

**Инновационные технологий создания мощных
парогазовых энергоблоков в условиях крайнего севера.
Повышение эффективности работы отечественных
инжиниринговых компаний.**

Тропин Валерий Викторович

Член Рабочей группы Совета Федерации по вопросам развития законодательства об инженерной и инжиниринговой деятельности

Член Экспертного совета ЦТКАО

1-я ежегодная научно-практическая конференция СРО атомной отрасли по стандартизации процессов сооружения объектов использования атомной энергии «АтомСтройСтандарт-2014»

Модульный (поузловой) принцип создания энергоблока



- Гибкость и минимум коллизий за счёт модульной архитектуры
- Типизация с целью снижения рисков и сокращения срока строительства
- Долговременные технологические альянсы с базовыми производителями

Типовой парогазовый энергоблок ПГУ-420 МВт, SIEMENS AG



Няганская ГРЭС Строительство «под ключ» 3-х энергоблоков ПГУ-420 МВт



- Впервые за 30 лет в условиях Крайнего Севера в ХМАО построена современная высокотехнологичная электростанция мощностью 1256,7 МВт мирового уровня.
- Блоки ст. №1, 2 в коммерческой эксплуатации с 2013 г. Блок 3 в пуско-наладке.
- Строительство Няганской ГРЭС крупнейший инвестиционный проект Fortum по программе ДПМ.
- Достигнутые технико-экономические показатели экономичности - лучшие в отрасли.





Достигнутые характеристики энергоблока ПГУ-420 ст. №1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГОБЛОКА	Гарантийные показатели по контракту	Фактические показатели по результатам испытаний	Превышение фактических показателей
Мощность электрическая брутто, МВт	418,4	422,4	+4,0
Мощность потребителей собственных нужд, %	2,1%	1,2%	-0,9%
Мощность электрическая нетто, МВт	410	417,3	+7,3
КПД брутто, %	58,77	59,5	+0,73%
КПД нетто, %	57,59	58,79	+1,20%
Удельный расход условного топлива брутто, гут/кВтч	209,3	206,7	-2,6
Удельный расход условного топлива нетто, гут/кВтч	213,6	209,2	-4,4
Содержание оксидов азота в уходящих газах, мг/м ³	не более 50	21,4	-28,6

Няганская ГРЭС

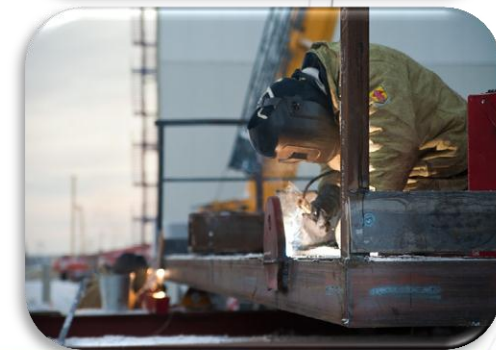
Особенности применения оборудования

- Группой E4 разработано техническое задание на изготовление котла-утилизатора
- Несоответствие технических условий SIEMENS AG требованиям российских технических регламентов и стандартов потребовали адаптации ряда систем и узлов, в т.ч. систем возбуждения генератора.
- Несоответствие стандартов проектирования импортного и отечественного оборудования привело к отклонению сроков поставки.
- Отказ SIEMENS AG от поставки в требуемые сроки вспомогательного оборудования повлекло за собой дополнительные объёмы проектных работ и смещения сроков поставки, например, внутритурбинных трубопроводов.



Проблемы создания пускового комплекса с блоком ПГУ-420 МВт

- **Сложные ландшафтно-климатические условия: промерзание грунта, риск наводнений, ограничение болотистой местностью с севера ; среднегодовая температура -3°C (зимой до -49°C); с сентября по апрель на площадке строительства снег.**
- **Удаленность от центров материальных и людских ресурсов. Отсутствие необходимой строительной и грузоподъемной техники в районе строительства.**
- **Короткий период навигации, сложная логистическая система доставки грузов весом до 400 тонн морским путем, необходимость сооружения причала, укрепления мостов, дорог и др.**
- **Необходимость выполнения большого объема подготовительных земляных работ.**
- **Разворачивание работ на площадке одновременно с проектированием. Задержки в получении исходных данных от производителей, и как следствие, множество корректировок рабочей документации в ходе реализации проекта.**



Участники создания энергоблока ПГУ-420 МВт ст. №1 и общестанционной инфраструктуры Няганской ГРЭС

Предприятия Е4 и аффилированные компании



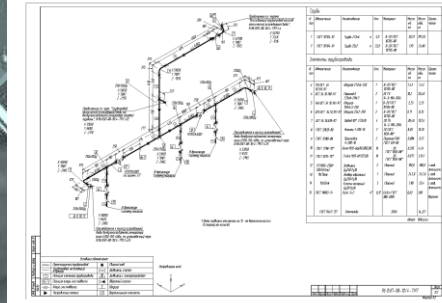
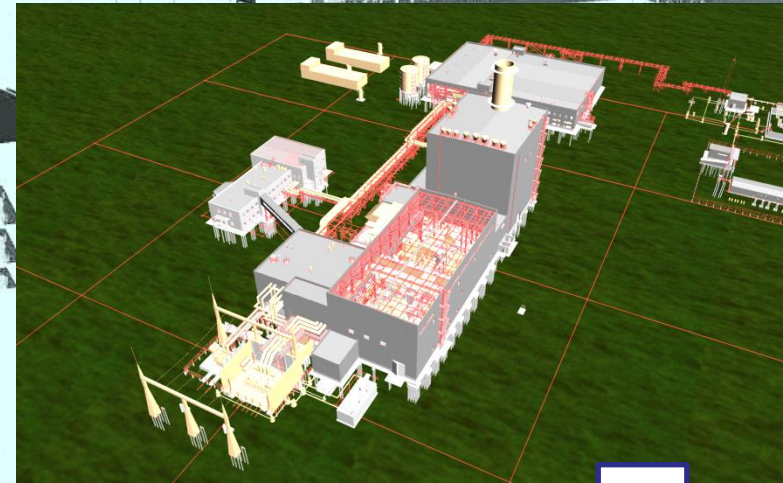
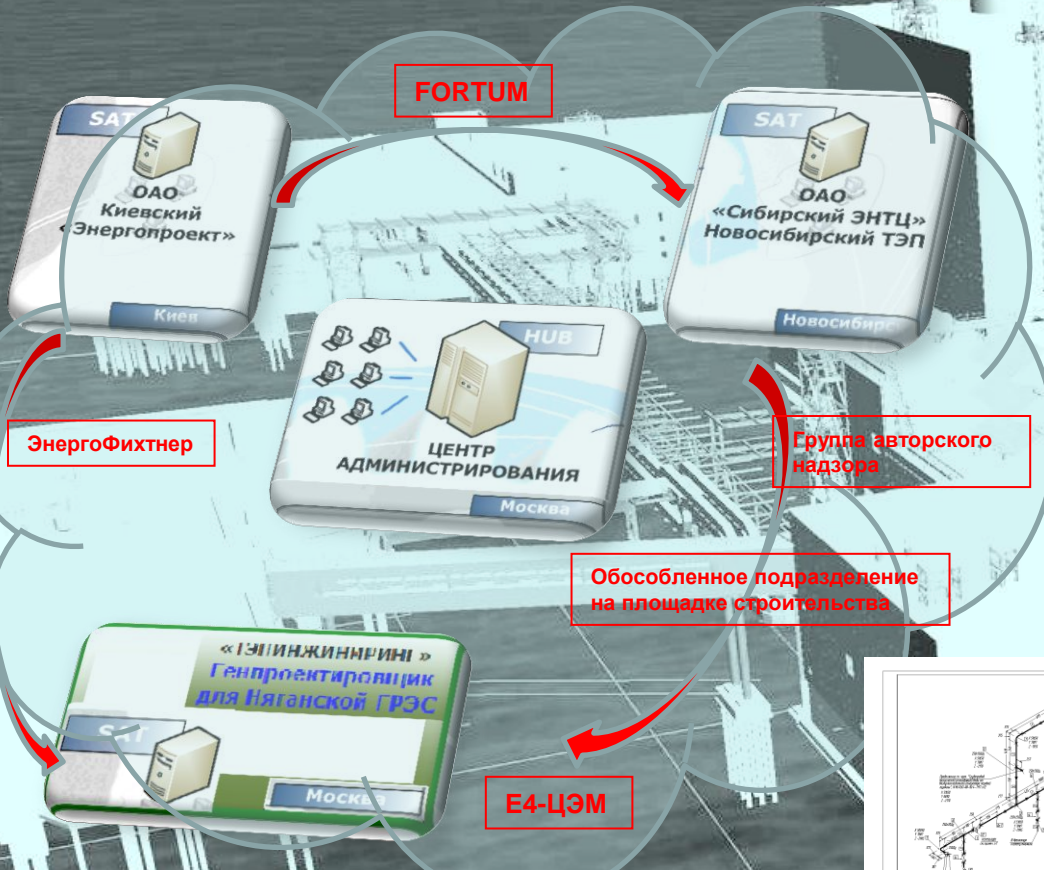
ыше цены!



