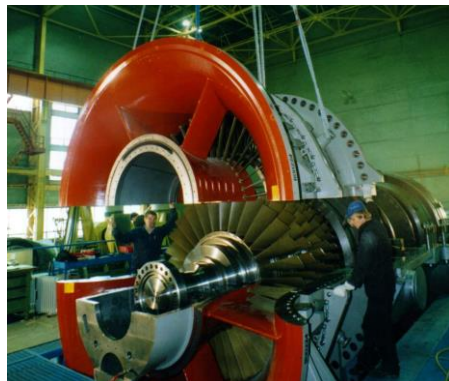
 - поворотные моменты



Современный опыт развития отечественных больших газовых турбин

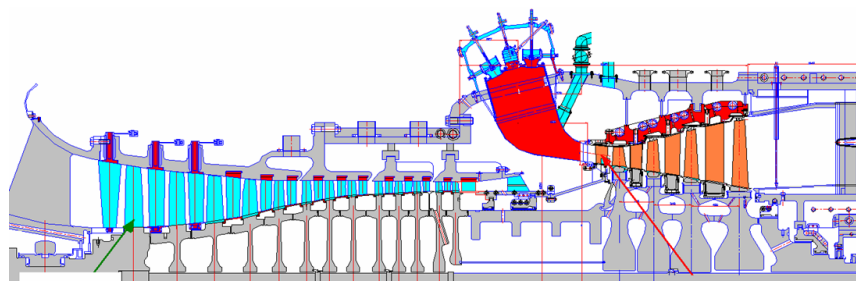
СМ (ЛМЗ)

Лицензия Сименс 2001-2011 гг.



ГТЭ-160 (на базе V94.2)
N = 157 МВт КПД = 34,4%
Изготовлено 35 шт.

ГТЭ-180 ЛМЗ–Авиадвигатель Проект 2002-2003 гг.



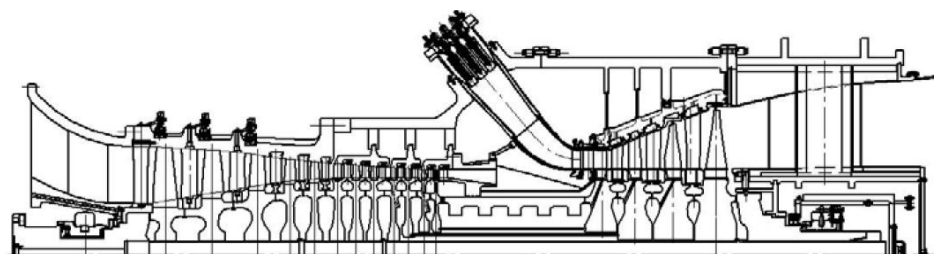
N = 180 МВт КПД = 36,5%

ГТЭ-65 2005 – 2012 гг.
Головной образец СМ, ТЭЦ-9 Мосэнерго (исп.)



