

# Дополнения к курсу

- Библиотека знаний PLM урал
- Обоснование автоматизации из диссера Богданова
- ГОСТ 34. и новые стандарты
- Перечисление стандартов ЕСКД и понятий САД из книги Жаркова
- Бизнес – процесс?
- Эффекты от автоматизации?
- Нормативные ссылки по автоматизации – Концепция звездочка стр.10
- Цифровое производство – книга Шевченко
- ОПИСАНИЕ PDM ИЗ брошюры Програмсоюз
- Фотографии презентаций PLM-форумов
- последние десятилетия в развитых странах мира стремительно расширяется применение компьютерного моделирования в создании новых образцов авиационной, ракетной, космической техники, энергетического оборудования, судостроения, автомобильной промышленности и других наукоемких отраслей, что обусловлено следующими основными преимуществами информационных технологий:
- Методы проектирования.

# Автоматизированное проектирование электротехнических устройств

Дисциплина преподается на основе ранее изученных дисциплин:

- «Информатика»;
- «Инженерная и компьютерная графика»;
- «Метрология, стандартизация и сертификация»;
- «Электрические и электронные аппараты»;
- «Электрические машины»;
- «Электрический привод»;
- «Электроснабжение технологических комплексов»;
- «Элементы систем автоматики»
- и обеспечивает изучение последующих дисциплин:
- «Проектирование электрических машин»;
- «Электромеханические комплексы в электроэнергетике»;
- «Промышленные контроллеры и системы программного управления»;
- «Электропривод в современных технологиях».

# Историческая справка

- Тенденция ко всеобщей автоматизации, компьютеризации, виртуализации, информатизации – с середины XXв. по н.в. Получение конкурентного преимущества. «Визуализация идеи».
- За рубежом: автоматизация производства и логистики в странах НАТО, МО США. С 80х годов XXв. – проектирования и разработки.
- В СССР и России: 80е годы XXв. – попытка создания систем управления производственными предприятиями («виртуальное предприятие»). 90е годы – отставание от передовых стран. 2000е и н.в. – интенсивное развитие технологий автоматизации в отраслях, ориентированных на экспорт.
- Задача специалистов по автоматизации: ликвидировать отставание, применять лучшие практики, разрабатывать новые методики, обеспечить устойчивое развитие.
- Современная тенденция: переход от автоматизации отдельных видов деятельности с созданием ЕИП, ЕКИАС (ЕКИС) и т.п.

# Текущее состояние

## В России:

- Доля инновационной продукции в общем выпуске составляет всего 8-9 %;
  - Инвестиции в нематериальные активы в 3 - 10 раз ниже, чем в ведущих государствах;
  - Доля экспорта высокотехнологичной продукции в мировом объеме экспорта составляет около 0,4 %;
- В 2014 году - девятое место в мире по объему внутренних затрат на исследования и разработки, четвертое место в мире по объему бюджетных ассигнований на науку гражданского назначения. Но по результативности (объему публикаций в высокорейтинговых журналах, количеству выданных международных патентов на результаты исследований и разработок, объему доходов от экспорта технологий и высокотехнологичной продукции) Россия попадает лишь в третью группу стран (Восточной Европы и Латинской Америки);
- В международном рейтинге конкурентоспособности занимает 40-е места.

# Текущее состояние

Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 “О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы”.

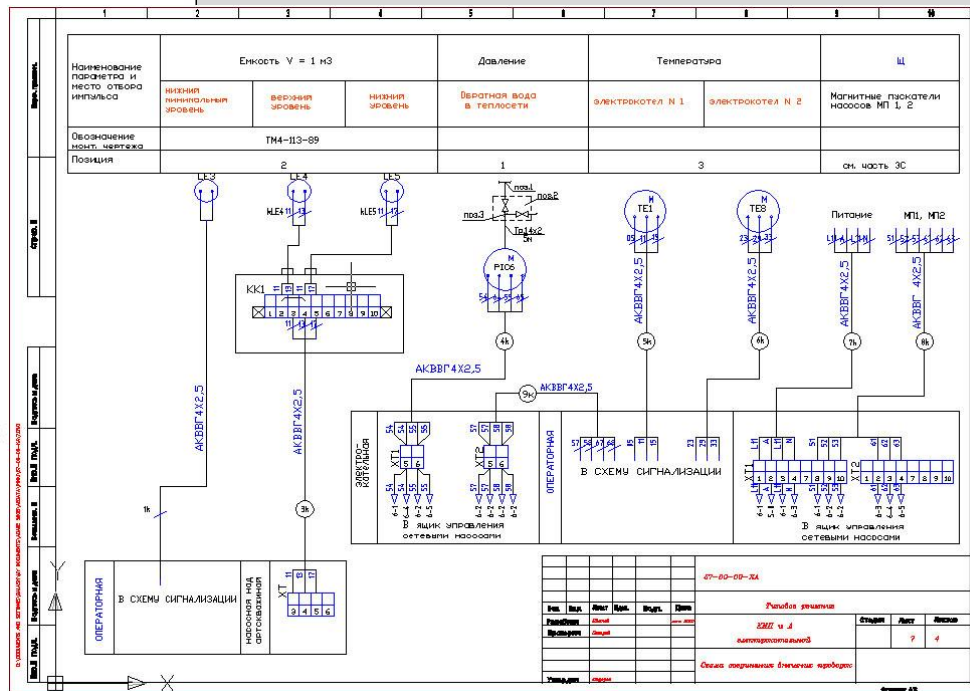
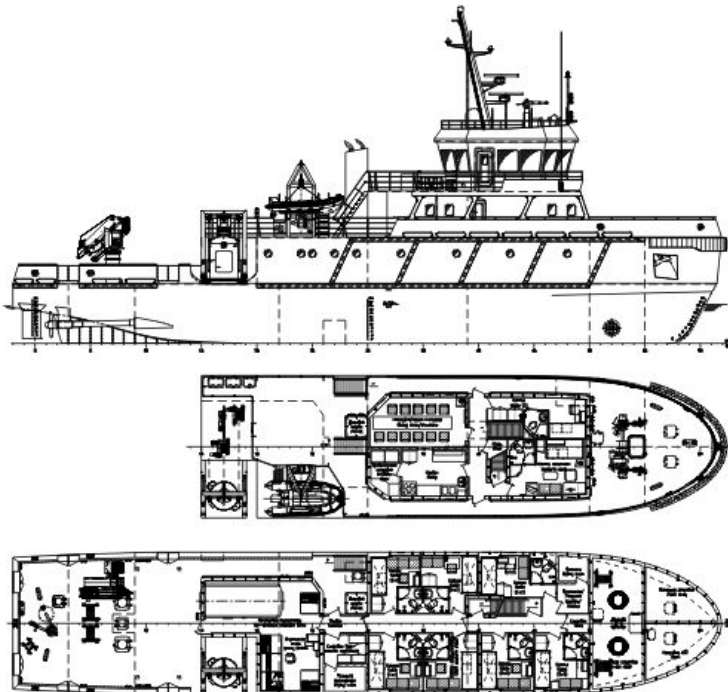
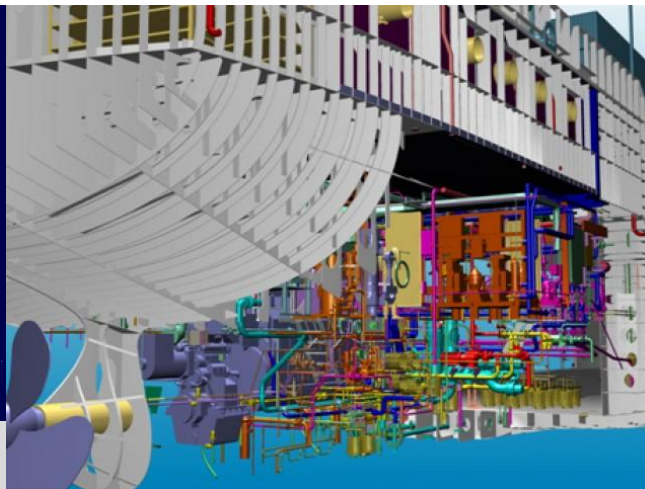
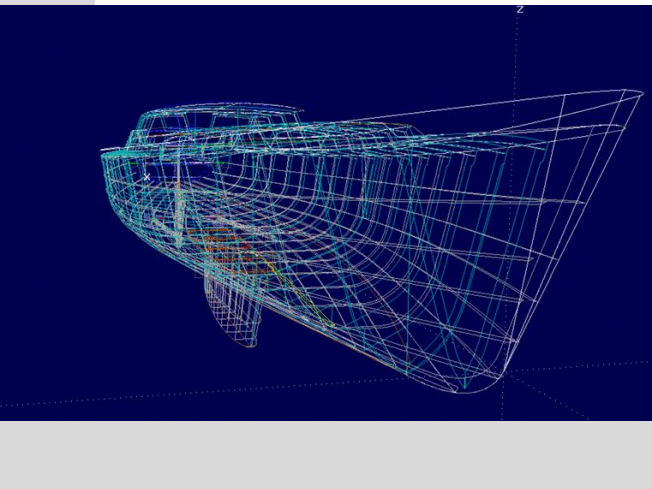
Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р.

Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации".

Распоряжение Правительства РФ от 23 марта 2018 г. N 482-р «О плане мероприятий ("дорожной карте") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые производственные технологии)».

Государственная Программа Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности". Утверждена [постановлением](#) постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 328 (в редакции [постановления](#) Правительства Российской Федерации от 31 марта 2017 г. N 382-13).

# Примеры: судостроение





# Примеры: судостроение



# Примеры судостроение

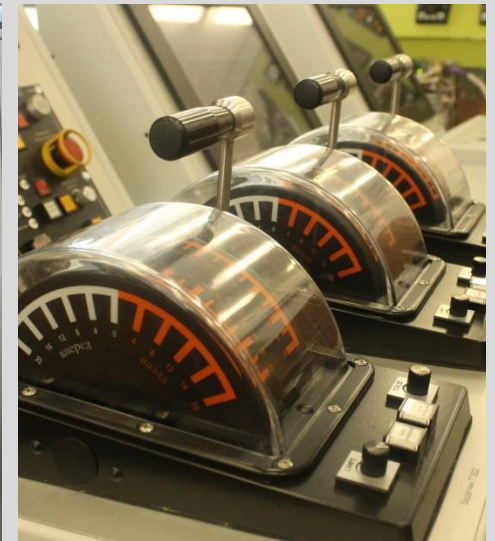