Распределенная система 3D-проектирования PDMS Global

Распределенный проект PDMS GLOBAL

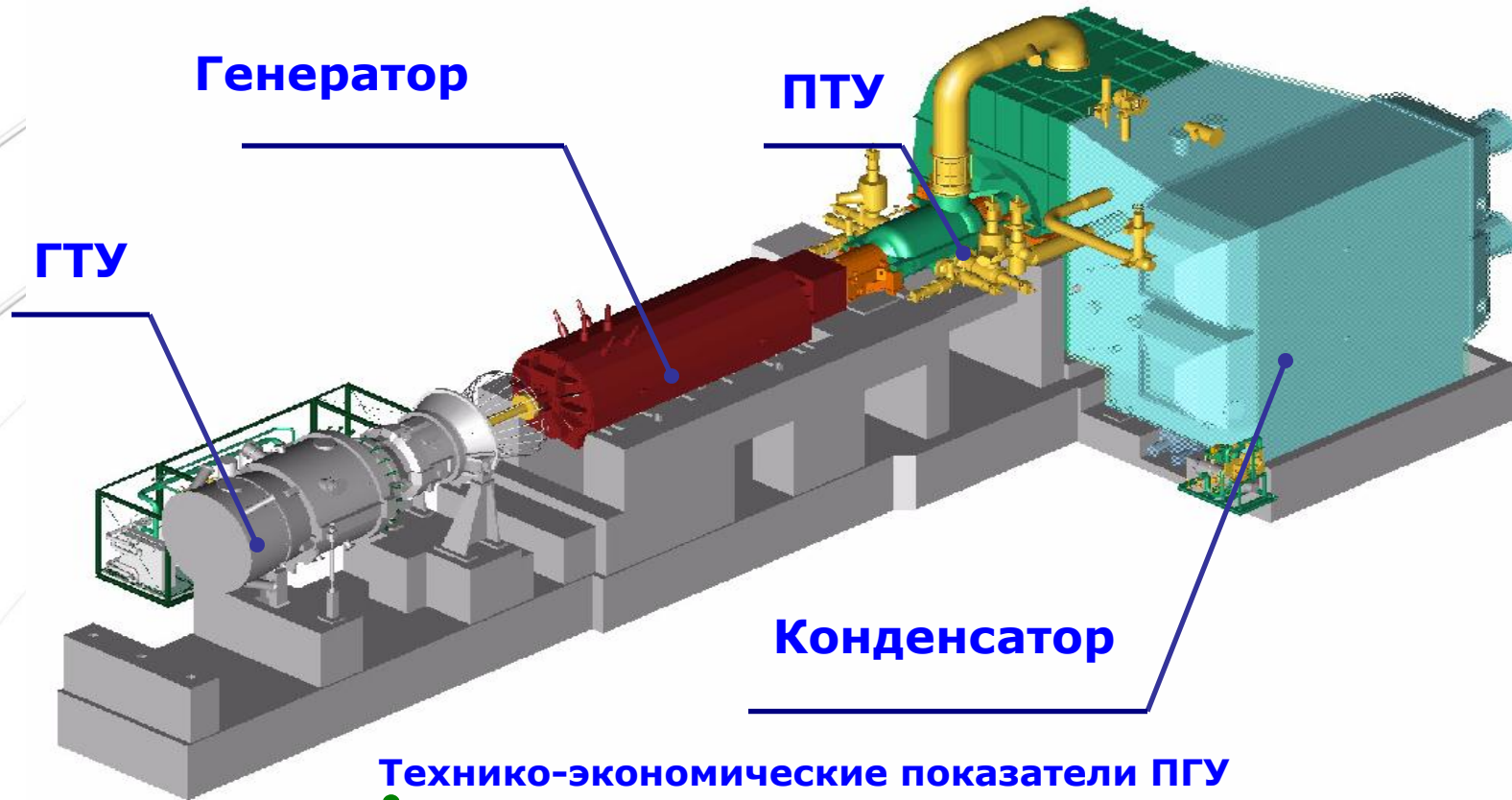
Мы проектируем электростанции
нового поколения



От модели к чертежам

Доступ к актуальной 3D модели для всех участников проекта генерального подрядчика возможен в любой точке где есть Wi-Fi

Компоновка одновального моноблока Power Train SCC5-4000F 1S мощностью 420 МВт, SIEMENS AG

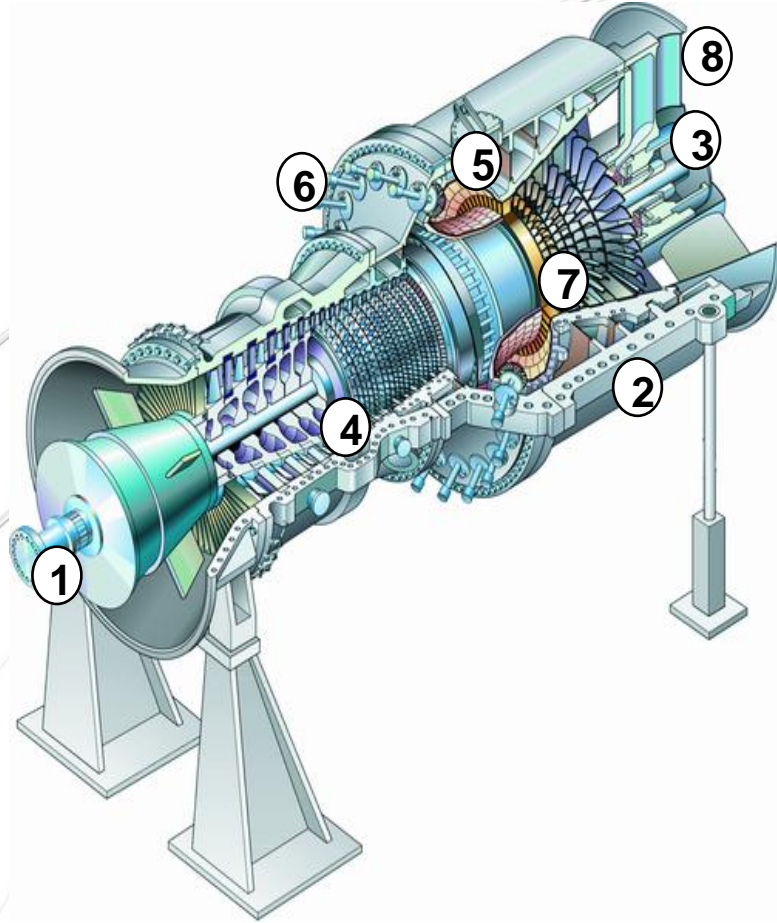


Технико-экономические показатели ПГУ

- Установленная электрическая мощность (брутто) одного энергоблока – 419,2 МВт;
- КПД (брутто) энергоблока – 58,75%.