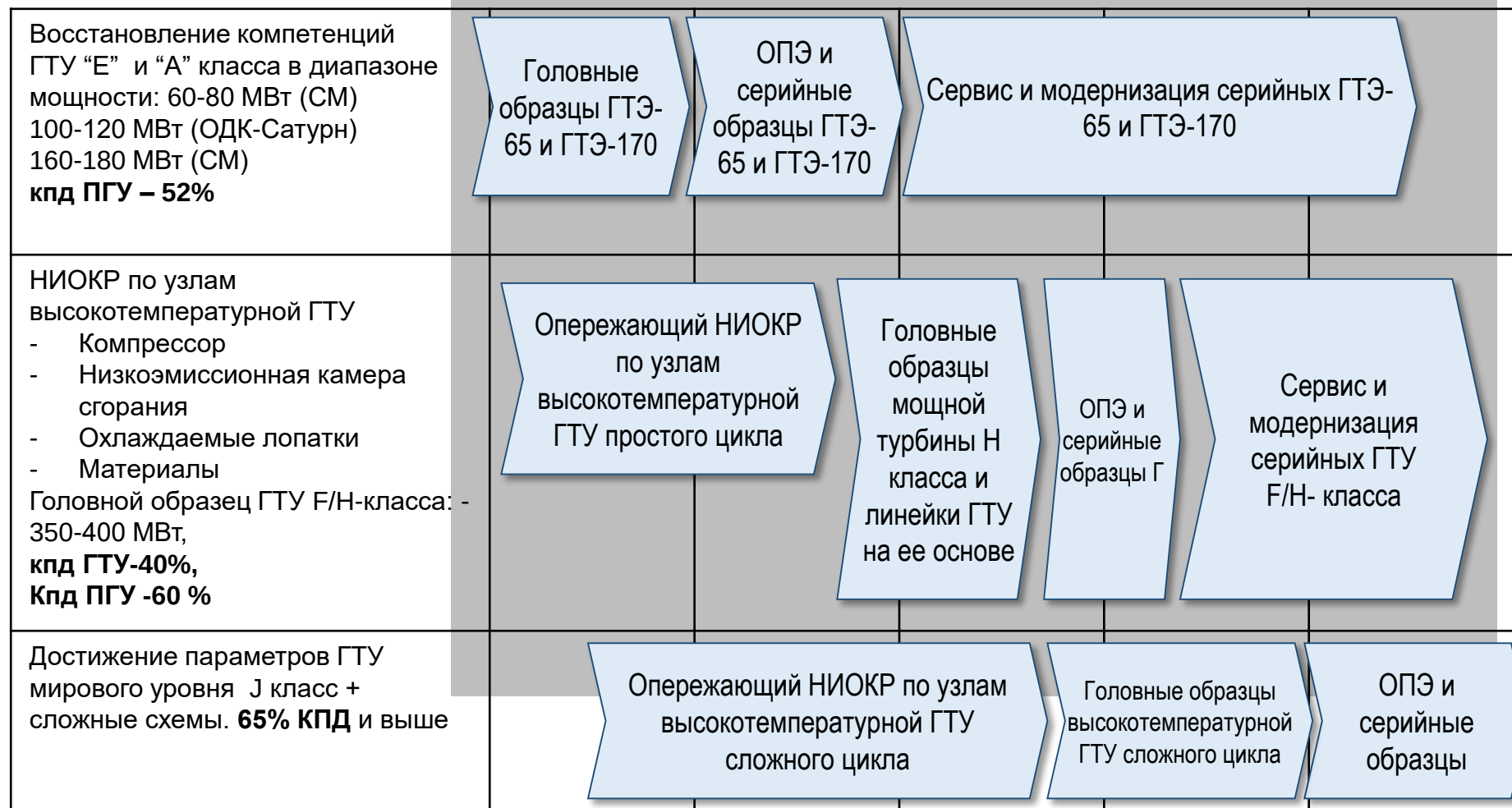
N = 61,5 МВт КПД = 35,2%

Эскизный проект ГТЭ-300, 2010 -2011 гг.



