

Инжиниринг: понятия и взаимосвязи

Лекция № 1

Определение инжиниринга и его предметная область

Строительный и эксплуатационный инжиниринг
Взаимосвязь инжиниринга, проектирования и управления проектами при решении практических задач строительства энергообъектов

Докладчик
Доцент кафедры
«Электроэнергетические системы»
Осика Лев Константинович



Вопросы темы

- Ключевые понятия курса: природа, общество, энергетика, жизненный цикл технической системы, модель
- Определение инжиниринга и его предметная область
- строительный и эксплуатационный инжиниринг
- Взаимосвязь инжиниринга, проектирования и управления проектами при решении практических задач строительства энергообъектов



**Реконструкция
электростанции
Бэттерси, Лондон**



Список литературы по курсу

1. Крыжановская О.В. Инженеры. Становление и развитие профессиональной группы – М.: Наука. 1989.
2. Кондратьев В.В., Лоренц В.Я. Даешь инжиниринг. – М.: Эксмо, 2005.
3. Осика Л.К. Управление инвестпроектами строительства ТЭС. Прединвестиционная фаза. – М.: Вершина, 2008 г.
4. Сапожников Ф.В. Организация, планирование и управление строительством ТЭС и АЭС: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1982.
5. Волков А.С. Инвестиционные проекты: от моделирования до реализации. – М.: Вершина, 2005.
6. Справочник по проектированию электрических сетей / Под редакцией Д.Л. Файбисовича, Москва, Издание 2-е переработанное и дополненное, 2006 г.
7. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В., Схемы выдачи мощности электростанций: методологические аспекты формирования. Энергоатомиздат, Москва, 2002 г.
8. Осика Л.К. Инжиниринг объектов интеллектуальной энергетической системы. Проектирование, строительство, бизнес и управление: практическое пособие/ Л.К. Осика. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 780 с.

Материалы в электронном виде:

- Осика Л.К.. Организация строительства, реконструкции и капитального ремонта (по видам объектов капитального строительства). Учебное пособие
- Осика Л.К. Осуществление строительного контроля объектов энергетики и электросетевого комплекса. Учебное пособие



Интернет - ресурсы

Министерство энергетики РФ: <http://www.minenergo.gov.ru>

Министерство строительства и ЖКХ РФ: <http://www.minstroyrf.ru>

Минэкономразвития: <http://www.economy.gov.ru>

Федеральная антимонопольная служба: <http://www.fas.gov.ru>

Федеральная служба по тарифам: <http://www.fstrf.ru>



Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии:

<http://www.gost.ru>

НП «Совет рынка»: <http://www.np-sr.ru>

НП «Сообщество потребителей энергии»: <http://www.np-ace.ru>

НП «Гарантирующих поставщиков и сбытовых компаний»: <http://www.npgp.ru>

НП «Производителей энергии»: <http://www.np-cpp.ru>

Некоммерческое Партнёрство Территориальных Сетевых организаций:

<http://www.нптсо.рф>

ОАО «АТС»: <http://www.atsenergo.ru>

Портал по работе с клиентами ОАО «Россети» <http://портал-тп.рф/home>

Нормативная документация

- Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»
- Распоряжение Правительства РФ от 23.07.2013 N 1300-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна»
- Распоряжение Правительства РФ от 03.07.2014 N 1217-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Внедрение инновационных технологий и современных материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса» на период до 2018 года»
- Приказ Минпромторга России от 09.04.2014 N 653 «Об утверждении Плана мероприятий, направленных на разработку стандартов, нормативов, правил в области инжиниринга»
- Приказ Минпромторга России N 1838, Росстата N 570 от 18.09.2014 «Об утверждении Плана мероприятий по разработке и созданию системы мониторинга рынка инжиниринговых услуг и промышленного дизайна, включая организацию федерального статистического наблюдения»
- Приказ Минпромторга России от 04.08.2014 N 1489 «Об утверждении Методических материалов по реализации механизмов поддержки деятельности в области инжиниринга и промышленного дизайна органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации»
- Приказ Минпромторга России от 24.12.2013 N 2076 «Об образовании Совета по инжинирингу и промышленному дизайну при Минпромторге России»
- Приказ Минобрнауки РФ от 24.12.2010 N 2053 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 141403 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (квалификация (степень) «специалист»)»

ОБЪЕКТЫ ИНЖИНИРИНГА:

Технологические системы:

- Технологическая цепочка (связанные объекты электрической и тепловой схем: энергоблок, подстанция)
- Агрегат (турбоагрегат, гидроагрегат, трансформатор со вспомогательным оборудованием)
- Машина или оборудование (турбина, двигатель, котел)
- Здание, сооружение (ОПУ подстанции, главный корпус станции, эстакада, ЛЭП)
- ЭНЕРГООБЪЕКТ (подстанция, электростанция)

Во все периоды и стадии их жизненного цикла (ЖЦ)

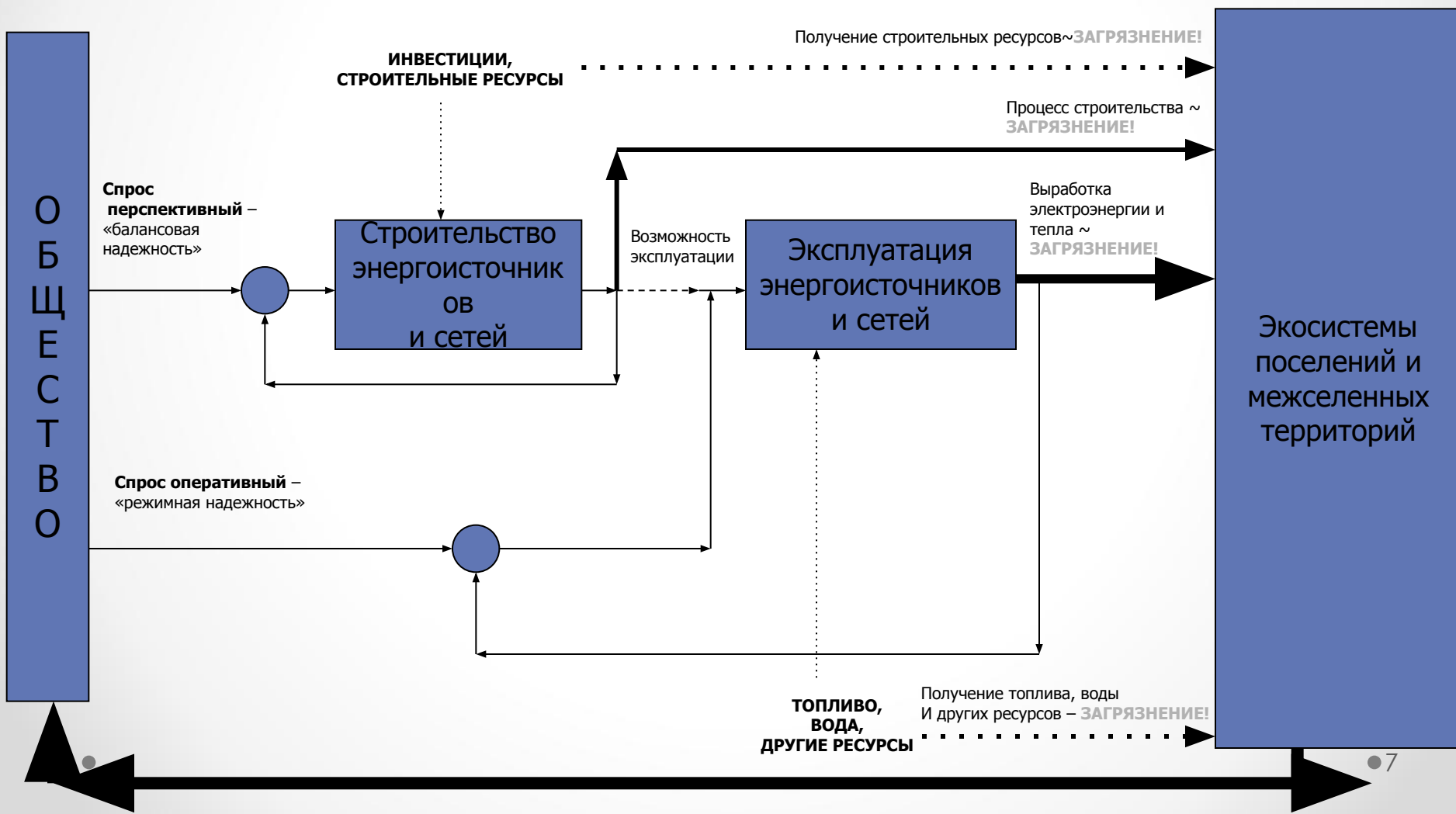


«Рождение»