Газотурбинная установка SGT5-4000F

Особенности конструкции



(1) Муфта генератора
- со стороны компрессора

(2) Корпус
- Горизонтальный разъем

(3) Ротор
- Два подшипника
- Полый вал
- Зубчатое соединение дисков типа «Хирт»
- Осевая фиксация дисков одним центральным стяжным болтом

(4) Компрессор
- 15 ступеней
- Оптимизированное распределение потока
- Регулируемый входной направляющий аппарат

(5) Камера сгорания

- Кольцевая
- 24 гибридные горелки
- Керамические и металлические термозащитные экраны

(6) Горелки
- Сухая технология снижения выбросов NOx

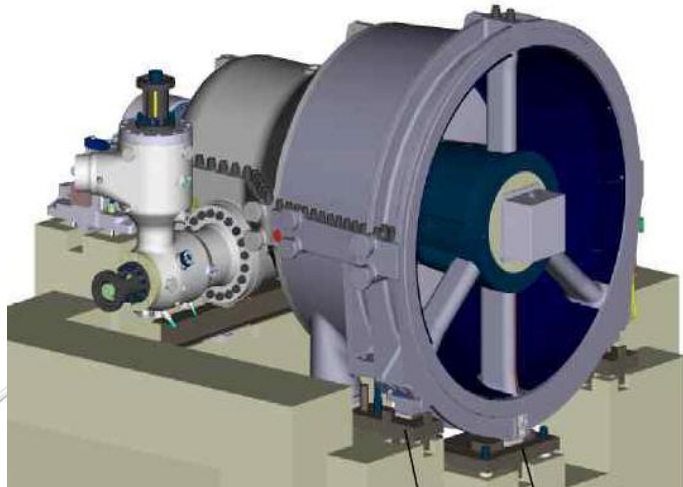
- Возможность работы на нескольких топливах

(7) Турбина
- 4 ступени
- Передовая технология охлаждения
- Термобарьерные покрытия лопаток
- Пленочное охлаждение лопаток

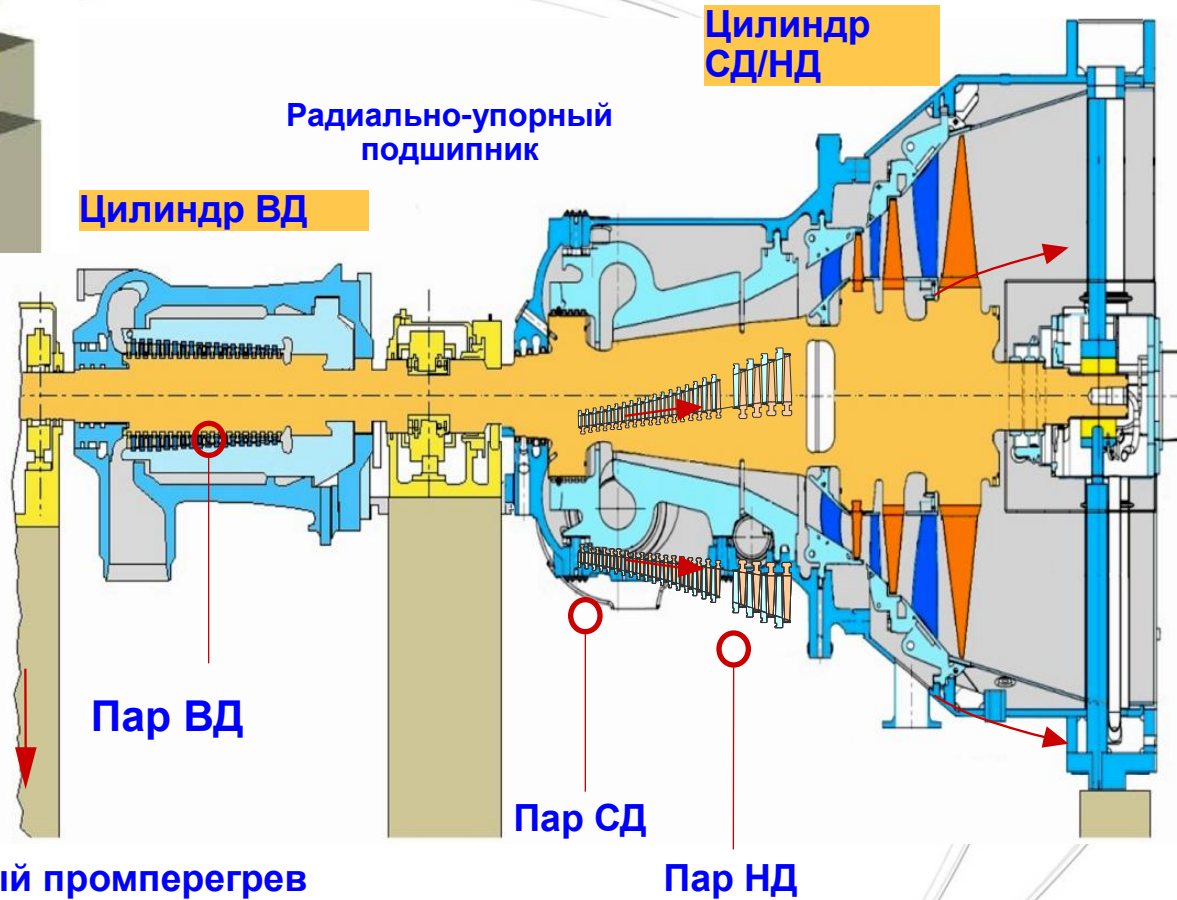
(8) Выхлоп
- осевой

Паровая турбина SST5-3000

Цилиндры ВД-СД/НД

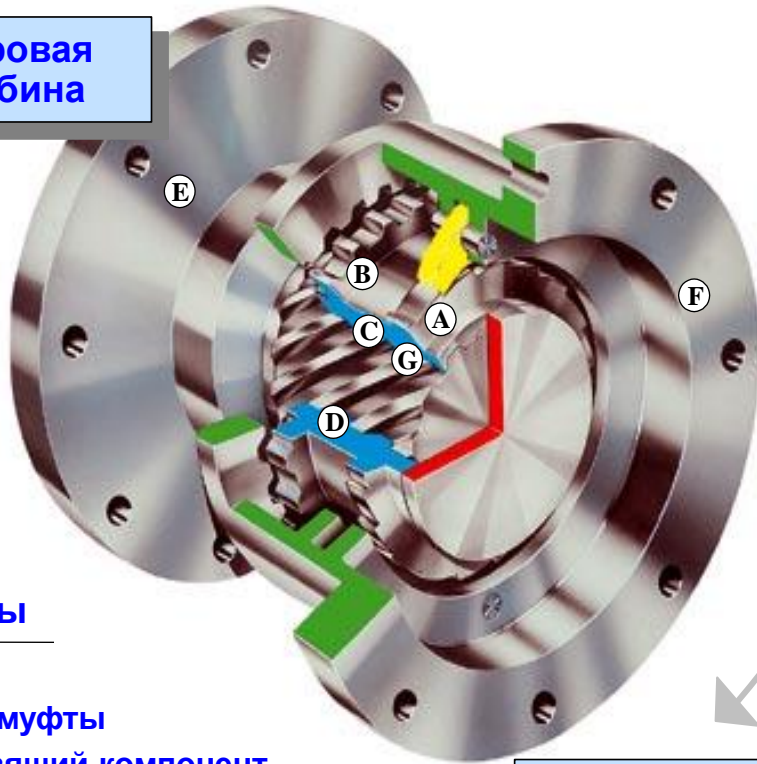


Параметры пара:
ВД: 125 бар / 565°C,
СД: 30 бар / 565°C,
НД: 4,4 бар / 235°C



СИНХРОННАЯ МУФТА (SSS)

Паровая турбина



Генератор (ГТ)

Элементы

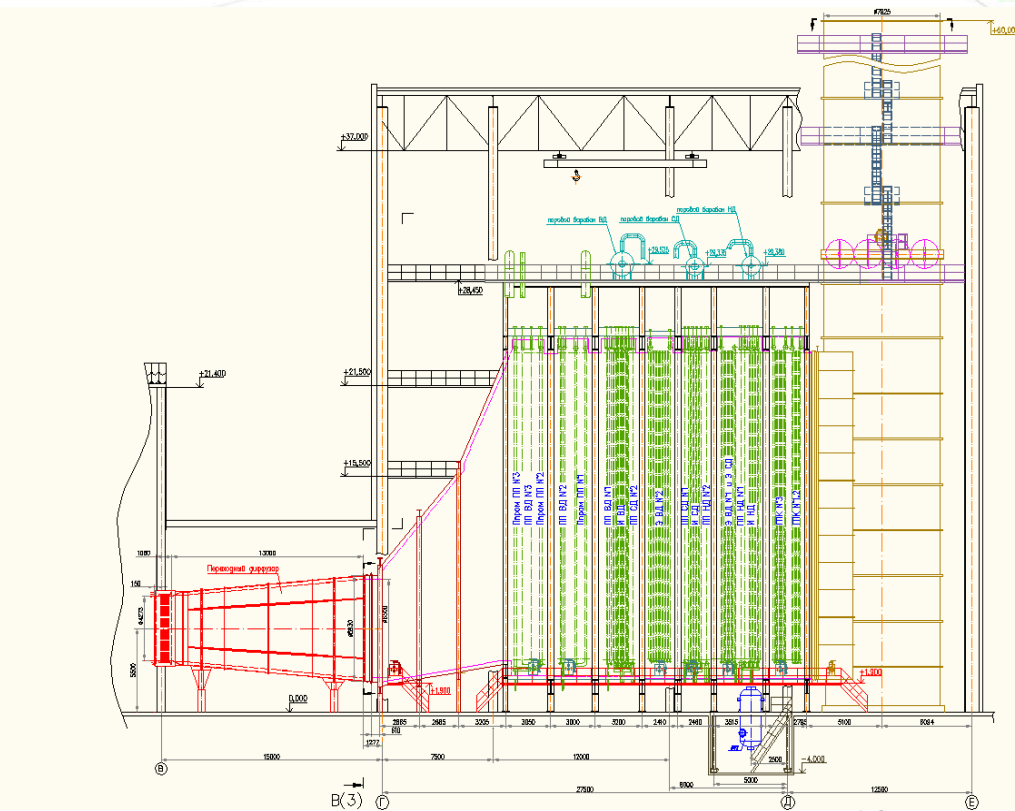
- A - Упор
- B - Зубья муфты
- C - Скользящий компонент
- D - Винтовые шлицы
- E - Входной вал
- F - Выходной вал
- G - Храповые зубья