N - 334 МВт, КПД – 40%, КПД ПГУ – 59.9%

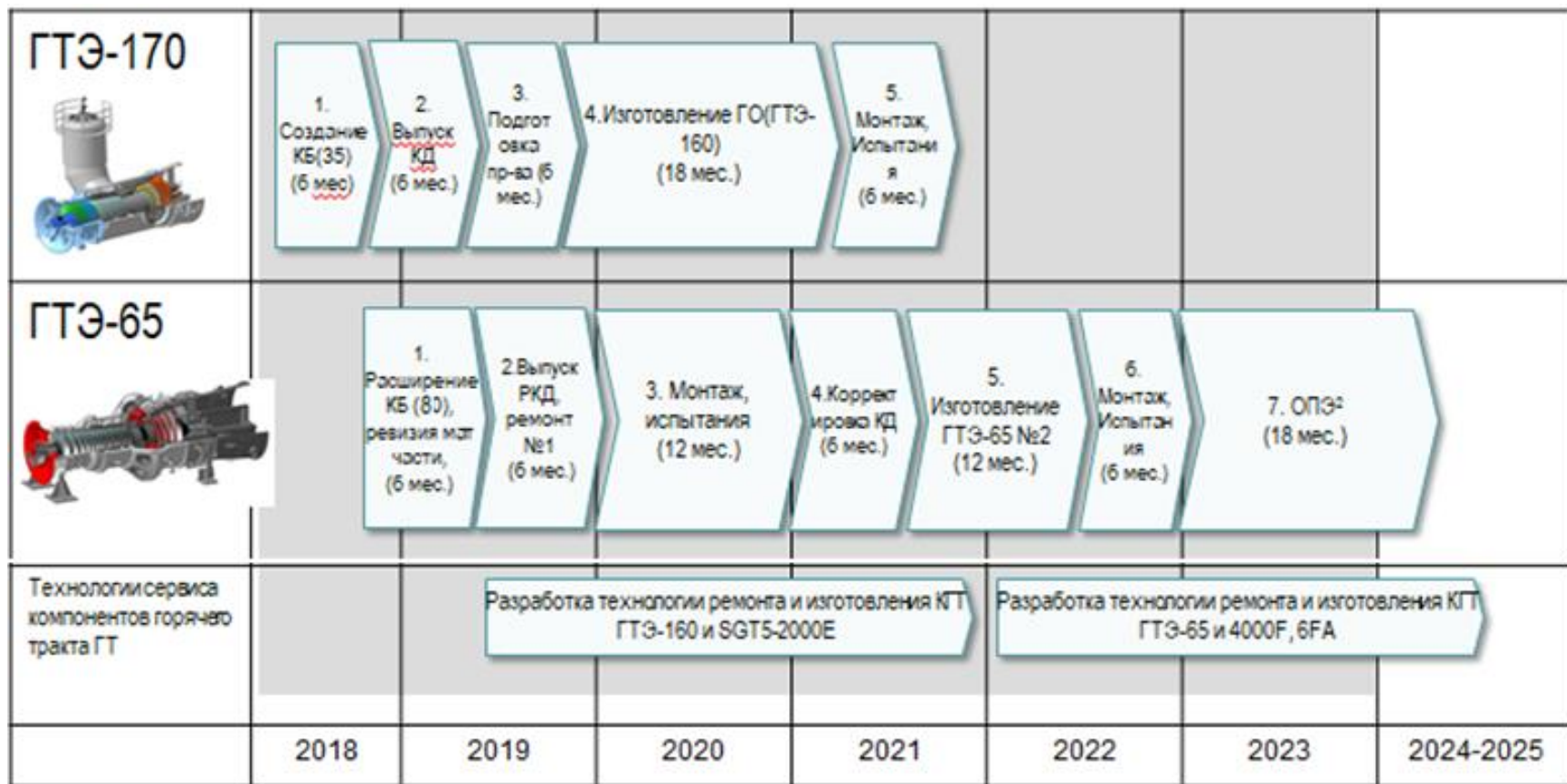
Дорожная карта по развитию в РФ собственных компетенций по большим газовым турбинам



- В рамках 3-х летнего планирования возможно восстановить компетенции по ГТУ Е - класса
- Сокращение разрыва м.б. только при условии долгосрочной программы НИОКР и тесной кооперации с ОДК, отраслевыми институтами и научными организациями РАН