«Жизнь»

«Смерть»

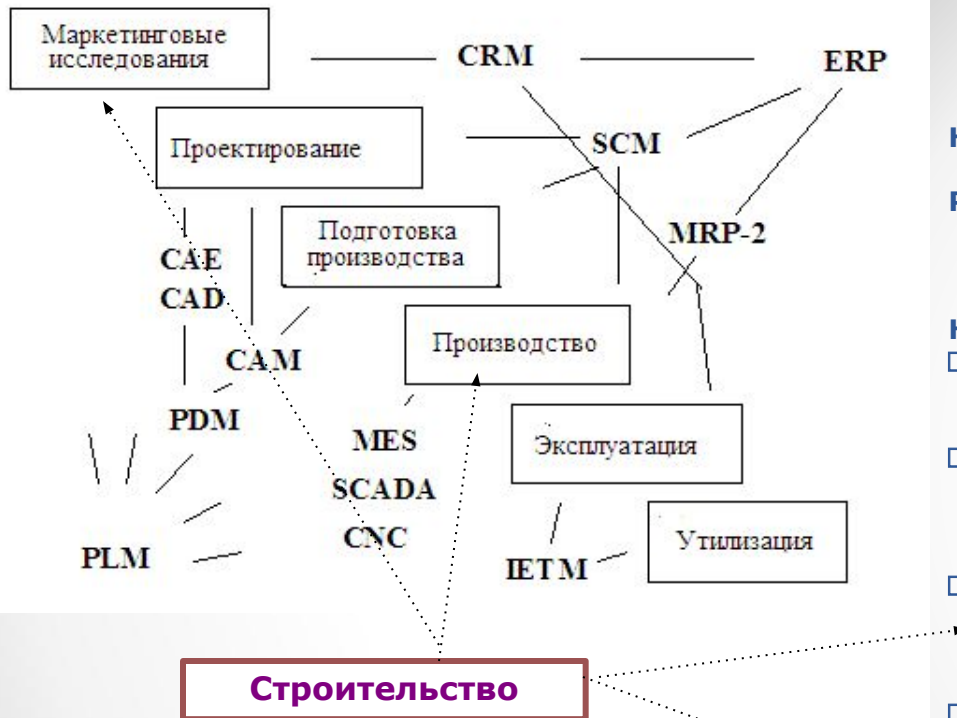
Строительство и эксплуатация энергообъектов – результат взаимодействия триады: «общество - энергетика – природа»



Нормативное определение понятия «ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ»

- Жизненный цикл по Р 50-606-80-93 (Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения):
 - «Совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации или применения»
- Стадия жизненного цикла продукции:
 - «Часть жизненного цикла продукции, характеризуемая определенным состоянием продукции, видом предусмотренных работ и их конечными результатами»
- В общем случае для жизненного цикла продукции приняты следующие стадии:
 - «Для народно-хозяйственной продукции - исследование и проектирование; изготовление; обращение и реализация; эксплуатация или потребление»

Базовое понятие современного индустриального общества – жизненный цикл технических систем (изделий)



Жизненный цикл технической системы в практическом понимании) – последовательность этапов существования объектов искусственного происхождения от начала их создания до момента исчезновения.

На каждом этапе объект имеет относительно стабильный набор характеристик
Разные классы технических систем могут иметь несколько различающийся набор этапов жизненного цикла.

- Наиболее типичный состав этапов жизненного цикла:
- определение функций и потребительских качеств тех. системы, что соответствует составлению тех. задания
 - выбор функциональной структуры, принципа действия и технического решения, что соответствует разработке тех. предложения или (и) тех. проекта
 - рабочее проектирование, связанное с расчетом и оптимизацией параметров тех. системы, выбором и разработкой технологии изготовления, составлением проектной документации
 - изготовление, контроль и испытание тех. системы
 - транспортировка и хранение тех. системы
 - эксплуатация, диагностика неисправностей и ремонт тех. системы
 - Консервация
 - утилизация тех. системы в результате ее физ. или морального старения

Варианты жизненных циклов (пример) – для разных составляющих технологических систем

Софт	Концепция	Разработка	Поддержка	Списание		
Оборудование	Идея	Проектирование	Изготовление	Эксплуатация и поддержка	Списание	
Персонал	Определение требуемых компетенций	Приобретение	Обучение	Использование и рост	Отставка	
Здание	Визуализация	Проектирование сооружения и площадки	Согласование	Строительство	Эксплуатация и поддержка	Разборка
Природный ресурс	Приобретение	Разработка	Эксплуатация	Рекультивация		
Процесс	Определение выхода	Графическое представление	Описание	Пилотное внедрение	Использование и совершенствование	Ликвидация
Система	Идея	Разработка	Изготовление	Использование	Поддержка	Списание

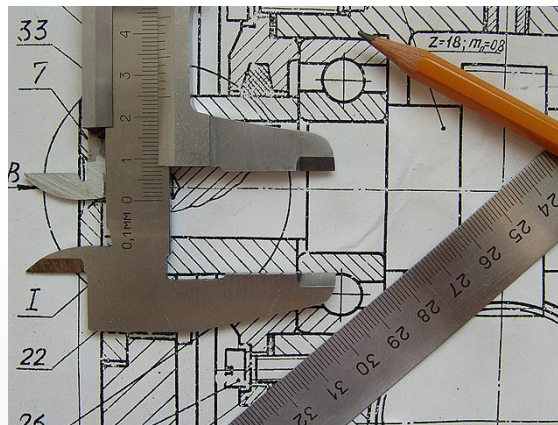
**Человек, создающий и эксплуатирующий
технологическую систему:
ИНЖЕНЕР**



Кто такой «инженер»?

- В общетехническом смысле инженер (от фр. Ingénieur и лат. ingenium – способность, изобретательность) - это создатель информации об архитектуре материального средства достижения цели или способа изготовления этого средства. (Такое определение как нельзя лучше характеризует сферу деятельности инжиниринговой компании среди участников строительства энергетических объектов)
- Профессия инженера прошла долгий путь становления и развития, имеет свои особенности на каждом этапе исторического развития человечества.
- Длительное время на эту деятельность смотрели как на неблагодарное дело, удел простолюдинов, профессия не была популярно.
- Только с развитием машинной индустрии она начинает быстро развиваться, появляется не просто «инженер – исполнитель», но инженер-промышленник, инженер – организатор, который становится основной фигурой технического прогресса

Инструмент –
информация –
человек –
технический объект



Что такое инжиниринг?

Существует более 15 различных определений.
Самые «популярные» из них:

«Википедия»: «Инжини́ринг ([англ.](#) *engineering*, от [лат.](#) *ingenium* — изобретательность; выдумка; знания) —

инженерно-консультационные услуги исследовательского, проектно-конструкторского, расчётно-аналитического характера, подготовка технико-экономических обоснований проектов, выработка рекомендаций в области организации производства и управления, то есть комплекс коммерческих услуг по подготовке и обеспечению процесса производства и реализации продукции, по обслуживанию и эксплуатации промышленных, инфраструктурных и других объектов».