Кол-во муфт (100-200 МВт): ~100
Эксплуатация: (SIEMENS)
- 613 000 эквивалентных часов
- 8000 пусков
Пилотный блок: King's Lynn
(Великобритания)



Няганская ГРЭС.

Котел-утилизатор Е-270/316/46-12,5/3,0/0,46-560/560/237



Основные показатели

Пар высокого давления	Пар горячего промперегрева	Пар низкого давления
Расход - 75,16 кг/с	Расход - 88,00 кг/с	Расход - 13,0 кг/с
Давление - 12,5 МПа	Давление - 3,28 МПа	Давление - 0,46 МПа
Температура - 560 °С	Температура - 560 °С	Температура - 237 °С

Производитель «ЭМАльянс»
по лицензии «NOOTER/ERIKSEN» (США).
Паропроизводительность 270/317/47 т/ч
В КУ реализован подогрев конденсата по «каскадной схеме».



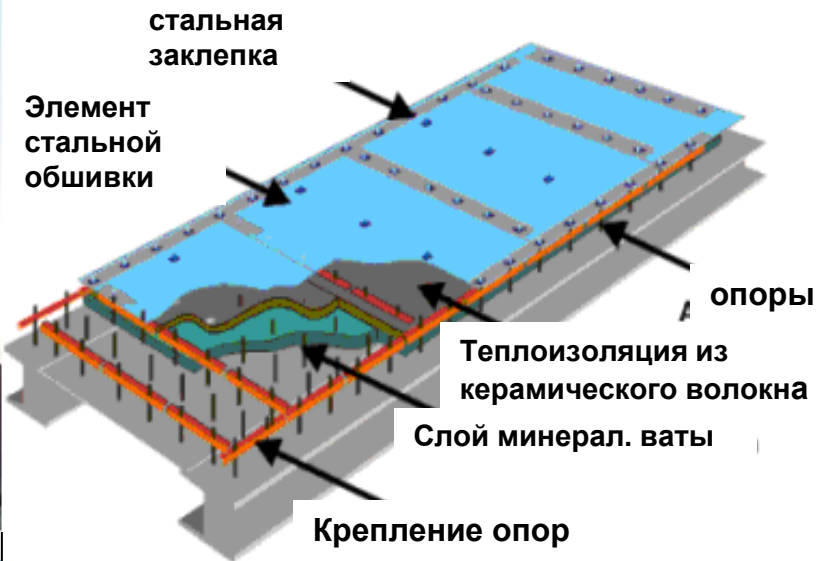
Монтаж котла-утилизатора блока ПГУ-420

Снижение затрат на монтажные операции:

1. Первичные панели газоходов и колонны каркаса монтируются как единый элемент.
2. Панели газоходов котла-утилизатора поставляются со смонтированной в заводских условиях внутренней изоляцией.
3. Блоки модулей поверхностей нагрева поставляются с элементами потолочного перекрытия.



Исполнение «холодной» обшивки



Няганская ГРЭС

Монтаж барабанов котла-утилизатора блока ПГУ-420



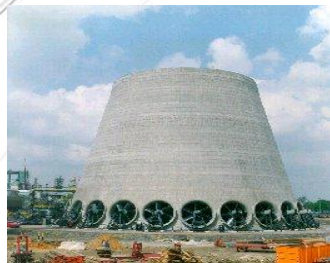
Поиск надежного решения по системе охлаждения



■ Башенные градирни



■ Вентиляторные градирни

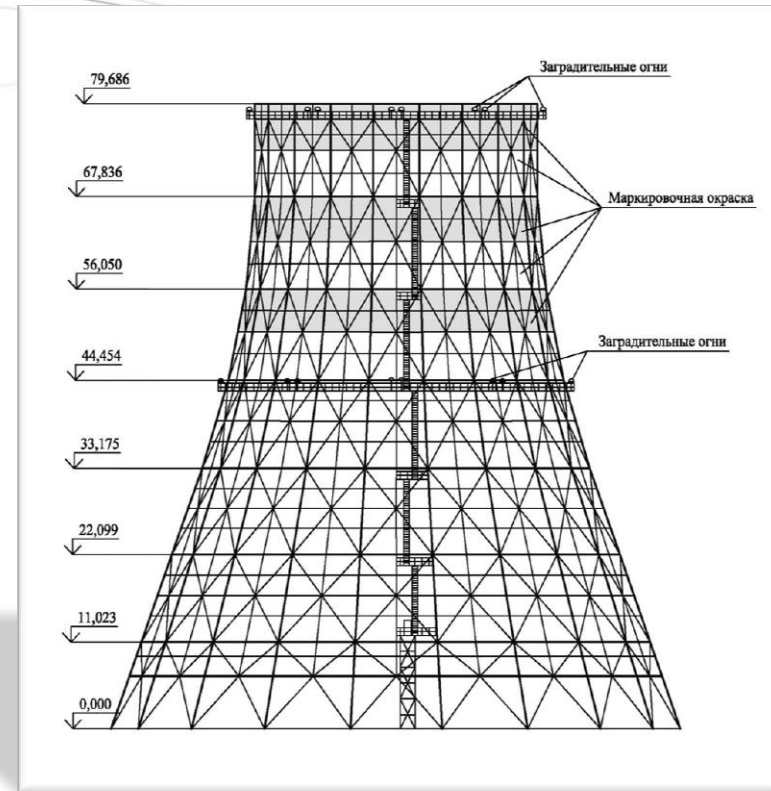
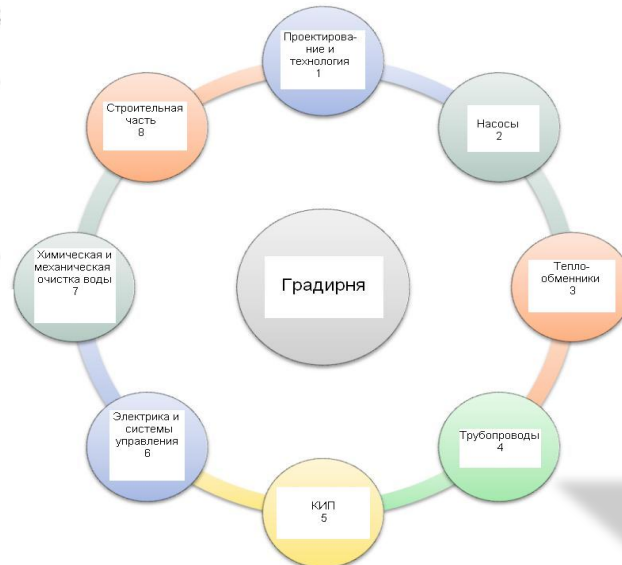


■ Комбинированные градирни



Выполнен анализ предложений ведущих мировых и российских производителей: SPX Cooling Technologies (Marley), GEA, HAMON TERMAL, SPIG, Chladicí věže Praha, FANS, Ilmed IMPIANTI, ИРКИК, ТМИМ, ЭКОТЭП.