Импортозамещающее производство газовых турбин 60-80, 160-180 МВт

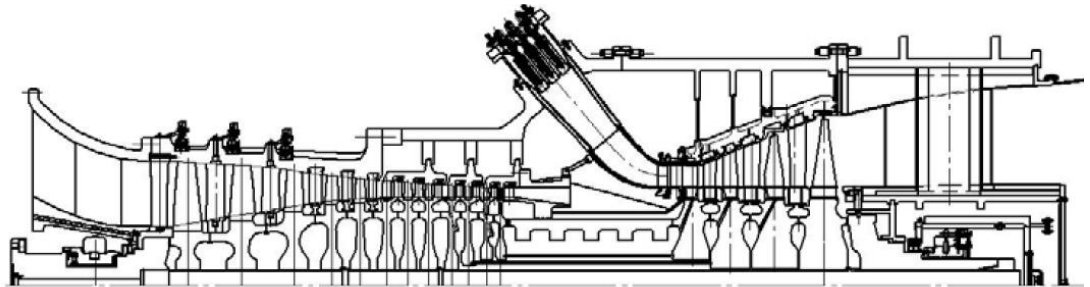


- Для задач программы ДПМ-штрих в течение 3-х лет будут созданы ГТЭ-65 и ГТЭ-170
- К 2024 г. выпуск серийных образцов с дальнейшей модернизацией в т.ч. рамках сервисного обслуживания при ремонтах КГТ



Эскизный проект ГТЭ-300

- Компрессор 11 ступеней на расход 780 кг/сек и степень сжатия – 18.5 (Проект СНТК Кузнецова)
- Турбина 4 ступенчатая с Твхода (в горле СА) – 1360-1370 °С
- Лопатки турбины 1-2 ступени – монокристаллические
- Длина рабочей лопатки 4 ступени – 780 мм – направл. кристаллизации
- Камера сгорания трубчатая – 20 жаровых труб



Мощность 334 МВт, КПД ГТУ- 39.9%,
ПГУ – 58.5 %

Положительные экспертные заключения ЦИАМ, ВТИ , ЦКТИ

Ключевые НИОКР

- Испытания модельного компрессора в масштабе 1:4 на стенде ЦИАМ
- Испытания и доводка натурной камеры сгорания, включая натурные Пк – стенд ЛМЗ, ЦИАМ
- Испытания охлаждаемых лопаток
- Испытания материалов и формирование базы данных по служебным свойствам материалам
- Отработка технологий изготовления лопаток турбины и крупногабаритных заготовок ротора

- Эскизный проект ГТЭ-300 может служить отправной точкой при формировании программы НИОКР и в качестве прототипа отечественной сверхмощной ГТУ



Стендово-экспериментальная база СМ для газовых турбин

Стенд огневых испытаний камер сгорания

Основные параметры при полной мощности:

- давление- до 9 кг/см² ; температура воздуха – до 700 °С, газа – до 1500 °С .
- Измерение полей температур и давлений с помощью турели (ЦИАМ).
- АИС с общим количеством каналов 660.



Стенд применяется для отработки горелочных устройств и отсеков камер сгорания ГТЭ-65 и ГТЭ-170 на частичных режимах

Опыт СМ по разработке и стендовым испытаниям ГТЭ-65

Модельные испытания основных узлов ГТЭ-65, 2006-2008 гг



Испытания модельного 6-ти ступенчатого отсека компрессора на стенде ЦКТИ



Испытания сектора кольцевой камеры сгорания на стенде
ПАО СМ и ГП Ивченко прогресс



Испытания охлаждаемых лопаток 1-2 ступени на стенде ЦКТИ



Оснащение измерительными датчиками
узлов компрессора, КС и турбины в
составе ГО ГТЭ-65 на ТЭЦ-9

Производственные возможности СМ для газовых турбин



Токарная обработка роторов (Вальдех)



Продольно фрезерный корпус (Лине)



Токарно расточной корпуса (Иночетти)



Токарно карусельный корпуса (Скид)



Портально-фрезерный (Gantry)



Печь с выкатным полом



Стенд вертикальной сборки роторов



Вакуумный стенд динамической балансировки роторов (Шенк)



Изготовление лопаток (обрабатывающие центры)