Европейская экономическая комиссия ООН, 80-е гг. прошлого века:

« ...инжиниринг – это особая деятельность, связанная с созданием и эксплуатацией предприятий и объектов инфраструктуры. Другими словами, совокупность проектных и практических работ и услуг, относящихся к инженерно-технической области и необходимых для строительства объекта и содействия его эксплуатации»

Совет американских Инженеров по Профессиональному Развитию ([англ.](#) *American Engineers' Council for Professional Development (ECPD)*):

«Творческое применение научных принципов для проектирования или разработки структур, машин, аппаратуры, производственных процессов, или работа по использованию их отдельно или в комбинации; конструирование или управление тем же самым с полным знанием их дизайна; предсказание их поведения под определёнными эксплуатационными режимами. Люди, которые постоянно и профессионально практикуют инженерию, называются инженерами».

Предлагаемое определение

Инжиниринг – деятельность по:

- инженерно-технологическому*
- инженерно-экологическому*
- инженерно-экономическому*
- инженерно-организационному*

*сопровождению жизненного цикла
технологических систем - от инвестиционного
замысла до окончания эксплуатации».*

Предмет деятельности и инструментарий

В процессе инженерной деятельности (ИНЖИНИРИНГА, ИНЖЕНЕРИИ) осуществляются:

- 1) создание технических и финансово - экономических моделей производственных объектов различной степени детализации,
- 2) контроль соответствия строящихся объектов техническим моделям;
- 3) актуализация технических моделей в соответствии с изменяющимися условиями строительства и внешними факторами;
- 4) подготовка требований к поставкам оборудования, материалов, к организации строительства в целях максимального приближения к технической модели реального построенного объекта

КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО - МОДЕЛЬ!



Модель - это созданный человеком искусственный объект или явление, отображающий основные свойства реального объекта или явления. Исследуя свойства модели, человек получает знания о реальном объекте или явлении

Инженер - модель - информация

«Основной предмет технических (инженерных) наук – методы создания возможно более точных информационных моделей сложных технических систем, обеспечивающих, как возможность априорного предсказания наиболее важных параметров функционирования этих систем, так и их последующего изготовления и эксплуатации»

В.Б. Бетелин, Академик РАН,

Директор Научно-исследовательского института системных исследований РАН,

вице-президент РНЦ «Курчатовский институт»

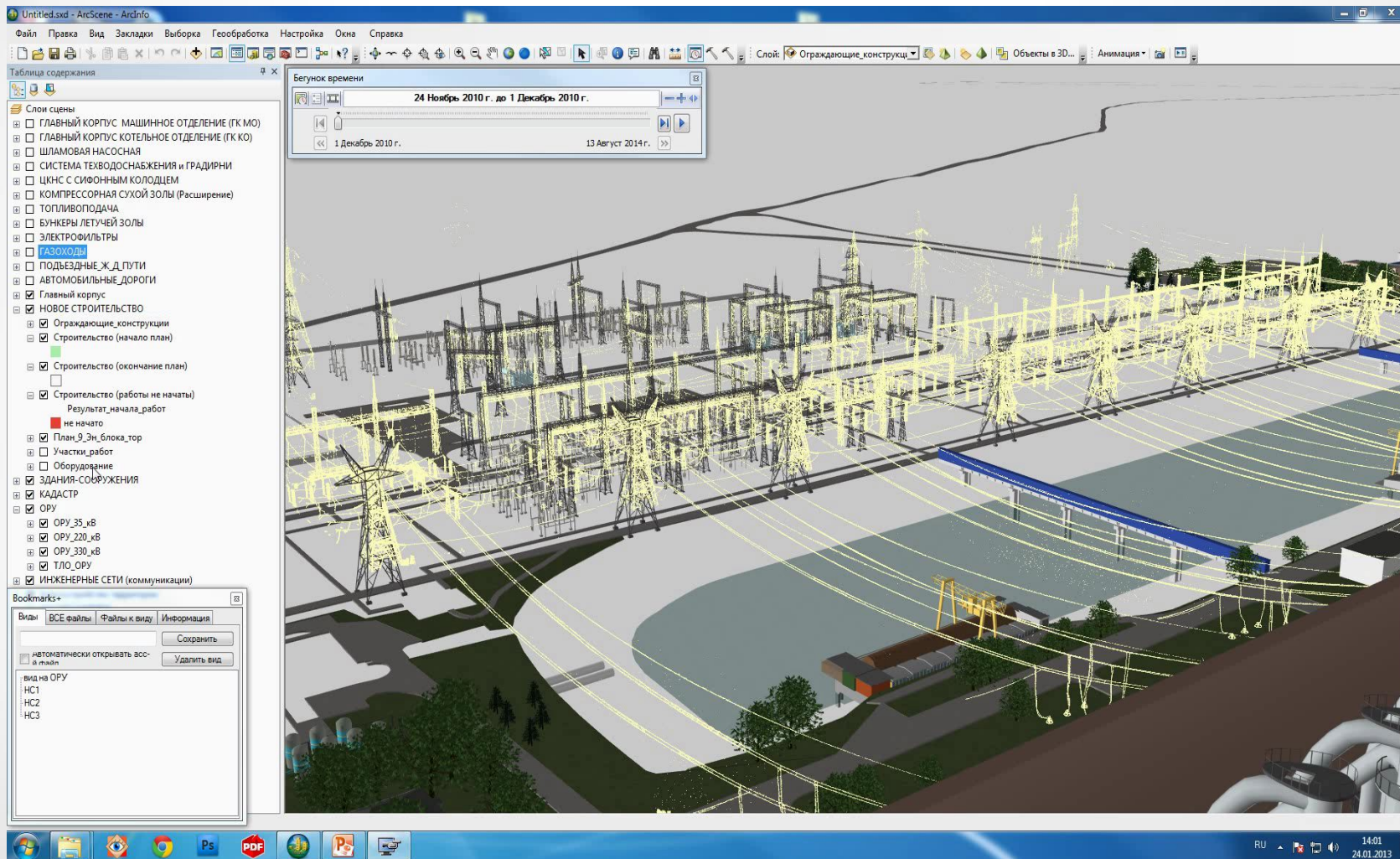
Из статьи *«СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ В XXI ВЕКЕ»*

В США разворачивается двадцатилетняя программа создания и использования эксафлопных технологий (10^{18} оп/сек) прежде всего, с целью обеспечения конкурентоспособности страны на глобальном энергетическом рынке, за счет «перехода промышленности от эмпирических методов проектирования и конструирования, опирающихся на натурные тесты, к научным методикам, опирающимся на предсказательное компьютерное моделирование»