# Примеры: судостроение

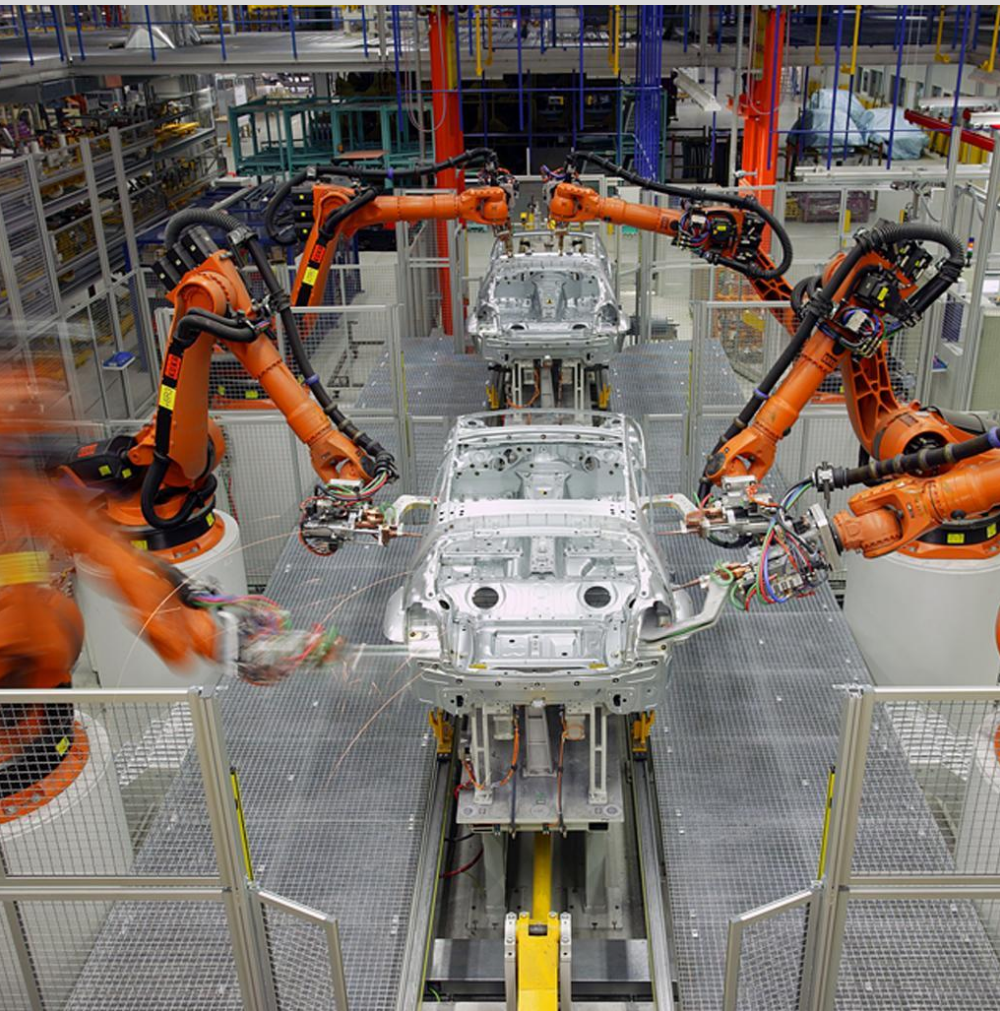


# Примеры: судостроение



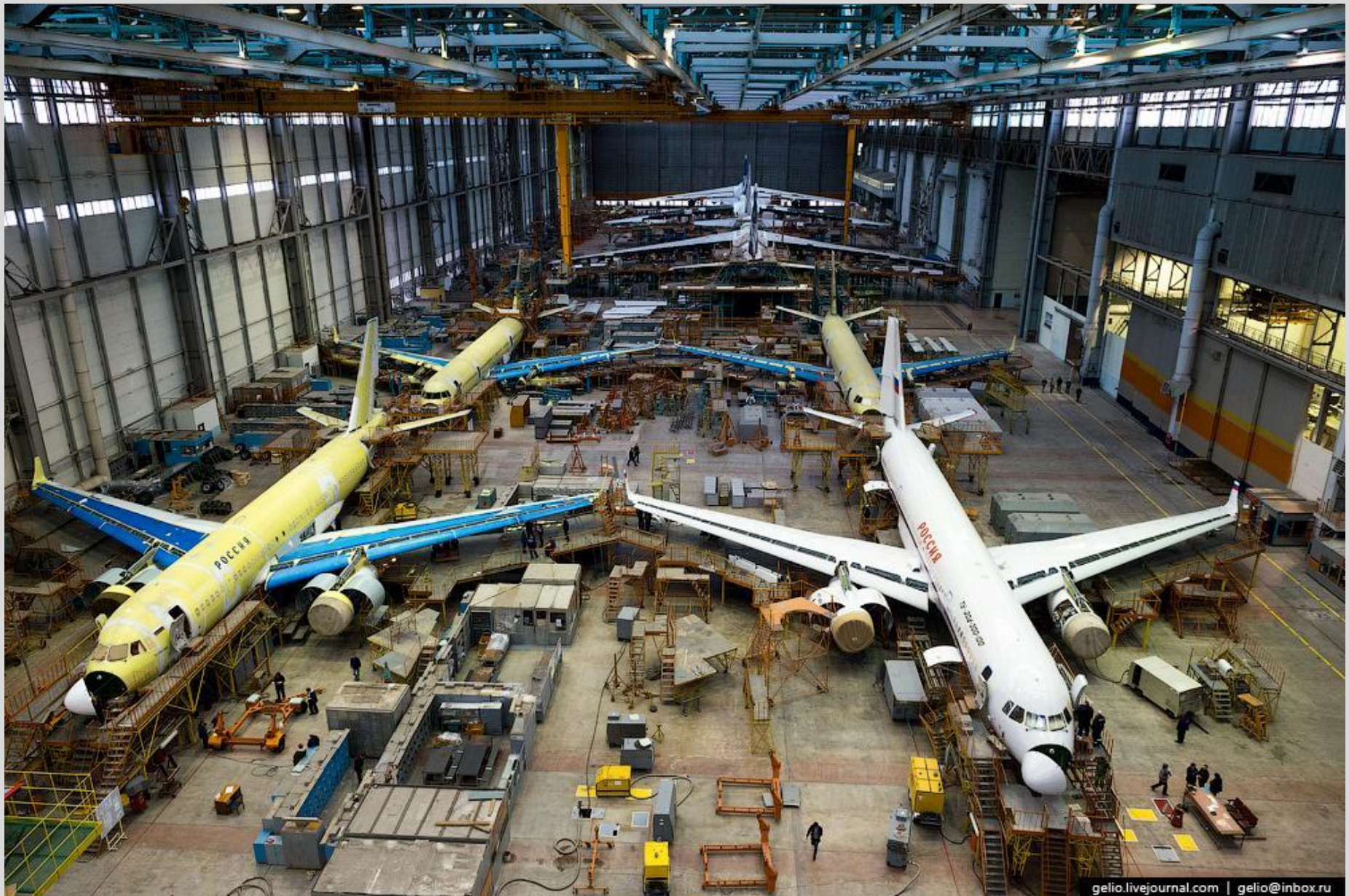


# Примеры робототехника



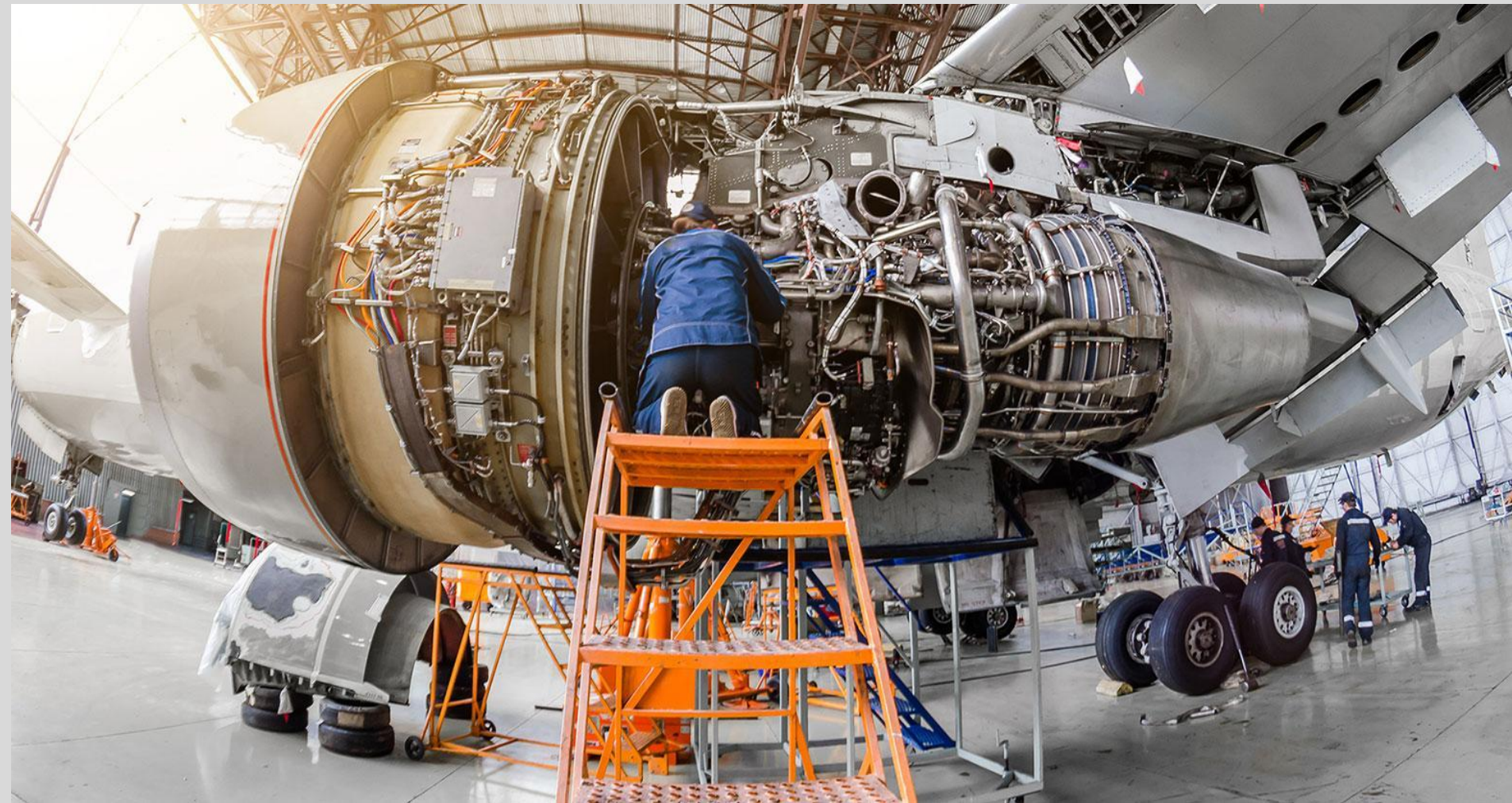


# Примеры: авиастроение





# Примеры: авиастроение





# Примеры: авиастроение





# Примеры: энергетика



# Цель автоматизации

Главная цель - поддержание и повышение уровня *конкурентоспособности* (предприятия, продукции, производства).

**Эффективный поиск оптимальных конструкторских решений на основе получения большого объема информации на этапе проектирования;**

**Сокращение сроков разработки и снижение стоимости проектирования сложных наукоемких изделий;**

**Широкое внедрения информационных