Измерительная система лазерный трекер



Сборка камер сгорания

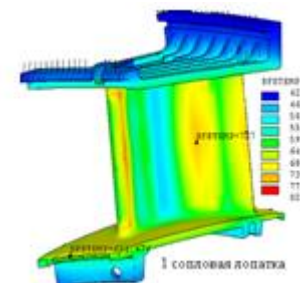
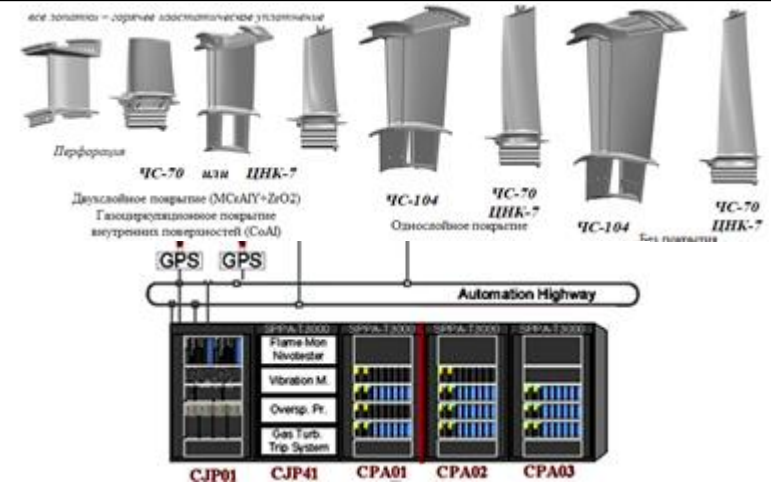


Стенд горизонтальной сборки ГТ

- Существующий станочный парк позволяет выполнять большинство операций изготовления больших газовых турбин
- Требуется дооснащение отдельными уникальными станками в т.ч. по протяжке пазов в дисках и нарезке хиртов

Кооперация при создании больших газовых турбин

- Компоненты горячего тракта по технологиям, освоенным в ОДК
- САУ ГТУ и ПГУ включая систему мониторинга и диагностики в кооперации с ведущим отечественным производителем
- Крупногабаритные поковки ротора в кооперации с ОМЗ-Спецсталь
- Отливки корпусных деталей в кооперации с ОМЗ-Спецсталь, Петрозаводскмаш
- НИОКР и стендовые испытания в кооперации с ОДК-Авиадвигатель, ЦИАМ, ЦКТИ и ВТИ, институтами РАН, университетами СПбПУ, УГАТУ и др.



Концепция электростанции 21-го века *(проект США)*

Электростанция модульного типа, различные энерготехнологии, мультитопливная, практически без выбросов, стоимость электричества, отвечающая рыночным требованиям

уголь	>60%
газ	>75%
комбинированная выработка тепла & электроэнергии	75-80% терм

Традиционные моноцелевые электростанции - электроэнергия+тепло

Многоцелевая электростанция 21-го века –

электричество, тепло, жидкие топлива, химикаты, водород,

многотопливная –

уголь, природный газ, биомассу, нефтяной кокс, коммунальные отходы.