The Role of EXASCALE Computing in ENERGY Security, DoE SciDAC Review, 2009,

www.scidacreview.org/1001/html/energy.html

Один из инструментов инжиниринга - цифровое 3D-моделирование

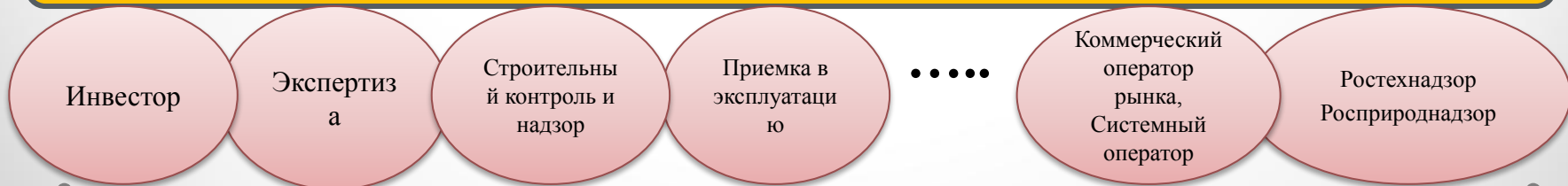


Виртуальная модель жизненного цикла ТЭС станции

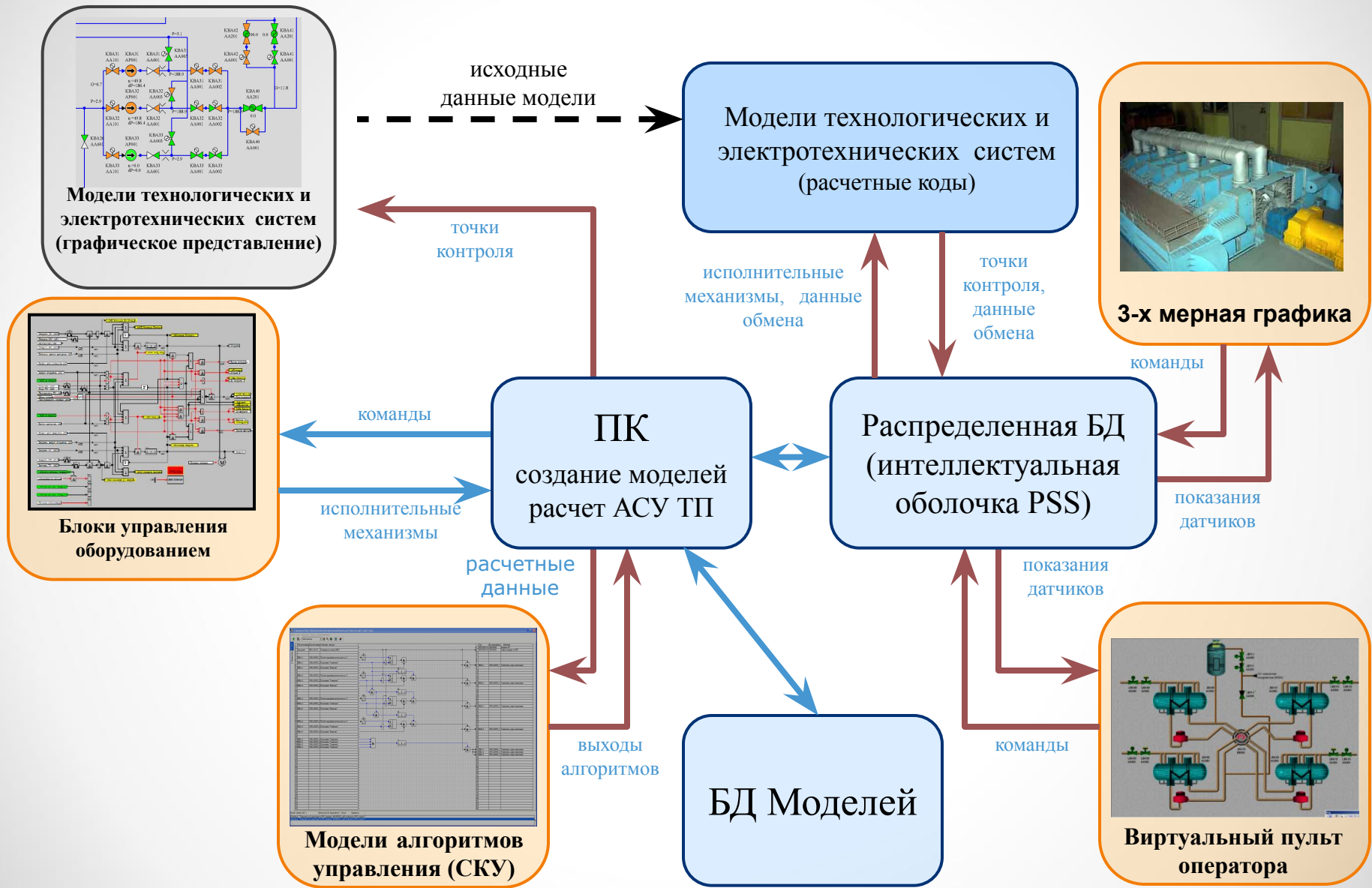
Единая виртуальная модель сопровождает весь жизненный цикл ТЭС, которому соответствует своя ВМ в виртуальном пространстве



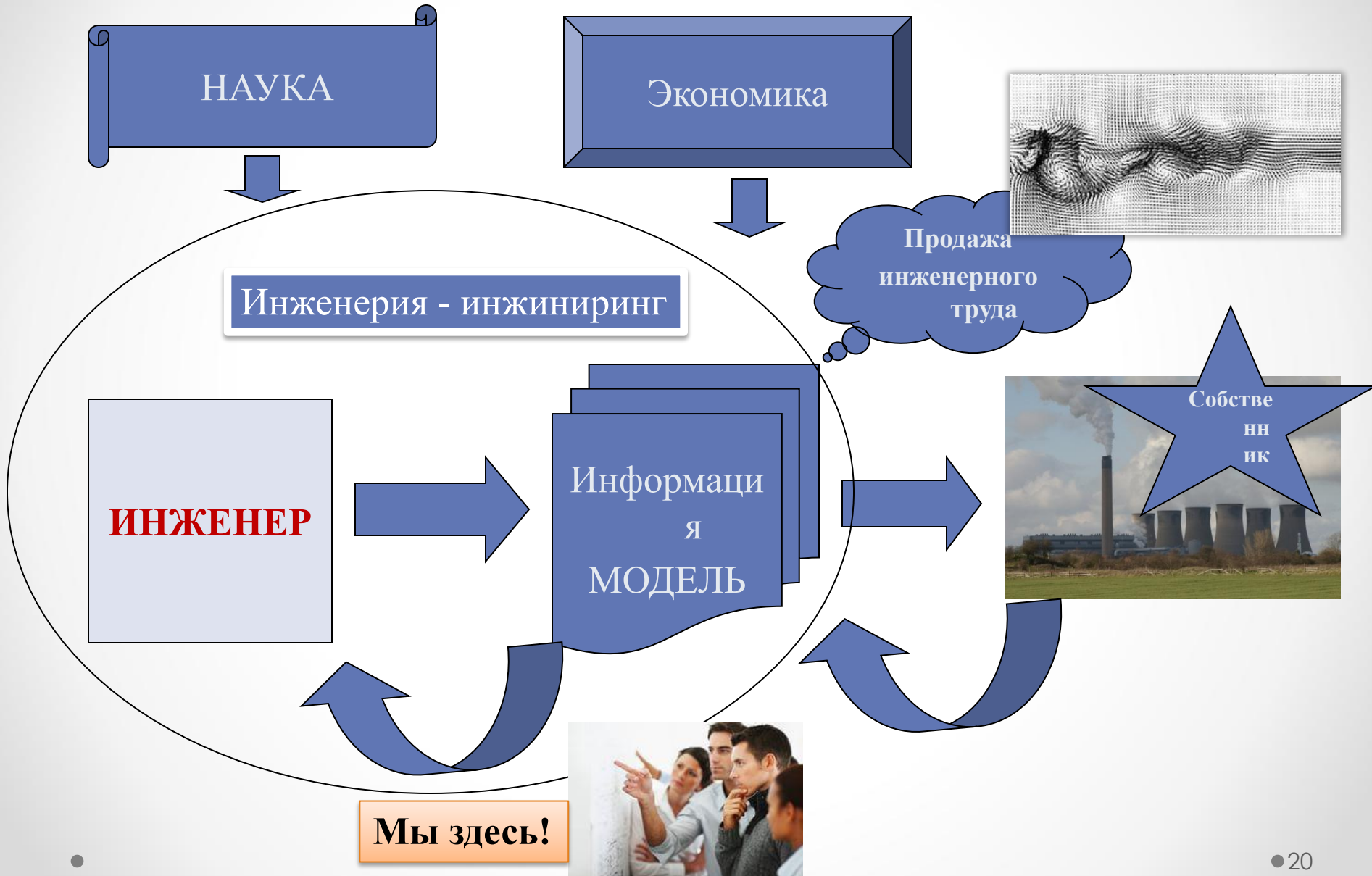
Реальный объект (прототип)