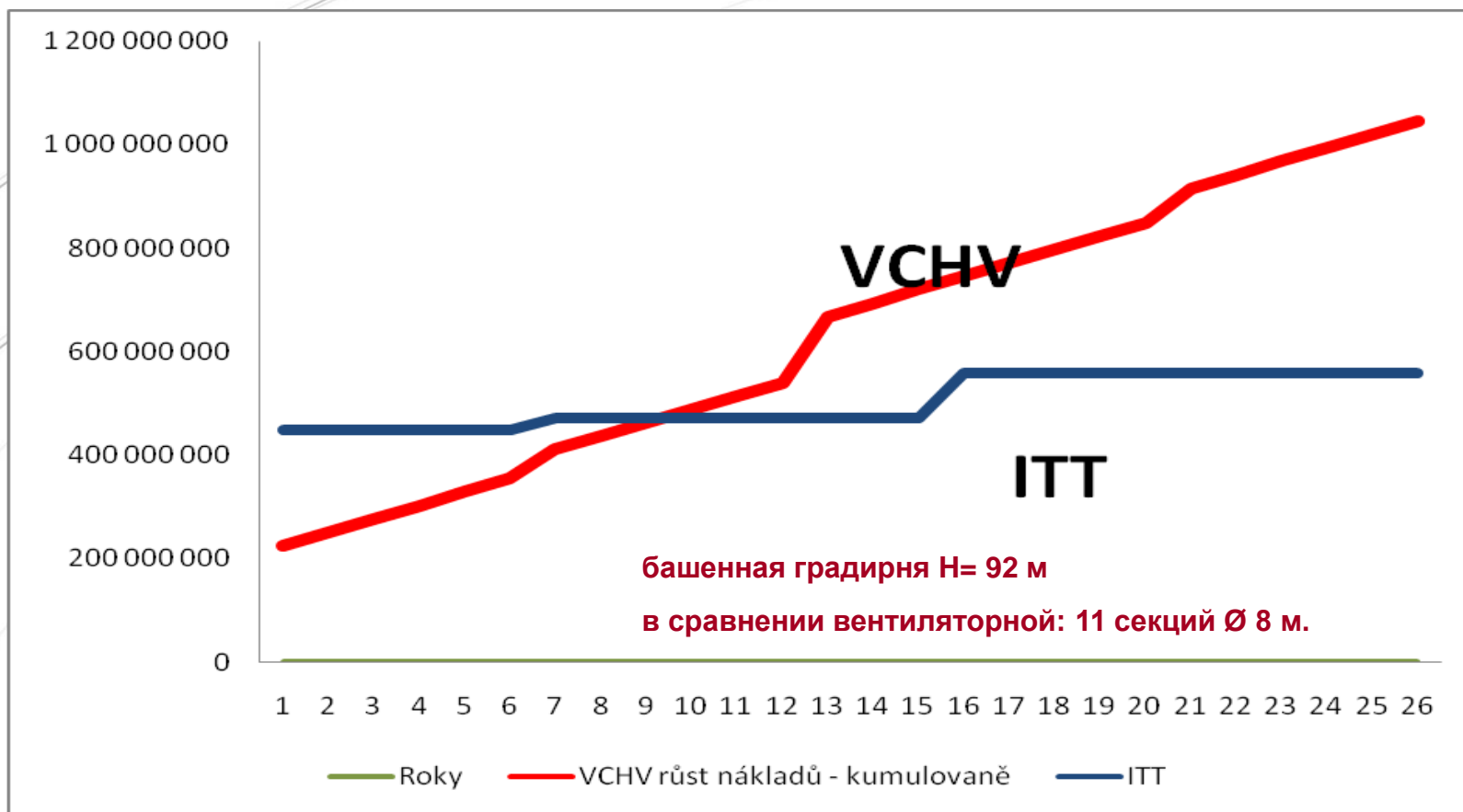
Ключевой элемент - ГРАДИРНЯ



■ Конденсатор с воздушным охлаждением

Оборотные системы охлаждения служат для охлаждения пара в конденсаторах турбин. Отвод тепла с помощью ГРАДИРЕН – самый дешевый способ, позволяющий сэкономить не менее 95 % пресной воды и предотвратить загрязнение водоемов.

Анализ затрат на строительство и эксплуатацию башенной и вентиляторной градирни для блока ПГУ-420 МВт



VCHV - вентиляторная градирня
ITT - градирня башенного типа

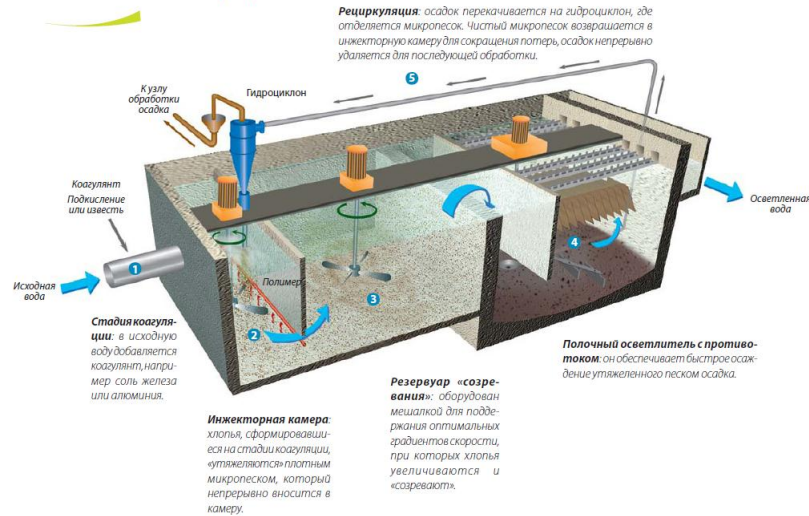
Данные компании CHV в кронах
Курс на 25.03.2009: 100 руб = 60,1 крон



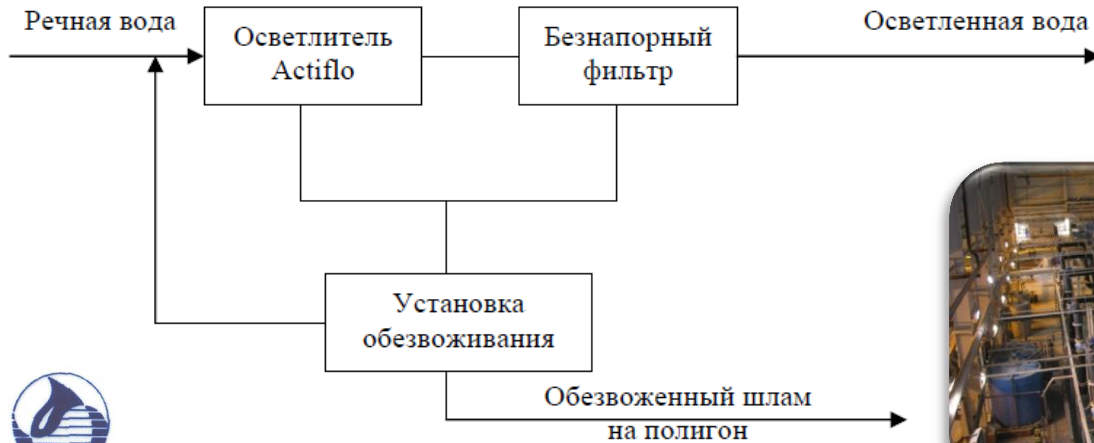


Производство осветленной воды для оборотного водоснабжения и ВПУ

Технологический процесс Actiflo®



- **Интеграция лучших отечественных и зарубежных технологий предочистки**
- **Отсутствие стоков**
- **Эффективная очистка холодной речной воды (+ 0,5°C) с нестабильными показателями**
- **Снижение капзатрат и эксплуатационных расходов на 25-30 %**
- **Гарантированное качество осветленной воды**



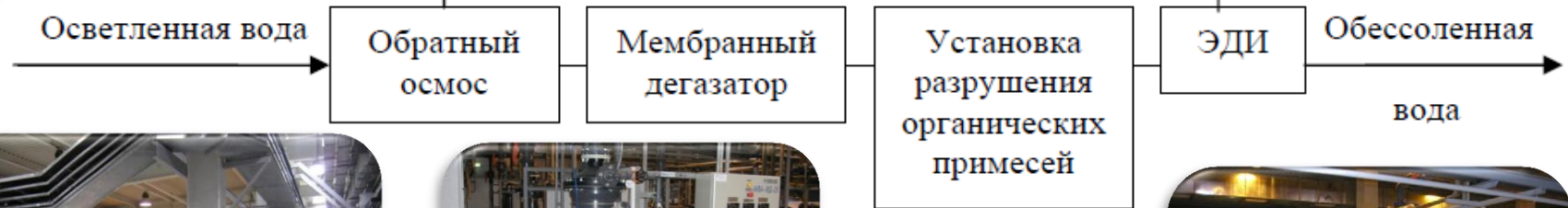
Производство обессоленной воды для блока ПГУ-420



- Применение интегрированных мембранных технологий для обессоливания и удаления растворенных газов.
- Бессточная технология. Минимальное потребление химреагентов.
- Безреагентное разрушение органических примесей ($\text{ТОС} < 80 \text{ мкг/дм}^3$).
- Стабильное и гарантированное качество глубокообессоленной воды.