технологий компьютерного моделирования создает мультипликативный эффект в развитии науки и промышленности.**

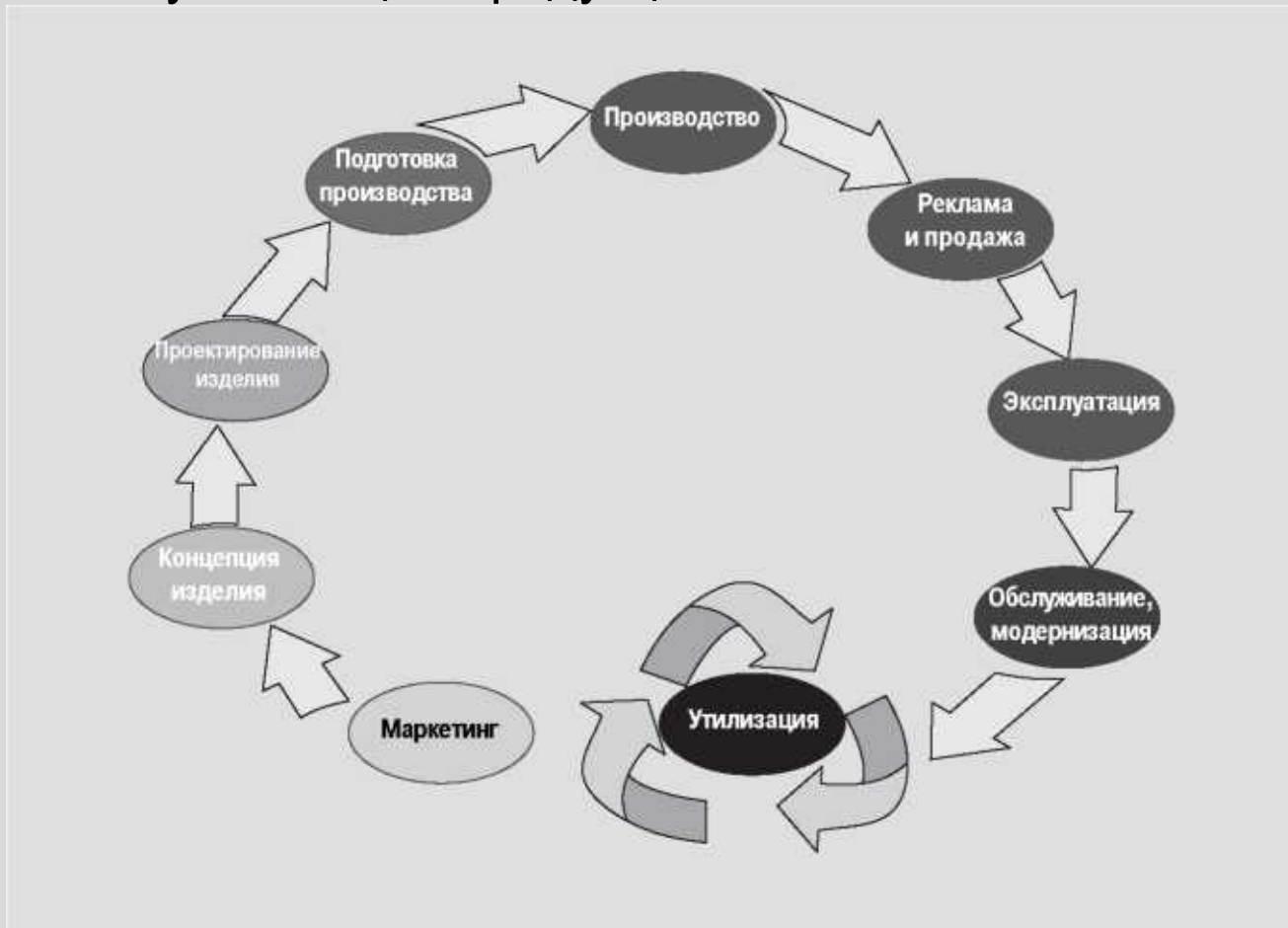
**Бизнес-процесс**— это совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей.

**Задачи:**

- Автоматизация отдельных бизнес-процессов и представление данных на них в электронном виде.
- Интеграция автоматизированных процессов, представленных в электронном виде, и относящихся к ним данных об изделиях, системах, устройствах из различных источников информации в едином информационном пространстве.

# Жизненный цикл изделия

Жизненный цикл (ЖЦ) продукции - это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукции.