Структура модели виртуального энергоблока

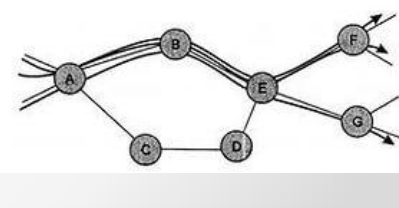


Итак:



Инжиниринг - это работа с моделями

- Инженеры *инжиниринговых компаний* работают с моделями на разных физических носителях, построенными в соответствии с положениями теории подобия и моделирования. Они имеют дело с виртуальными и реальными объектами
- В процессе **строительства** вначале создают виртуальные объект, затем осуществляют техническое сопровождение воплощения его в реальный объект
- В процессе **эксплуатации** корректируют виртуальную модель в соответствии с данными реальной жизни оборудования, зданий и сооружений, взаимодействующих в технологическом процессе выпуска продукции
- В процессе **строительства** цель инжиниринга – разработать модель и построить объект, как можно более близко соответствующий созданной модели.
- В процессе **эксплуатации** необходимо, в первую очередь, корректно моделировать технологические процессы с учетом реальных событий жизненного цикла объекта.
- На всех стадиях жизненного цикла объекта, технологической установки, оборудования требуется *непрерывное моделирование*: в период строительства (создания) – главным образом, *моделирование устройства*, на стадии эксплуатации – *моделирование процессов*.



Планирование продукта – это проведение работ с целью создания набора эволюционирующих документов, описывающий Продукт и его производство

Требования (документ):

- Рынки, клиенты, объемы, сценарии
- Варианты продукта, цены и прибыль на инвестированный капитал
- Технологии, платформа и повторное использование
- Требования клиентов

Голос клиента, основанный на уточненной сегментации клиентов, проверенных вариантах, объемах и сценариях

Выбор технологии и платформы, анализ целей повторного использования



Концепция продукта:

- Уточненные требования (документ)
- Варианты дизайна
- Степень надежности (цели)
- Концепция «Make/buy»
- Концепция производства
- Описание компонентов (в рамках концепции)

Разделение требований клиентов, бизнеса и процессов

Выбор способов реализации концепции

Описание компонентов, относящихся к концепции



Описание продуктов:

- Уточненная продуктовая концепция
- Описание всех компонентов

Описание и требования к процессу внедрения всех компонентов

Проверка решений в процессе производства прототипа

Выполнение требований

Степень свободы

Краткая история инжиниринга

- **Инжиниринг как сектор рыночной экономики** возник подтора столетия назад в Великобритании, когда впервые стали продаваться услуги инженеров (а затем и групп инженеров, объединенных в инженерные фирмы), востребованных промышленниками при возведении новых заводов и модернизации действующих, в связи
- Важным этапом развития инжиниринга стали 1940–1950-е гг. После окончания Второй мировой войны начали осуществляться крупные проекты восстановления и модернизации объектов промышленности в Европе, позднее началась масштабная индустриализация в странах третьего мира. В связи с этим возникла новая по тому времени потребность в комплексных инженерных услугах и реализации проектов «под ключ».
- Требовалось не только строительство промышленных объектов, но и помощь заказчику в их последующей эксплуатации и обучении кадров. Услуги в области инжиниринга стали более разнообразными, возникли национальные и международные рынки инжиниринговых услуг.
- В 1970–1980-е гг. потребовались уточнение понятия «инжиниринг», систематизация его видов, а также унификация инжиниринговых услуг не только на национальном, но и на международном уровне.
- Именно тогда Европейская экономическая комиссия ООН разработала «Руководство по составлению международных договоров инжиниринга», «Руководство по составлению международных договоров консорциума» и др.
- В России термин «инжиниринг» вошел в практику с середины 1990-х гг., когда начались проекты крупномасштабного строительства с участием зарубежных компаний
- Сегодня в нашей стране инжиниринг прочно вошел в обиход промышленного и гражданского строительства, и любая деятельность по организации и реализации проекты в энергетике связана с этим понятием: инжиниринг, как деятельность, инжиниринговые компании и т.п.

Предметная область инжиниринга.

Виды инжиниринга

Инжиниринг можно достаточно четко разделить на две группы:

- **строительный инжиниринг**, который наиболее востребован в настоящее время и о котором шла речь выше;
- **эксплуатационный инжиниринг**, менее «публичный» как вид деятельности, но постоянно востребованный в процессе эксплуатации энергообъектов.

Под строительным инжинирингом следует понимать создание модели промышленного объекта и управление процессом её воплощения: от инвестиционного замысла до ввода в эксплуатацию и подтверждения соответствия фактических параметров применяемых технологий расчетным параметрам.

Эксплуатационный инжиниринг – это целенаправленная деятельность по коррекции моделей в процессе эксплуатации системы (объекта) в соответствии с поставленными

В последние 30 лет международная общественность и правительства уделяют все более пристальное внимание экологическим аспектам промышленного и гражданского строительства. Некоторые специалисты даже выделяют особую сферу инженерной деятельности – **экологический инжиниринг**.

Его содержанием является моделирование природоохранных мероприятий, а также формулирование экологических требований к проектной документации и контроль их воплощения в процессе строительства.

Документация в строительном инжиниринге

Этапы и результаты инвестиционного проекта в соответствии с международной практикой	Этапы и результаты инвестиционного проекта в соответствии с отечественной практикой
Feasibility study (анализ экономической целесообразности)	Прединвестиционная стадия («инвестиционный замысел»)
Consulting	Как правило, отсутствует
Preliminary engineering (Предварительный инжиниринг)	<i>Разработка документов:</i> «Декларация о намерениях»,
Feasibility report (Технико-экономический доклад)	«Концепция», «Технико-коммерческое предложение» «Обоснование инвестиций»
	<i>Разработка документов:</i> «Техническое задание» (ТЗ) на проектирование, «Комплексное технологическое задание» (КТЛЗ) на разработку технологических линий и цепочек (промышленные предприятия)
Подготовка конкурсной документации для ЕРС (ЕРСМ) - контракции	<i>Разработка документов:</i> «Технические требования к основному оборудованию» – для заказа оборудования Заказчиком (Инвестором); Подготовка конкурсной документации для ЕРС (ЕРСМ) - контракции
Инвестиционная стадия:	
Basic engineering (Базовый инжиниринг)	<i>Разработка документов:</i> «Технико-экономическое обоснование» (Проект, Утверждаемая часть рабочего проекта)
Detailed engineering (Детальный инжиниринг)	<i>Разработка документов:</i> «Рабочая документация»
	Осуществление функций Авторского надзора, оперативное проектирование (группа рабочего проектирования на объекте)
<i>Осуществление функций Технического агента - инженера</i> Надзор за строительством Участие в приемке оборудования, в сдаче объекта в эксплуатацию	Как правило, отсутствует

Экологический инжиниринг: пример моделирования экосистемы



ГОСТ Р 54906-2012.
Системы безопасности
комплексные.
Экологически
ориентированное
проектирование.