На повторное использование

На повторное использование



РЕКОРДЫ ПРОЕКТА «НЯГАНСКАЯ ГРЭС»

- **Объём земельных работ по проекту строительства НГРЭС 6,32 миллиона куб. метров - в 2,5 раза больше объёма пирамиды Хеопса.**

Более трёх тысяч лет пирамида являлась самой высокой постройкой на Земле.



- **Смонтировано 18000 тонн металлоконструкций - в 2,5 раза больше Эйфелевой башни**



ПГУ-440 МВт Краснодарская ТЭЦ

Особенности реализации проекта

- **Большой объём подготовительных работ на площадке строительства энергоблока:**
 - демонтаж подземные крупно-габаритных железобетонных сооружения в условиях высокого уровня грунтовых вод,
 - перенос ЛЭП и ЖД путей не принадлежащих Заказчику,
 - наличие объектов частной застройки.
- **Строительство в условиях действующей ТЭЦ в окружении плотной жилой застройки. Акции протеста жителей против шума на площадке строительства.**
- **Сложная логистика доставки крупногабаритного и тяжёлого оборудования, необходимость углубления русла реки.**
- **Большой объём работ по доставке, по замене и монтажу противоаварийной автоматики на действующей части Краснодарской ТЭЦ.**
- **В ходе реализации проекта принято решение о создании системы оборотного охлаждения с вентиляторными градирнями.**
- **Потребовалось проведение испытаний и перенастройка автоматического регулятора возбуждения генератора MELCO в НИИПТ г. Санкт-Петербурга.**
- **ВПУ выполнена на базе интегрированных мембранных технологий по 2-х ступенчатой схеме.**



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- **Впервые за несколько десятилетий построена и введена в работу высокотехнологичная электростанция в условиях Крайнего Севера.**
- **Достигнутые показатели экономичности - лучшие в отрасли на сегодняшний день, обеспечены высокой квалификацией инженерного подразделения компании Е4, разрабатывавшего тепловую схему и технические требования к применяемому оборудованию.**
- **Ключевой вклад в превышение достигнутых ТЭП по сравнению с проектными внесли: разработка тепловой схемы котла и характеристик градирни.**
- **Проблемы, сопровождающие проект:**
 - 1. Длительное обсуждение условий контракта привело к задержке выполнения рабочей документации, к задержке разработки и выпуска технических требований к оборудованию.**
 - 2. Длительность и многоступенчатость конкурсных процедур.**
 - 3. Сложность получения разрешений на применение импортного оборудования и материалов.**
 - 4. Расхождение требований российской нормативной базы со стандартами иностранных производителей оборудования.**
 - 5. Качество поставляемого основного оборудования: котла-утилизатора (ЭМАльянс), генератора (SIEMENS) и др.**
 - 6. Необычно сложные процедуры SIEMENS при согласовании текущих вопросов, отсутствие стандартов требований у шеф-персонала к качеству монтажа.**

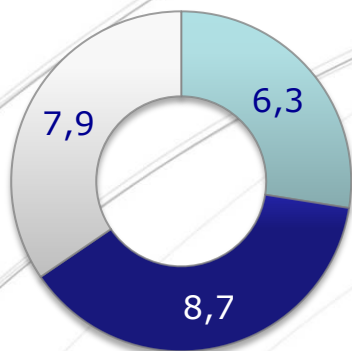
ВЫВОДЫ

- 1. Строительство объектов энергетики «под ключ» не является высоко прибыльным бизнесом, а балансирующим на грани минимальной прибыльности и убытков.**
- 2. Недофинансирование на старте проекта, стремление максимально дешево выбрать проектную организацию, поставщика услуг и оборудования обязательно приводит к:**
 - потере темпа, срыву графика;
 - передержке подрядчиков и затрат на их содержание;
 - штрафам и убыткам по итогам реализации инвестпроекта.
- 3. Недостаточно глубокая инженерная проработка на раннем этапе, сложность и затянутость конкурентных процедур, нехватка оборотных средств в нужное время, низкое качество исполнительной документации не позволяют в полной мере использовать возможности многомерного проектирования и систем управления проектом.**
- 4. Повсеместно планирование осуществляется на базе сетевых графиков разной степени модификации, иллюстрирующих лишь текущее состояние объекта.**
- 5. Снижение уровня технической компетенции в отрасли: как со стороны заказчика, так и инжиниринговых компаний.**
- 6. Рост вероятности замещения в скором времени на отечественном рынке российских инжиниринговых компаний зарубежными.**

Оценка ёмкости рынка инжиниринга в России

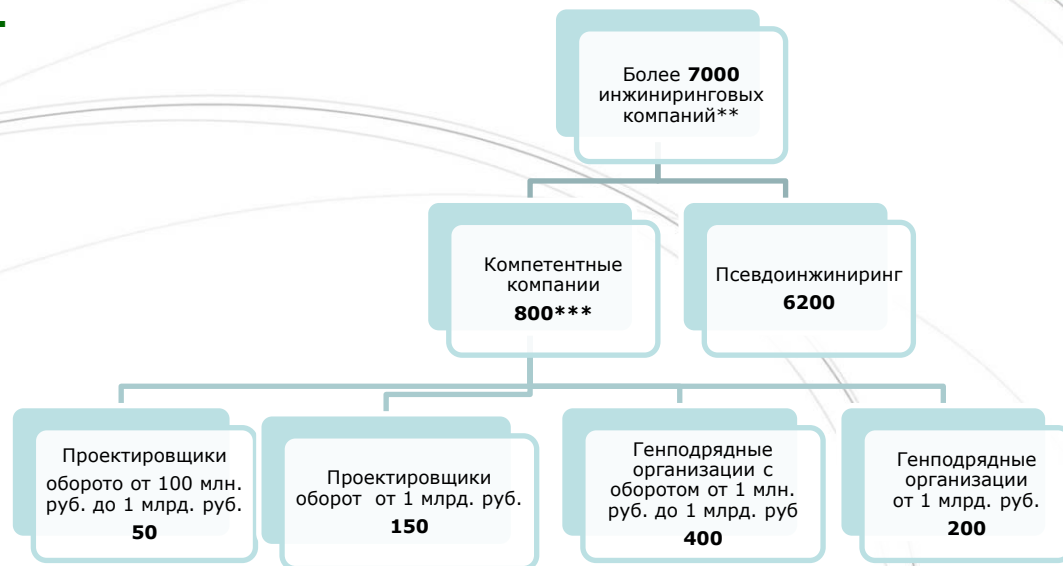
Оценка емкости рынка инжиниринга в различных секторах экономики до 2020 г.

Инвестиции составляют
22,9 трлн руб.



- Энергетика
- Транспортная инфраструктура
- Промышленное строительство

Качественный состав инжиниринговых компаний



- Анализ основан на данных ФЦП по транспорту, инвестиционных программам основных машиностроительных, генерирующих, горно-металлургических, нефтеперерабатывающих и др. компаний.
- Доля государственного сектора в ВВП РФ – 71%.

- Среди зарегистрированных инжиниринговых компаний* преобладают псевдоинжиниринговые.
- Компаний способных выполнять комплексные проекты «под ключ» крайне мало.

** На основании данных ЕГРЮЛ

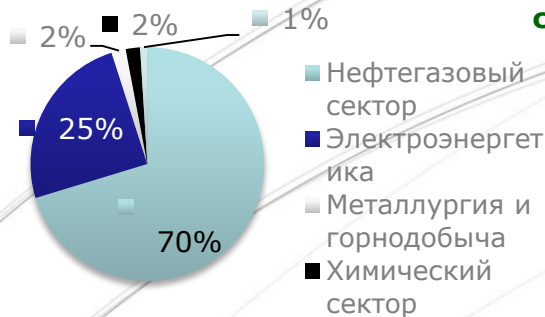
*** В энергетике ~ 150 инжиниринговых компаний и против ~ 25 компаний- заказчиков

* Критерий - ст. 148 пункт 1 в НК РФ: к инжиниринговым услугам относятся инженерно-консультационные услуги по подготовке процесса производства и реализации продукции (работ, услуг), подготовке строительства и эксплуатации промышленных, инфраструктурных, сельскохозяйственных и других объектов, предпроектные и проектные услуги (подготовка ТЭО, ПКР и др.)