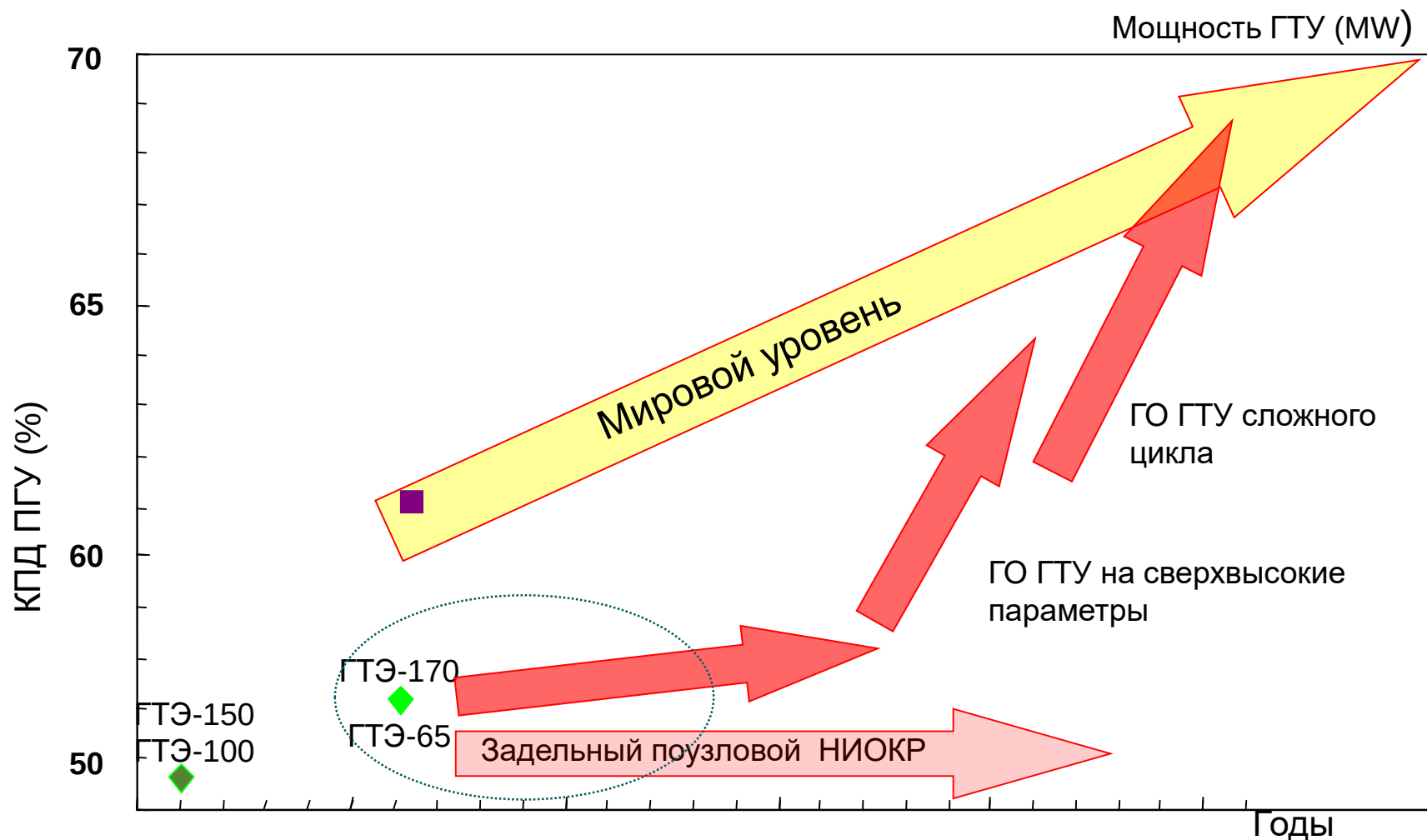
Газовые турбины (1650-1700 °C), в т. ч. использующие водород, керамические турбины

USC и A-USC паровые турбины (704 и 760 °C)

If successful, could revolutionize the power and fuels industry within the next 15 years



О стратегии развития отечественных ГТУ и ПГУ



Опережающие поузловые НИОКР с использованием результатов при создании высокотемпературных ГТУ простого и сложного циклов



- Электрогенерация на газовом топливе на базе газотурбинных технологий останется одним из основных видов генерации в России и в мире в ближайшие десятилетия
- «Силовые машины» в кооперации с производственными компаниями, институтами РАН, отраслевыми институтами и вузами разработают и к 2024 году перейдут к серийному производству отечественных газовых турбин средней (65 МВт) и большой мощности (170 МВт) для обеспечения программы ДПМ-штрих
- Развитие отечественных газотурбинных технологий является одним из важнейших направлений научно-технологического развития Российской Федерации
- Для повышения конкурентоспособности и экспортного потенциала отечественной промышленности, решения перспективных задач энергетики 21-го века и обеспечения энергобезопасности РФ необходима Государственная программа разработки головных образцов перспективного оборудования, в том числе мощных газовых турбин J-класса, и энергетических объектов на среднесрочную и долгосрочную перспективу





Спасибо за внимание!

www.power-m.ru