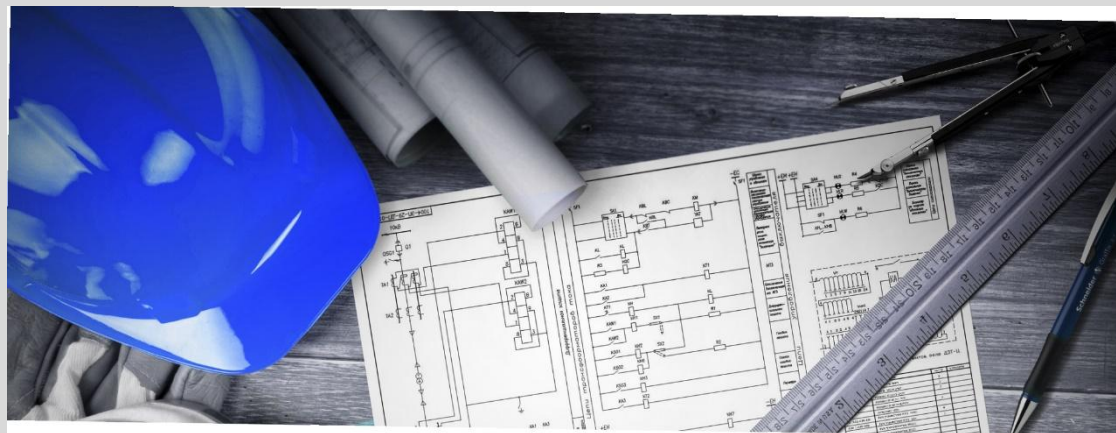




# Жизненный цикл изделия



FeaturePics.com - 11529099





# Жизненный цикл изделия. Проблемы

- Документо-ориентированный подход, в котором основной единицей инженерной деятельности считается документ, описывающий то или иное инженерное решение с той или иной точки зрения. Любой документ предназначен для чтения и восприятия людьми – участниками жизненного цикла (ЖЦ) изделия. Рост масштаба и наукоемкости изделий приводит к взрывному увеличению количества документов и затрат труда на документооборот, бюрократизации процессов ЖЦ и утрате гибкости управления и деятельности.
- Большое количество исполнителей (в том числе, территориально-распределенных), что обуславливает сложность планирования и координации их работы, проверки их результатов, необходимость обмена и объединения большого количества разнородной информации для получения и оценки конечного результата. Для обеспечения эффективного решения данных проблем и задач необходимо применение автоматизированной системы поддержки принятия решений, функционирующей на основе созданной и поддерживаемой в актуальном состоянии информационной модели, объединяющей данные о результатах работы всех участников проекта.

# Управление жизненным циклом.

## Проектное управление

Современные подходы к автоматизации ЖЦ:

- *Проектное управление* («ворота качества»);
- *CALS* (ИПИ);
- *Цифровое производство.*

**Проектное управление** - область деятельности, в ходе которой определяются и достигаются четкие цели проекта при балансировании между объёмом работ, ресурсами (такими как деньги, труд, материалы, энергия, пространство и др.), временем, качеством и рисками. Ключевым фактором успеха проектного управления является наличие чёткого заранее определённого плана, минимизации рисков и отклонений от плана, эффективного управления изменениями.

**Проект** - временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата (PMBOK).

- целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы (SEBOK).

# Управление жизненным циклом. «Ворота качества»



**Контрольная точка 1** - старт концептуального проектирования изделия методами системного инжиниринга

Результат (Контрольная точка 5): системно-интегрированное решение для нового изделия и уровни готовности технологий не ниже УГТ 6

**Контрольная точка 5** - старт проектирования и конструирования (ОКР)

**Контрольные точки 6 ... 15:** Переход к проектному подходу для конструкторской и производственной реализации концептуального решения

**Проектирование по целям:** под заданную стоимость, «для производства», «для сервиса и эксплуатации»

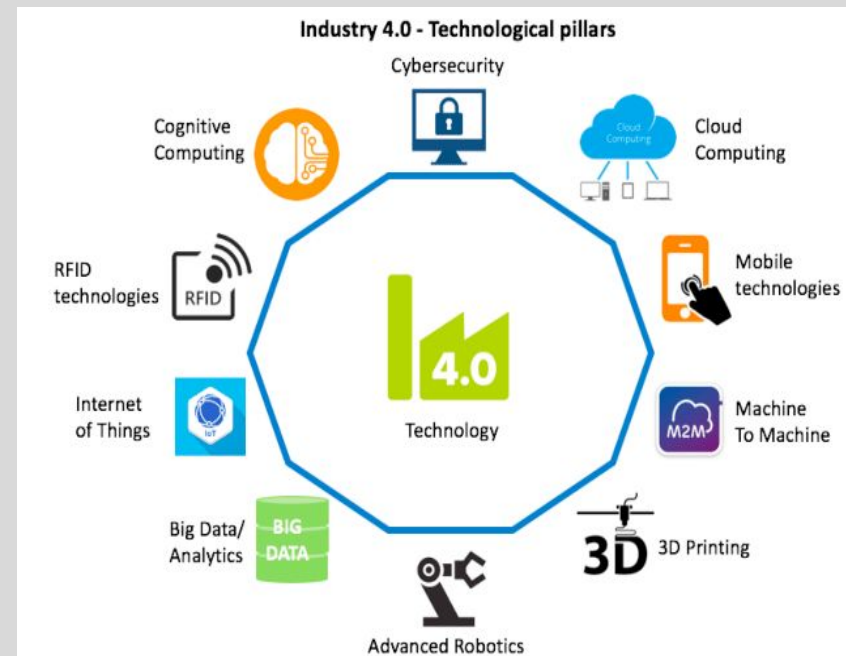
**Контрольная точка 7** – старт производства, закупки систем и компонентов

**Контрольная точка 14** – старт производства серии изделий

# Индустрия 4.0

Прогнозируемая четвертая промышленная революция (Industrie 4.0 – программа развития промышленности Германии и Европы) и внедрение в передовых организациях входящих в нее технологий:

- большие данные;
- искусственный интеллект, машинное обучение и робототехника;
- интернет вещей (промышленный интернет);
- дополненная и виртуальная реальность;
- новые производственные технологии – аддитивные технологии (3D-печать);
- интеграция систем;
- блокчейн (распределенный реестр);
- цифровое производство;
- цифровой двойник, моделирование и визуализация;
- энергоэффективные технологии
- информационная безопасность.



# Управление жизненным циклом. CALS

**CALS** (Continuous Acquisition and Life cycle Support) — совокупность базовых принципов, управленческих и информационных технологий, обеспечивающая поддержку жизненного цикла изделий (преимущественно машиностроительных) на всех его стадиях. CALS базируется на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), в которой посредством электронного обмена данными реализуется взаимодействие всех участников жизненного цикла: заказчиков продукции, разработчиков, производителей (поставщиков) продукции, эксплуатантов. Правила указанного взаимодействия регламентированы международными стандартами.

Русскоязычный аналог CALS — **ИПИ** (Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий). ИПИ определяется, как совместная стратегия государства и бизнеса, направленная на совершенствование существующих процессов в промышленности, путем их преобразования в информационно-интегрированную систему (ИИС) управления жизненным циклом изделий.



## Инвариантные понятия ИПИ

Параллельный  
инжиниринг

Интегрированная  
логистическая  
поддержка

Безбумажный  
обмен данными  
+ЭЦП

Управление  
изменениями  
структур

Анализ и  
реинжиниринг  
бизнес-процессов

Управление  
проектом

Управление  
ИИС

Управление  
качеством

Управление  
конфигурацией

Управление  
потоками работ

## Стадии ЖЦ изделия

Определение и  
анализ  
потребности

Изучение  
реализуемости

Определение  
требований

Разработка  
проектирование

Производство

Развертывание

Эксплуатация/  
поддержка

Утилизация

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА (ИИС - ЕИП)

## Инструментарий:

PDM CAE/CAD/CAM MRP/ERP LSA/LSAR WF SADT ...