Экологический инжиниринг – составная часть строительного и эксплуатационного инжиниринга



Федеральный закон от 10.01.2002 г.
№ 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

РОССИЙСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА

№ п/п	Международные подходы	Российские подходы
1.	Требования по соблюдению в инвестиционных проектах мероприятий по охране окружающей среды формулируются кредиторами (Всемирным банком, МБРР, ЕБРР)	Требования по соблюдению в инвестиционных проектах мероприятий по охране окружающей среды формулируются государственными органами.
2.	На прединвестиционной стадии и начальных этапах инвестиционной стадии производится классификация проектов по степени возможного воздействия на окружающую среду и определяется необходимость выполнения экологической экспертизы для предполагаемого проекта.	Экологические экспертизы требуются для любого объекта вне зависимости от его технологической сложности, объема капитальных вложений, уровня воздействия на окружающую среду.
3.	В международных законодательных нормах в процедуре экологической экспертизы «принцип презумпции потенциальной экологической опасности» не используется.	В основе законодательных документов по процедурам экологических экспертиз введен «принцип презумпции потенциальной экологической опасности» намечаемой хозяйственной или иной деятельности.
4.	Материалы экологических экспертиз рассматриваются кредиторами и инвесторами.	Материалы экологической экспертизы являются предметом рассмотрения государственных органов (а также МВК), по трехстадийной системе.
5.	В основе экологических экспертиз на прединвестиционной и инвестиционной стадиях заложены требования по инструментальному мониторингу окружающей среды и соответствию результатов национальным стандартам по охране окружающей среды.	В основе экологических экспертиз на прединвестиционной и инвестиционной стадиях исследования заложены расчетные методы, научный анализ, сопоставление с аналогами и прогнозные оценки.
6.	Экологические риски оцениваются кредиторами, инвесторами, собственниками и являются одним из оснований для принятия решения об инвестиционном проекте.	Экологические риски оцениваются государственными органами, которые и принимают решение о возможности реализации инвестиционного проекта по предприятиям любой формы собственности

Предметная область инжиниринга. Примеры

Проектный офис «АЭС-2006» Росатома декларировал подразделение сферы инжиниринга (строительного, как следует из ее функционального наполнения) на три части:

- 1) *Инженерное дело*: проектирование, конструирование, решение технических задач;
- 2) *Сооружение «под ключ»* (EPC, EPCM): Engineering, Procurement, Construction, Management.
- 3) *Управление сроками сооружения и стоимостью объекта* (входит в состав Engineering Economy – инженерной экономики, приложения экономики к управлению строительством и иным сферам технической деятельности).

Известная на рынке промышленная группа «Е4» считает, что она, как инжиниринговая компания, работает в следующих областях:

- проектирование, научное обеспечение и конструкторские разработки в области энергетики;
- управление строительством и монтажом энергетических и промышленных объектов;
- сервис и управление ремонтами энергетического оборудования;
- IT - сопровождение и поддержка проектов;
- комплектация оборудования и логистика.

ООО «Инжиниринговый центр Энерго» предлагает заказчикам весь спектр услуг в области строительства - от проектирования до сдачи объекта в эксплуатацию, также называя его инжинирингом:

- осуществление функций заказчика-застройщика;
- подготовка технической и коммерческой тендерной документации;
- управление строительством;
- комплектация объектов оборудованием и материалами;
- разработка проектно-сметной документации;
- координация действий субподрядчиков;
- выполнение строительно-монтажных работ;
- проведение пусковых операций и ввод в эксплуатацию построенных объектов;
- обучение персонала Заказчика работе на поставленном и введенном в эксплуатацию оборудовании.

От решения частных задач – к комплексному инжинирингу (1)

В 1981 г. американская Ассоциация инженеров гражданского строительства (ASCE) выпустила «Руководство по использованию услуг инженеров».

Услуги, предлагаемые современными инженерно-консультационными фирмами, по определению ASCE, включают в себя следующие 8 групп:

- **Прямые личные услуги.** Сюда относятся услуги отдельных консультантов со специальными знаниями, в том числе помощь в подготовке юридических процедур, присутствие и выступления в суде, а также исследование инженерно-технических вопросов.
- **Предварительные технико-экономические исследования и экономические сравнения.** Эти услуги могут предшествовать утверждению проекта и включать анализ условий и сравнение нескольких возможных вариантов, в т. ч. влияние объекта на окружающую среду, эксплуатационные расходы, финансовые соображения и ожидаемый доход - как основу для выводов и рекомендаций о целесообразности сооружения объекта.
- **Изучение планирования.** Речь идет о создании генпланов для долгосрочных программ экономического развития регионов или городов, исследования окружающих условий.
- **Оценки, расчеты и изучение ставок.** Эти услуги могут включать исследования и анализ капитальных, эксплуатационных и накладных расходов и доходов, расходов по финансированию.
- **Помощь в финансовых вопросах.** Сюда относятся советы и финансовые рекомендации относительно источников финансирования.
- **Управление строительством.** Эти услуги включают применение техники управления и принятия решений на различных стадиях строительства.
- **Инспектирование и испытание оборудования и материалов.** Эти услуги могут включать приемку оборудования на заводах фирм-производителей, а также испытание материалов, применяемых подрядчиком для сооружения объекта (на месте строительства).

От решения частных задач – к комплексному инжинирингу (2)

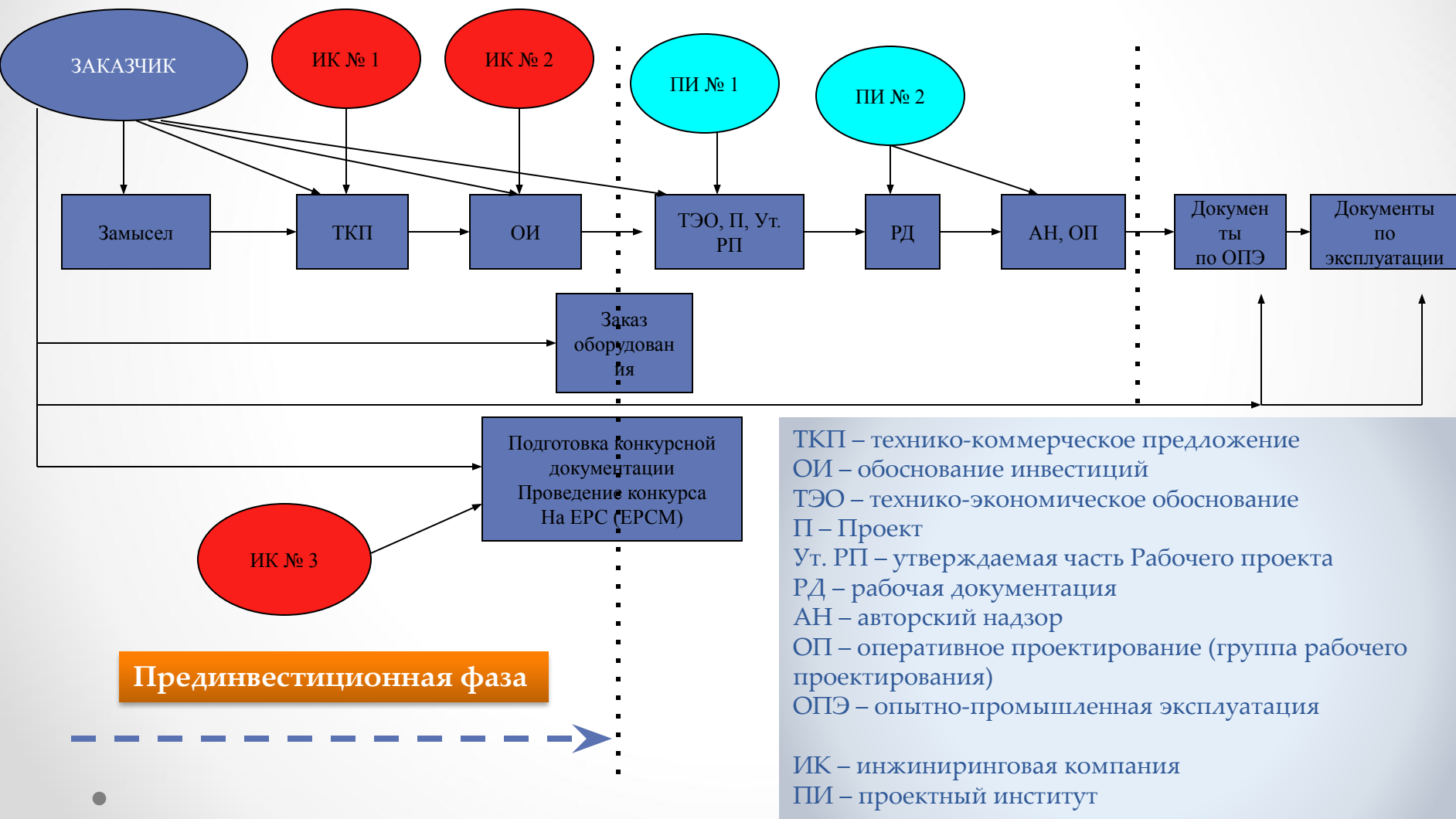
- **Эксплуатационные услуги.** По завершении строительства по просьбе заказчика инженерно-консультационная фирма может принять на себя ответственность за начальную эксплуатацию объекта как автор проекта.