Как считают рынок инжиниринга

Россия. Доли выручки основных игроков в промышленном инжиниринге по секторам*

Bureau of Economic Analysis

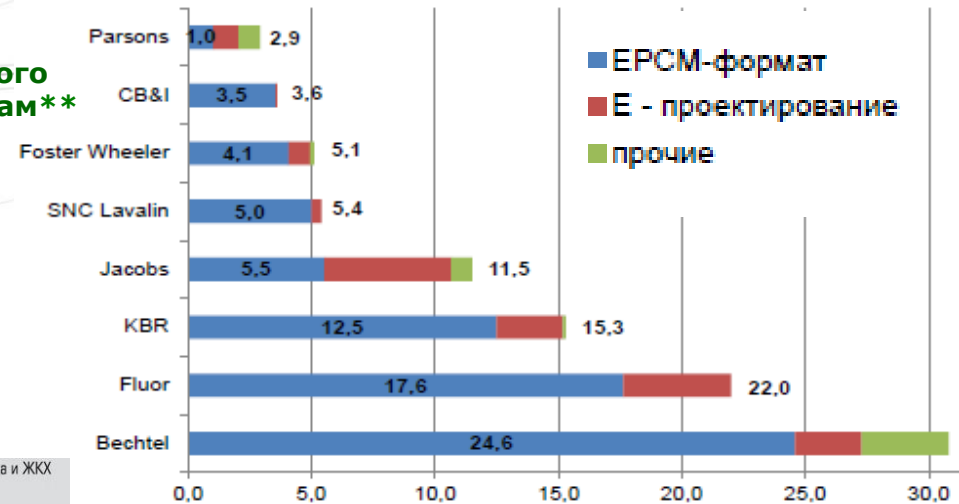


Емкость инфраструктурного строительства по секторам**



■ Транспортная инфраструктура ■ Социальная инфраструктура ■ Энергетика и ЖКХ
 ■ Капитальная инфраструктура (инфраструктура к частным месторождениям, промышленным районам, предприятиям)

Выручка инжиниринговых компаний США, млн. долл ТОП-10 глобального рейтинга Engineering News Records (ENR)



<http://enr.construction.com/toplists/default.asp>

- Инжиниринг в сфере строительства транспортной инфраструктуры России не зафиксирован как вид деятельности.
- Вместе с тем рынок транспортного строительства в РФ сегодня является один из самых емких, в ~ 5 раз больше рынка строительства в ТЭК**.
- Контракты EPC-приносят мировым инжиниринговым компаниям основные доходы.
- ВВП развитых стран доля инжиниринга составляет более 20%.

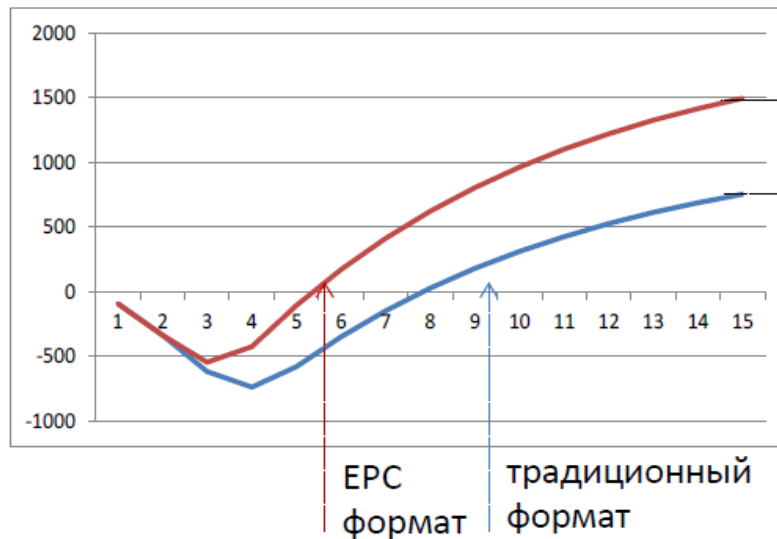
- Статистические данные оценки емкости инжиниринга в стране ошибочны.
- Инжиниринг, как вид деятельности, – базовый для модернизации экономики России и остро нуждается в государственной поддержке.
- Структура госконтрактов и устаревшая нормативная база не позволяет сегодня проводить торги на EPCM- контракты комплексно.

* - Минпромторг, июль 2013 г

** - Эксперт, №17-18, 2013 стр.40

Преимущества EPC формата

- Сжатие графика реализации проекта
- Сквозная технологическая ответственность
- Хорошая генетика технических решений
- Снижение цены рисков
- Проектное финансирование, скидки



Δ NPV Инжиниринговая рента

В традиционном формате у инвестора возникают выпавшие доходы

без учета:

- отступлений от плана проекта;
- неформальных расходов

NPV - Net present value / чистый дисконтированный доход

- **Результат: повышение ценности проекта - рост NPV**

Технологии управления проектами непрерывно развиваются

Модель АВВ - Бизнес-процессы – раннее вовлечение (MEC/ MAC): рынок смещается к системным решениям

Системный подход: раннее вовлечение MEV/MEC/MAC-System



Поставщики инженерных решений могут получить статус партнера и войти в цепочку по проектированию системы

Вход в цепочку поставок уже на этой стадии

«Традиционный подход» – поставщики продуктов на тендере (качество/цена): Product suppliers responds to RFQ here



ТЭО



Базовое проектирование, рабочий проект



Монтаж и пусконаладка



Эксплуатация

Вход в цепочку поставок через участие в сопроектировании

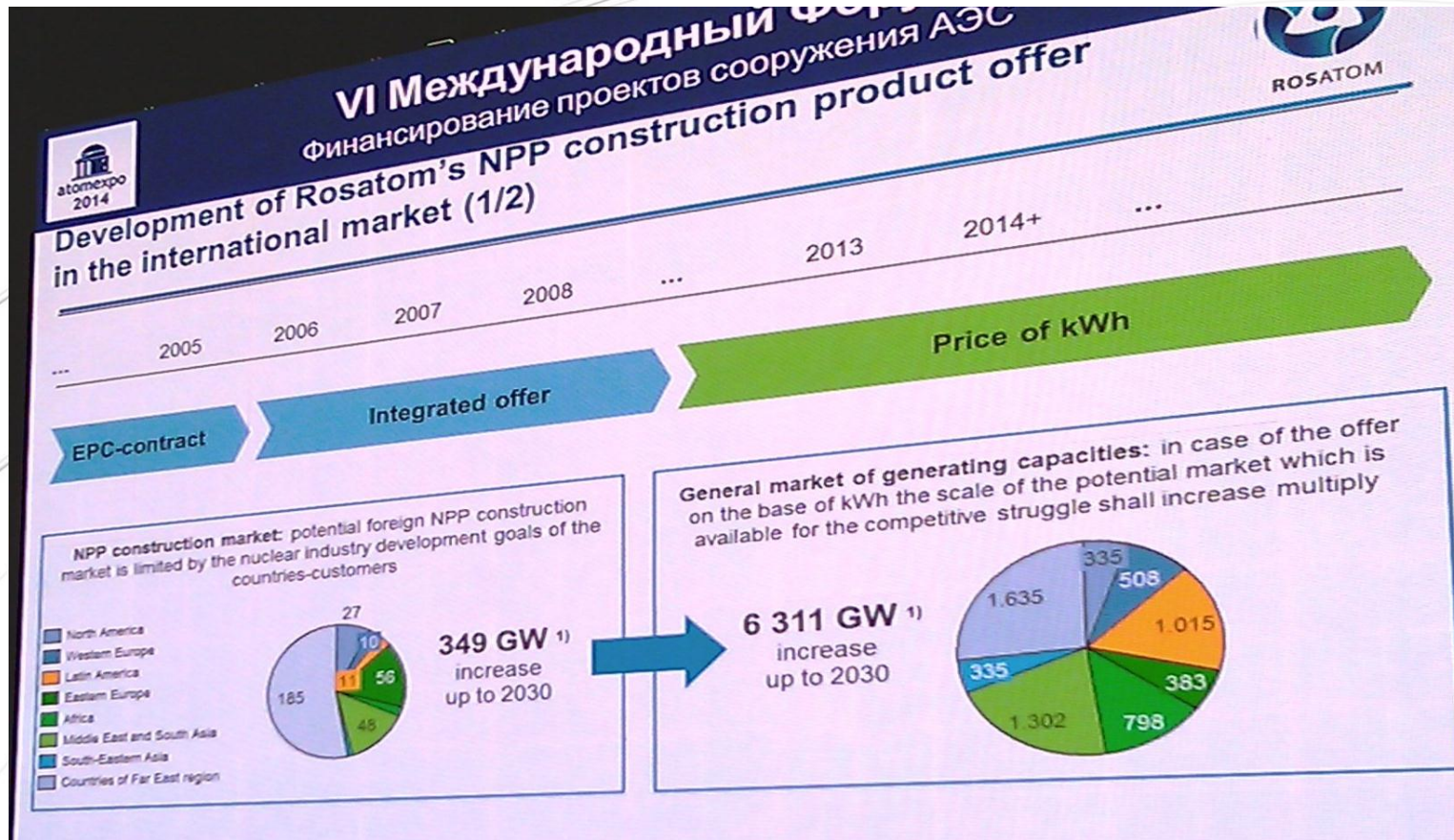
- Концерн АВВ первым применил интегрированные команды предусматривающие совместную работу заказчика, подрядчика и производителей оборудования на самом раннем этапе разработки инвестпроекта.
- Гибкие интегрированные инженерные команды мирового уровня стали основой современного инжинирингового бизнеса.