Стандарты

# Цифровое производство

**Цифровое производство** – способ организации эффективного производства на основе комплексного применения высокоинтегрированных компьютерных технологий автоматизации, «цифровых двойников», цифрового моделирования и обработки информации на всех стадиях планирования, разработки, изготовления, обеспечения качества, эксплуатации и вплоть до утилизации, т. е. на всем жизненном цикле изделия. Ключевыми особенностями такого вида производства является всесторонний обмен информацией между всеми стадиями процесса, организованный исключительно в цифровом виде на основе современных технологий обработки, передачи и хранения информации.

# Цифровое производство

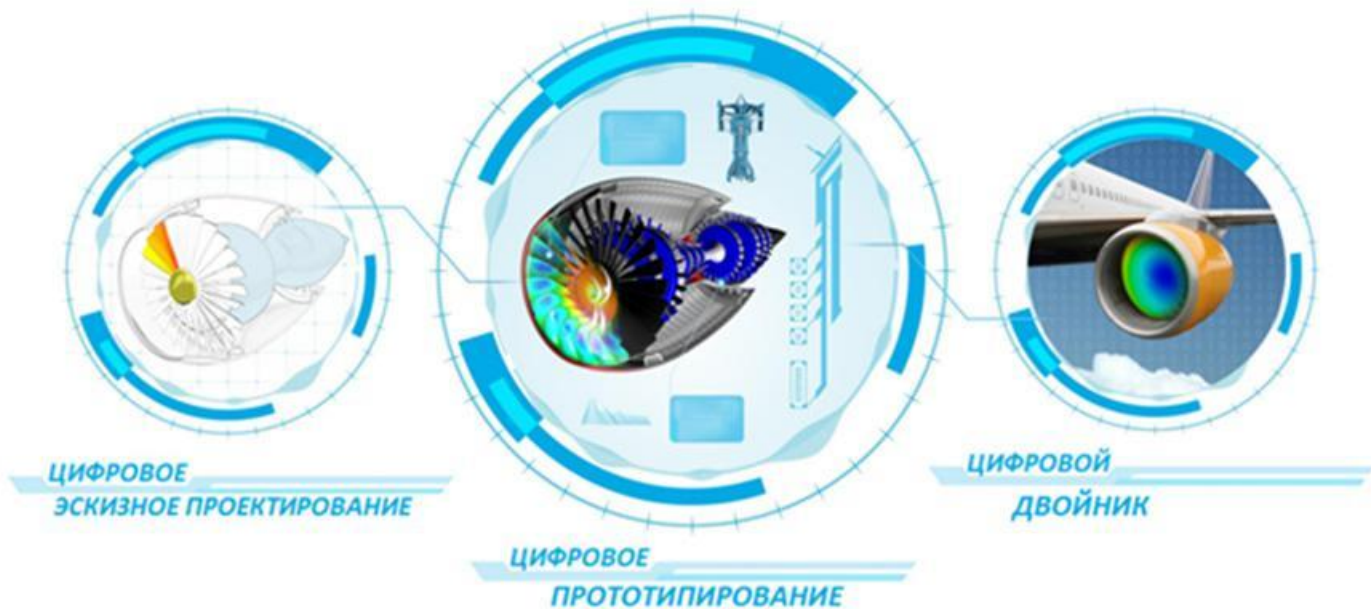
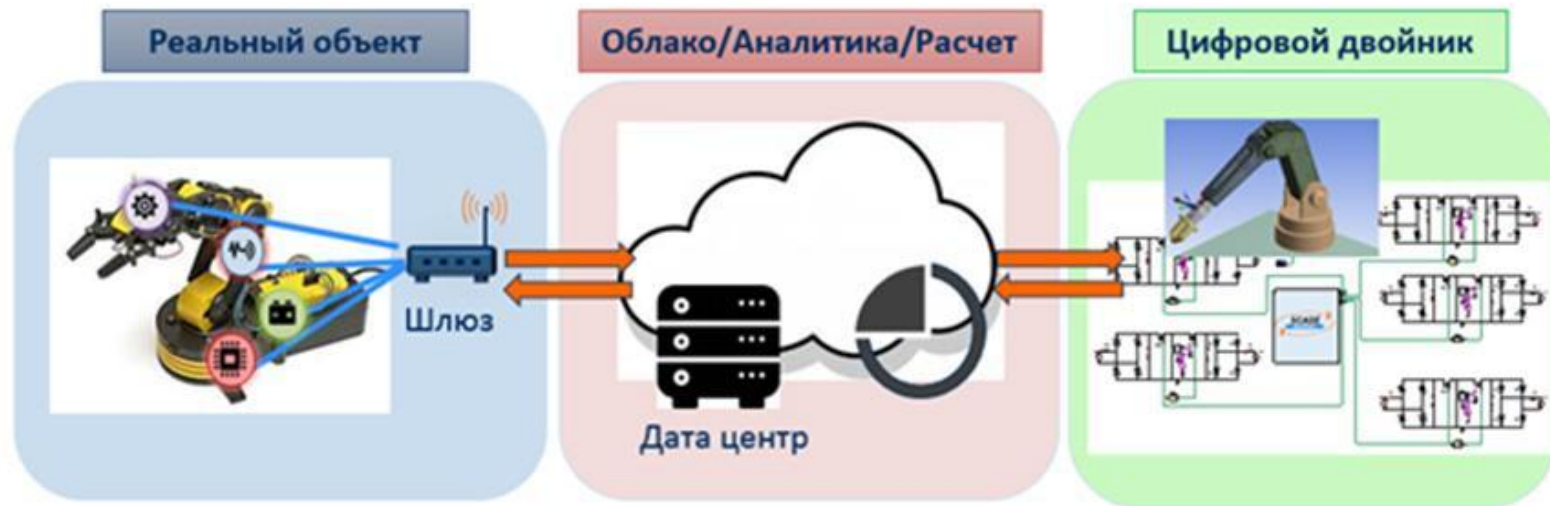
**Цифровой двойник** – цифровое представление конкретного экземпляра изделия, группы изделий, механического или технологического процесса, соединяющее в себе сведения о цифровом макете, имеет информацию об испытаниях тесно интегрированную с инженерными аналитическими и численными методами расчетов (приближенные к реальности математические модели на всех стадиях разработки продукта), реализован модельно-ориентированный подход к проектированию систем, имеет информацию об условиях эксплуатации от предусмотренных на стадии проектирования или установленных при модернизации датчиков, спецификацию использованных материалов, руководства и данные по обслуживанию изделия, информацию из PLM, SLM и других систем, например записи о владельцах из CRM-системы и т.д. Таким образом, благодаря обратной связи от конкретного физического экземпляра изделия, цифровой двойник наиболее точно отображает его реальное состояние, рабочие характеристики, прогнозирует оставшийся ресурс, позволяет выдавать рекомендации для оптимальной работы физического оригинала.