По желанию заказчика комплексный инжиниринг может быть расширен путем включения услуг инженерно-консультационных фирм на последующую эксплуатацию построенного объекта или даже на реализацию продукции, изготавливаемой на этом объекте.

Таким образом, в международной практике *комплексный инжиниринг* в широком смысле включает в себя:

- **консультативный или чистый инжиниринг** (consulting engineering), связанный с проектированием объекта, разработкой планов строительства и контроля за проведением работ (авторский надзор), он не включает в себя поставок оборудования, каких-либо строительных работ, предоставление лицензий или передачи технологии;
- **технологический инжиниринг** (process engineering), состоящий в предоставлении заказчику технологий, необходимых для строительства промышленного объекта и его эксплуатации (передача производственного опыта и знаний, технологии и патента);
- **строительный или общий инжиниринг** (general contracting), относящийся к проектированию и поставкам оборудования и техники и/или монтажу установок, включая при необходимости инженерные работы.

Эволюция инжиниринга: сейчас



Типичные виды функций современной российской инженеринговой компании

- «технический агент», «инженер заказчика»;
- «технический консультант» при осуществлении закупочной деятельности и на всех этапах прединвестиционной стадии проектов;
- «технический специалист» в командах управления проектами;
- «исполнитель» предпроектной документации – технических предложений, концепций, обоснования инвестиций (т.е. того, что понимается под термином basic engineering);
- «интегратор» и (или) «заказчик» проектной и рабочей документации для строительства.



Эволюция инжиниринга: в будущем



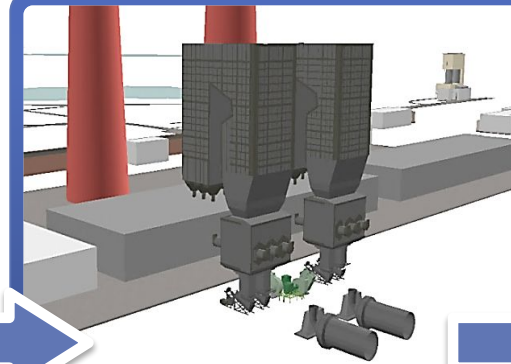
Объекты комплексного инжиниринга:



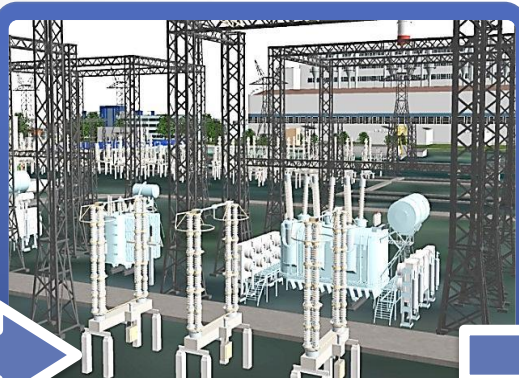
Территория ГРЭС



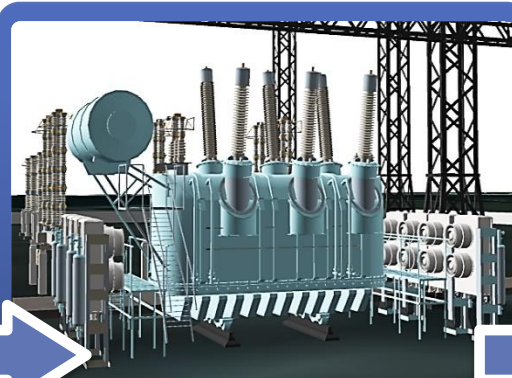
Здания и сооружения



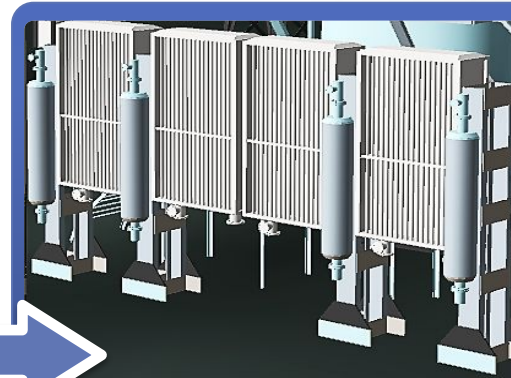
Технические места



Оборудование ГРЭС

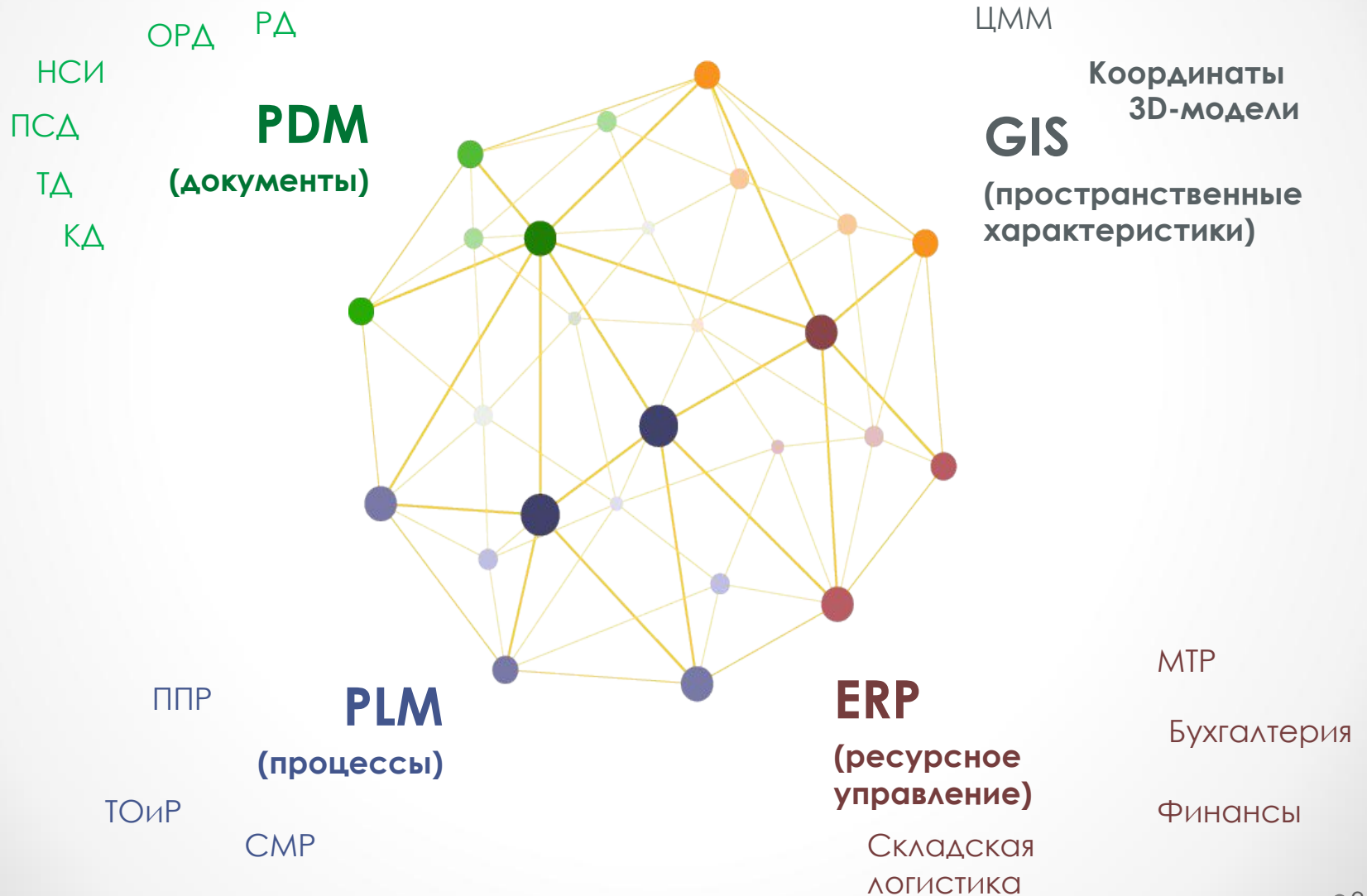


Единицы оборудования



Элементы единицы оборудования

Единая многомерная информационная модель предприятия – объект комплексного инжиниринга



Методы анализа данных, применяемые в инжиниринге для построения моделей и их использования



- Т. Гаврилова "Онтология для изучения инженерии знаний", Труды Международной научно – практической конференции KDS-2001, 2001 г.
- Г.К.Вороновский, К.В.Махотило, С.Н.Петрашев, С. А.Сергеев "Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности", Харьков Основа 1997 г.
- В.В.Круглов, В.В.Борисов "Искусственные нейронные сети", 2001 г.
- Л.А.Сошникова, В.Н.Тамашевич, Г.Уебе, М.Шефер "Многомерный статистический анализ в экономике", 1999 г.

«Проектирование» - нюансы терминологии

В различных источниках и в обиходе встречаются разные определения термина «проект» (лат. *proiectus* - выступающий вперед).



В русском языке он имеет два основных толкования.

- Первое и самое старое из них, теснее всего связанное с инжинирингом, означает **зафиксированный на физическом носителе прототип, образ, модель разрабатываемого (строящегося) объекта, а попросту – проектную документацию, чертежи и текст.**

Этому определению соответствует в английском языке термин *design*. Термин «проект», используемый в отечественной практике, означает документацию, содержащую решения по производству и (или) строительству некоторого объекта, и в этом смысле является элементом «инвестиционного проекта».

- Второе толкование возникло уже в постперестроечный период и имеет ряд несколько отличающихся друг от друга формулировок.

Ему соответствует английский термин *project*. Например популярный Интернет-словарь по естественным наукам «Глоссарий.ру» определяет *инвестиционный проект*, как «... **конкретное мероприятие, в которое вкладываются денежные средства с целью получения прибыли и (или) прироста капитала**».

Русская редакция стандарта управления проектами ANSI PMI PMBOK® GUID 2004 определяет *проект*, как «временное предприятие (*endeavor*) для создания уникальных продуктов, услуг или результатов» и т.д.

Взаимосвязь инжиниринга, проектирования, управления проектами

- Управление проектами строительства на основе формализации и стандартизации бизнес-процессов, а также мощных средств их ИТ-обеспечения на сегодняшний день является доминирующей философией в мировой практике строительства, создания уникальной продукции, организации социальных экспериментов и т.д.
- Управление проектами актуально и для инжиниринга, т.к. осуществление деятельности из его предметной области представляет собой комплекс более или менее взаимосвязанных проектов.
- В частности, разработка проектной и рабочей документации требует сложного организационного обеспечения и четко построенных специфических бизнес-процессов, однако их ключевые принципы являются теми же, что и в строительной деятельности, в бизнесе по созданию сложных интеллектуальных продуктов.
- При управлении строительством, проектированием и решении любых других инженерных задач необходимо правильно ставить задачу, четко и неоднозначно выделять основную *цель* проекта.
- Проектирование в смысле создания документированных моделей будет детально раскрыто в дальнейших лекциях курса

Участники проектов сооружения ТЭС и электросетевых объектов: кто в ответе за успех проекта?



Элементы системы управления проектами – инжиниринг

Модуль управления портфелем

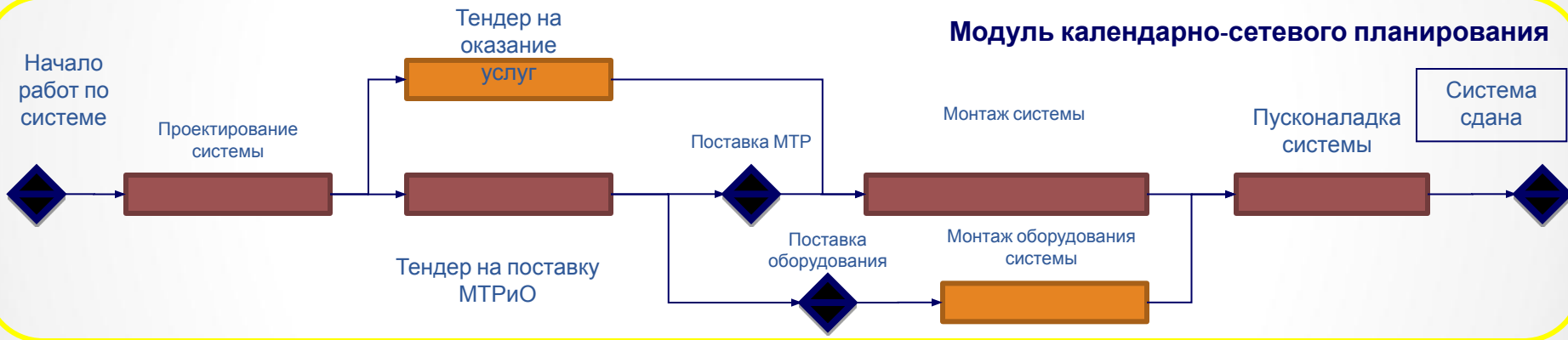
Выбрать «правильные» проекты
и определить текущее состояние

Модуль оценки стоимости

Определить
стоимость каждой работы

Модуль управления ресурсами

Обеспечить
каждую работу ресурсами



Модуль управления поставками

Обеспечить каждую работу
МТР

Модуль бюджетирования

Сформировать бюджет проекта
и встроить его в бюджет компании

Модуль ФДО

Обеспечить каждую работу
договором

Модуль управления рисками

Учесть и оценить все
возможные риски проекта

Модуль документооборота

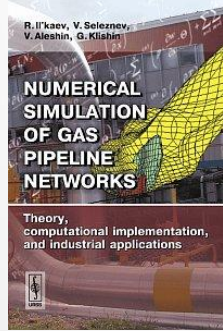
Учесть каждый документ
по проекту

Модуль 3D-моделирования

Определить структуру
объекта

Закрепление темы

- Ключевые понятия курса: природа, общество, энергетика, жизненный цикл технической системы, модель
- Определение инжиниринга и его предметная область
- Строительный и эксплуатационный инжиниринг
- Взаимосвязь инжиниринга, проектирования и управления проектами при решении практических задач строительства энергообъектов



Вопросы для самоконтроля

- Назовите стадии жизненного цикла сетевых и генерирующих объектов
- Что такое модель?
- Дайте определение понятиям «инженер», «инжиниринг»
- Какие виды инжиниринга можно выделить, исходя из жизненного цикла энергообъектов?
- Какова предметная область строительного и эксплуатационного инжиниринга?
- Как влияют экологические факторы на процессы строительства и эксплуатации генерирующих и сетевых объектов?
- Дайте свое видение роли инжиниринга при управлении инвестиционными проектами строительства электростанций и сетевых объектов



Спасибо за внимание!