Принцип «no blame environment» Заказчик и ЕРСМ-контрактор – одна команда

- Работа команды основана на успехе проекта в целом, а не выгодах отдельного участника.
- Условия работы – «без обвинений». Проект реализуется с единой целью, снимается конфликт интересов.
- Успех достигается благодаря опыту и творческому потенциалу интегрированной команды.
- Оперативное решение всех вопросов.
- Единый архив документов.
- Снижение цены рисков. Финансовые стимулы основаны на разделении рисков для достижения целей проекта.

- Стоимость снижается за счет обоюдных экономий и сокращения резервов проекта.
- Сроки сокращаются за счет повышения управляемости проекта.

Эволюция моделей управления строительством ГК «РОСАТОМ»



- ГК РОСАТОМ в своих зарубежных проектах использует передовые модели управления строительством АЭС и реализацией инвестпроектов.
- Широкое применение новых моделей управления в России сдерживается устаревшей законодательной и нормативно-технической базой.

Проблемы применения ЕРСМ-контрактов в России

1. Инжиниринг не квалифицирован как вид деятельности. Инжиниринга нет в кодах ОКВЭД

↓

Невозможно проводить конкурсы на ЕРСМ контракты. Вместо одного конкурса проводится несколько торгов на отдельные виды деятельности: изыскания, проектирование, поставку, монтаж, ПНР, генподряд, ремонты и др.

↓

В ССР нет строки – инжиниринговые услуги. В экономику проекта нельзя включить расходы по управлению проектом.. Подрядчик вынужден манипулировать в смете Федеральными единичными расценками по другим видам работ, чтобы защитить свою рентабельность.

↓

Конкурсная документация содержит требования к подрядчику по производству не менее 30-40% работ своими собственными силами. Стоимость услуги управления проектом, а также производственные возможности дочерних организаций не учитываются.

- ↓
- **Комплексная инжиниринговая деятельность в РФ должна быть приоритетной по сравнению с отдельными видами инженерных услуг.**
 - **Российская правовая парадигма ориентирована на простую подрядную схему и исключает совместную взаимовыгодную деятельность заказчика и подрядчика.**
 - **Услуги своих дочерних предприятий (ДЗО) внутри холдинга облагаются налогом.**
 - **Имеет место ограничения доступа к торгам «не своих» инжиниринговых компаний,**
 - **В результате: размытая ответственность, срыв сроков, рост стоимости проекта.**

Проблемы применения ЕРСМ-контрактов в России

2. Тренд: компании-заказчики создают свои аффилированные подразделения выполняющие управляющие функции вместо инжиниринговой компании

Снижается конкурентная среда, инжиниринговые компании утрачивают компетенции

В компаниях- заказчиках реализуются единичные проекты, накопленный в ИК опыт и компетенции не масштабируются.

Затраты на управления проектом ложатся на капитальные затраты самой компании – заказчика. Нет мотивации на возврат инвестиций и оптимизацию проекта.

- Происходит локальная монополизация, рынок инжиниринга сжимается, в ряде отраслей рынок для «чужих» закрыт, есть угроза потери кадров в ИК.
- Возможности формирования ИК-национальных лидеров ограничены.
- Падает спрос на технический консалтинг и инженерные услуги МСП.
- Проекты не снижаются по стоимости, их эффективность трудно оценить.
- Нет критерия оценки эффективности работы инжинирингового подразделения.
- Нет мотивации на применение наилучших доступных технологий, передовых инструментов управления проектом, снижение затрат и оптимизацию бизнес-процессов по срокам.

Проблемы применения ЕРСМ-контрактов в России

3. Необходимость привлечения дополнительного финансового обеспечения по всей цепочке: от участия в конкурсе до полной реализации проекта

Необходимость привлечения заёмных средств на всех этапах проекта: заявочное обеспечение, банковские гарантии на получение аванса, на исполнение работ, на закуп оборудования, на гарантийный период и т.д., и т.д.

В инжиниринг, как вид деятельности, банки слабо верят. Ноу-хау и квалификация персонала ИК для них не актив. Залоговым инструментом выступают контракты.

- Расходы на банковские гарантии и другие финансовые издержки не включены в ССР и не предусмотрены в ФЕРах.
- Проблемы кредитования инжиниринговых компании, высокая цена банковских продуктов, порочная практика демпинга со стороны «псевдоинжиниринговых» компаний делают инжиниринг нерентабельным видом деятельности в РФ.
- За рубежом все национальные ЕРСМ-контракторы опираются на господдержку, как минимум есть экспортное финансирование. Работает институт партнерства. Десятилетиями наработаны альянсы с банками, производителями и страховщиками



Инжиниринг – бизнес на потоке. ИК не обладают запасом прочности, накоплениями, отсутствуют подушки безопасности. Сокращение потока контрактов равносильно смерти. ИК как акула, - она дышит и находится на плаву только когда плавает. Поэтому во всем мире все национальные ЕРС-контракторы имеют государственную поддержку.

Решению проблем рынка инжиниринга – комплексный подход

Пути

Признание инжиниринга приоритетным видом деятельности.



Проведение конкурсов на контракты ЕРСМ, на управление проектом в целом.



Изменение системы и принципов формирования целевых инвестиционных программ. Вхождение инжиниринговой компании в проект на самой ранней стадии, этапе планирования. Создание интегрированных команд мирового уровня.



Соблюдение принципа сквозной ответственности за проект.

Мероприятия

- Включение инжиниринга в ОКВЭД.
- Разработка профессиональных критериев и квалификации для подтверждения статуса инжиниринговой компании – СРО.
- Признание инжиниринговой деятельности первичной относительно других видов работ по проектам.
- Предоставление льгот по социальным платежам, субсидий на приобретение специализированного программного обеспечения, на проценты по кредитам.
- Разработка механизма проведения конкурсов на ЕРС-контракты.
- Внесение в сметную стоимость проектов услуги инжиниринга
- Разработка механизма создания объектов по федеральному заказу с привлечением инжиниринговых компаний на нулевом этапе.
- Разработка механизма распределения сэкономленных средств между заказчиком и инжиниринговой компанией и премирования подрядчика.

Эффект

- Возможность оценки рынка инжиниринговых услуг в России – количественной и качественной.
- Получение гарантий и обязательств о состоятельности инжиниринговой компании как исполнителе работ, подтвержденные СРО.
- Управление полным циклом работ – сокращение сроков
- Сокращение издержек заказчика на проведения комплекса конкурсных процедур.
- Сокращение издержек на комплексную реализацию проекта, снижение стоимости.
- Построение прозрачной системы стоимости и оценки инжиниринговых услуг и проекта в целом.
- Более точное бюджетирование новых проектов, уточненные планы и возможности.
- Замена порочной системы «освоения средств» на мотивирующую систему сокращения издержек и затрат.