# Цифровое производство

**Цифровые фабрики** – системы комплексных технологических решений, обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения от стадии исследования и планирования, когда закладываются базовые принципы изделия, и заканчивая созданием цифрового макета (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двойника» (Digital Twin), опытного образца или мелкой серии.

Цифровая фабрика подразумевает наличие «умных» моделей продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т. д.) на основе новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования. Эта парадигма является логическим продолжением и развитием парадигмы Simulation-Based Design (проектирование на основе математического и компьютерного моделирования), которая применяется ведущими высокотехнологичными компаниями в мире и заключается в эффективном и всестороннем применении CAD-систем и конечно-элементного моделирования в рамках программных систем компьютерного инжиниринга. Цифровые фабрики, как правило, генерируются на испытательных полигонах (TestBeds).

# Цифровой двойник





# Нормативная база

- СМК ИСО 9000/9001/9004
- Системы стандартов ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД как всеобъемлющие системы
- ГОСТ 2.051 – 2013 Электронные документы
- ГОСТ 2.052 – 2015 Электронная модель изделия
- ГОСТ 2.053 – 2013 Электронная структура изделия
- ГОСТ 2.054 - 2013 Электронное описание изделия
- ГОСТ 2.055 - 2014 Электронная спецификация
- ГОСТ 2.056 - 2014 Электронная модель детали
- ГОСТ 2.057-2014 Электронная модель сборочной единицы
- ГОСТ 2.058 - 2016 Правила выполнения реквизитной части электронных конструкторских документов.

# Нормативная база

- ГОСТ 2.102 – 2013 Виды и комплектность конструкторских документов
- ГОСТ 2.201 – 80 Обозначения изделий и конструкторский документов
- ISO 10303 STEP
- ГОСТ Р ИСО 10303 Системы автоматизации производства и их интеграция
- Методология PMI, сформулированная в виде стандарта РМВОК
- ГОСТ 34.XXX Стандарты информационной технологии и автоматизированных систем
- ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»
- ГОСТ 7.0—99 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения
- ГОСТ Р 2.106-2019 Текстовые документы

# Нормативная база

- ГОСТ Р 54869—2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом
- ГОСТ Р 54870—2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов
- ГОСТ Р 54871—2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению программой
- ГОСТ 15.XXX Система разработки и постановки продукции на производство
- ГОСТ 24.XXX Система технической документации на АСУ (Единая система стандартов автоматизированных систем управления)
- ГОСТ РВ 15.002-2003 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Система менеджмента качества. Общие требования
- ГОСТ 8.XXX Государственная система обеспечения единства измерений

# Системный анализ

**Техническая система (ТС)** - это материальный объект искусственного происхождения, который состоит из элементов (составных частей, различающихся свойствами) объединённых связями (линиями передачи единиц или потоков чего либо) и вступающих в определённые отношения (условия и способы реализации свойств элементов) между собой и с внешней средой, чтобы осуществить процесс (последовательность действий для изменения или поддержания состояния) и выполнить функцию ТС (цель, назначение, роль). ТС имеет структуру (строение, устройство, взаиморасположение элементов и связей, задающее устойчивость и воспроизводимость функции ТС). Каждая составная часть ТС имеет индивидуальное функциональное назначение (цели использования) в системе.

**Анализ** – метод научного исследования (познания) явлений и процессов, в основе которого лежит изучение составных частей, элементов изучаемой системы.

**Системный анализ** – совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам. Опирается на системный подход, а также на ряд математических дисциплин и современных методов управления. Основная процедура – построение обобщённой модели, отображающей взаимосвязи реальной ситуации; техническая основа системного анализа – вычислительные машины и информационные системы (БЭС).



# Системный синтез

Процесс создание сложных систем требует подхода, объединяющего понятия «синтеза» как соединения различных элементов, сторон предмета в единое целое и понятия «системы» как цели синтеза, т.е. **«системного синтеза»**. В основе «системного синтеза» лежит синтез объектов как развивающихся самоорганизующихся целенаправленных систем.

Системный синтез предполагает создание методик проектирования, которые позволяли бы одновременно учитывать возможно большее число параметров, характеристик, обстоятельств и условий, влияющих на технический облик создаваемой системы в целях:

- 1) принятия решения в условиях большой неопределенности (на уровне аванпроектных разработок);
- 2) улучшения качества (обоснованности) принимаемых проектных решений за счет многовариантного рассмотрения и уменьшения влияния субъективного подхода к решению некоторых задач.

# Инновация и инновационные процессы

**Инновация, нововведение** - это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации. Примером инновации является выведение на рынок продукции (товаров и услуг) с новыми потребительскими свойствами или качественным повышением эффективности производственных систем.

Понятие *инновация* относится как к радикальным, так и к постепенным (инкрементальным) изменениям в продуктах, процессах и стратегии организации (инновационная деятельность).

# Инновация и инновационные процессы

**Инновация** — процесс или результат процесса, в котором:

- используется частично или полностью охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности; и/или
- обеспечивается выпуск патентоспособной продукции; и/или
- обеспечивается выпуск товаров и/или услуг, по своему качеству соответствующих мировому уровню или превышающих его;
- достигается высокая экономическая эффективность в производстве или потреблении продукта.

**Инновационный процесс** - процесс создания, освоения и распространения инноваций. Он заключается в разработке и реализации результатов научно-технических изысканий в виде нового продукта или нового технологического процесса. В ходе инновационного процесса новшество «вызревает» от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется в хозяйственной практике.



# Проектирование

**Проектирование** — процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части. Результатом проектирования является проект — целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы.

Процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта, на основе первичного описания этого объекта и (или) алгоритма его функционирования или алгоритма процесса преобразованием (в ряде случаев неоднократным) первичного описания, оптимизацией заданных характеристик объекта и алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, устранением некорректности первичного описания и последовательным представлением (при необходимости) описаний на различных языках.

**Конструирование** — деятельность по созданию материального образа разрабатываемого объекта, ему свойственна работа с натурными моделями и их графическими изображениями (чертежи, эскизы, компьютерные модели). Эти модели и изображения, а также некоторые виды изделий называют **конструкциями**.

# Виды проектирования

- Проектирование технических систем, в том числе
  - техническое проектирование (технические устройства и оборудование);
  - электротехническое проектирование (электротехника и электроснабжение);
  - проектирование инженерных систем (вентиляции, газопроводов, электросетей и др. инфраструктуры);
- Строительство, в том числе
  - архитектурно-строительное проектирование;
  - градостроительное;
  - технологическое проектирование;
- Дизайн, в том числе
  - дизайн интерьера;
  - промышленный дизайн;
  - ландшафтный дизайн;
- Проектирование программного обеспечения.

# Подходы к проектированию

- Функциональное проектирование
- Оптимальное проектирование
- Системное проектирование
- Нисходящее и восходящее проектирование

Стадии проектирования:

Техническое задание (ТЗ) - устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические и тактико-технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации и её состав, а также специальные требования к изделию.

Эскизный проект (ЭП) — совокупность документов, содержащих принципиальные решения и дающих общее представление об устройстве и принципе работы разрабатываемого объекта, а также данные, определяющие его назначение, основные параметры и габаритные размеры.



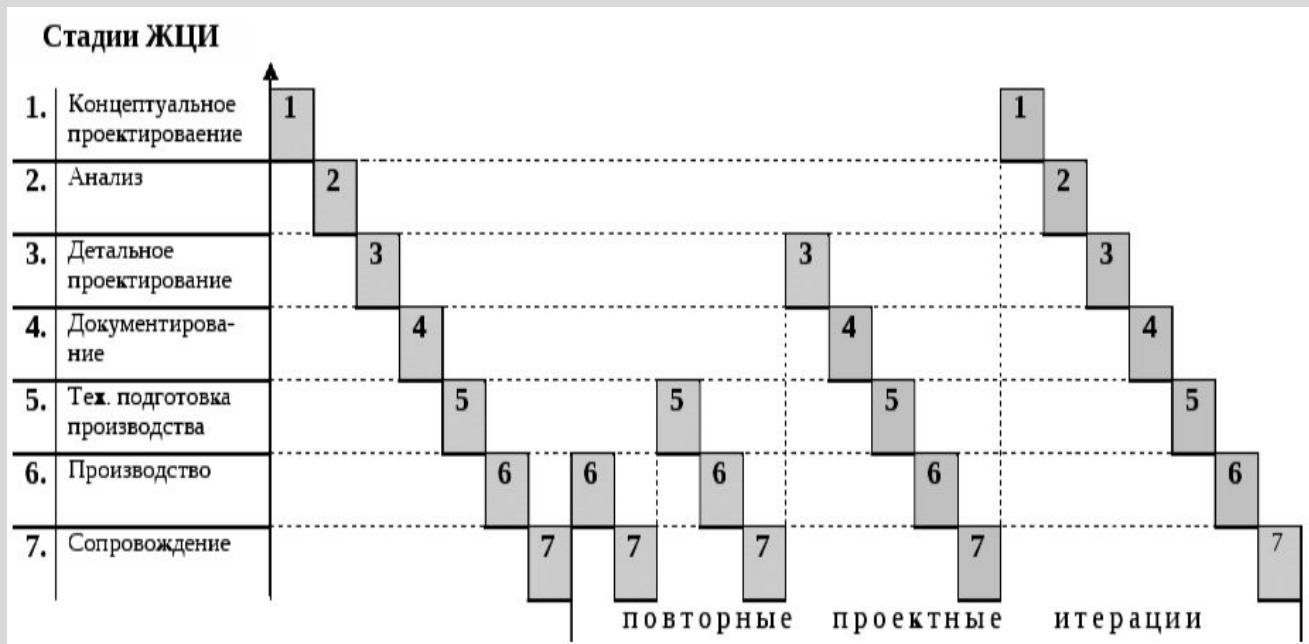
# Стадии проектирования

Технический проект (ТП) — совокупность документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве проектируемого объекта, исходные данные для разработки рабочей документации;

На стадии рабочего проекта (РП) разрабатывают подробную документацию для изготовления опытного образца и последующего его испытания;

Сертификация - определение уровня качества созданного изделия и подтверждение его соответствия требованиям тех стран, где предполагается его последующая реализация.

# Методы проектирования: последовательное

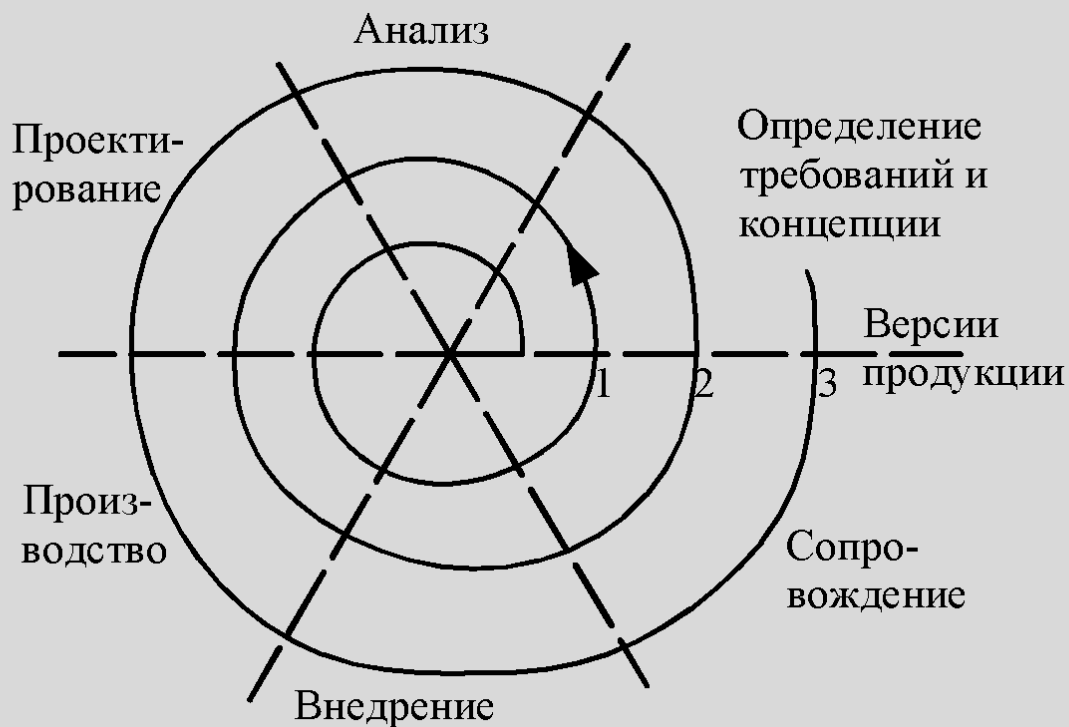


Метод, методология – что это?

Последовательное проектирование эффективно, когда в начале разработки можно точно и полно сформулировать концепцию и требования к создаваемой продукции, которые не претерпевают изменений при создании продукции, выполнении фазы, стадии, этапа или процесса проектирования.

Для него характерен переход от предыдущих фаз, стадий, этапов к последующим работам только после полного завершения предыдущих работ с выпуском комплекта документов достаточного для продолжения работ.

# Методы проектирования: спиральный



Каждый виток спирали соответствует созданию фрагмента или версии изделия (системы, проекта), на нем уточняются цели и характеристики проекта, определяется его качество и планируются работы следующего витка спирали. Таким образом углубляются и последовательно конкретизируются детали проекта и в результате выбирается обоснованный вариант, который доводится до реализации. Применяется при разработке ПО.

# Методы проектирования: параллельный



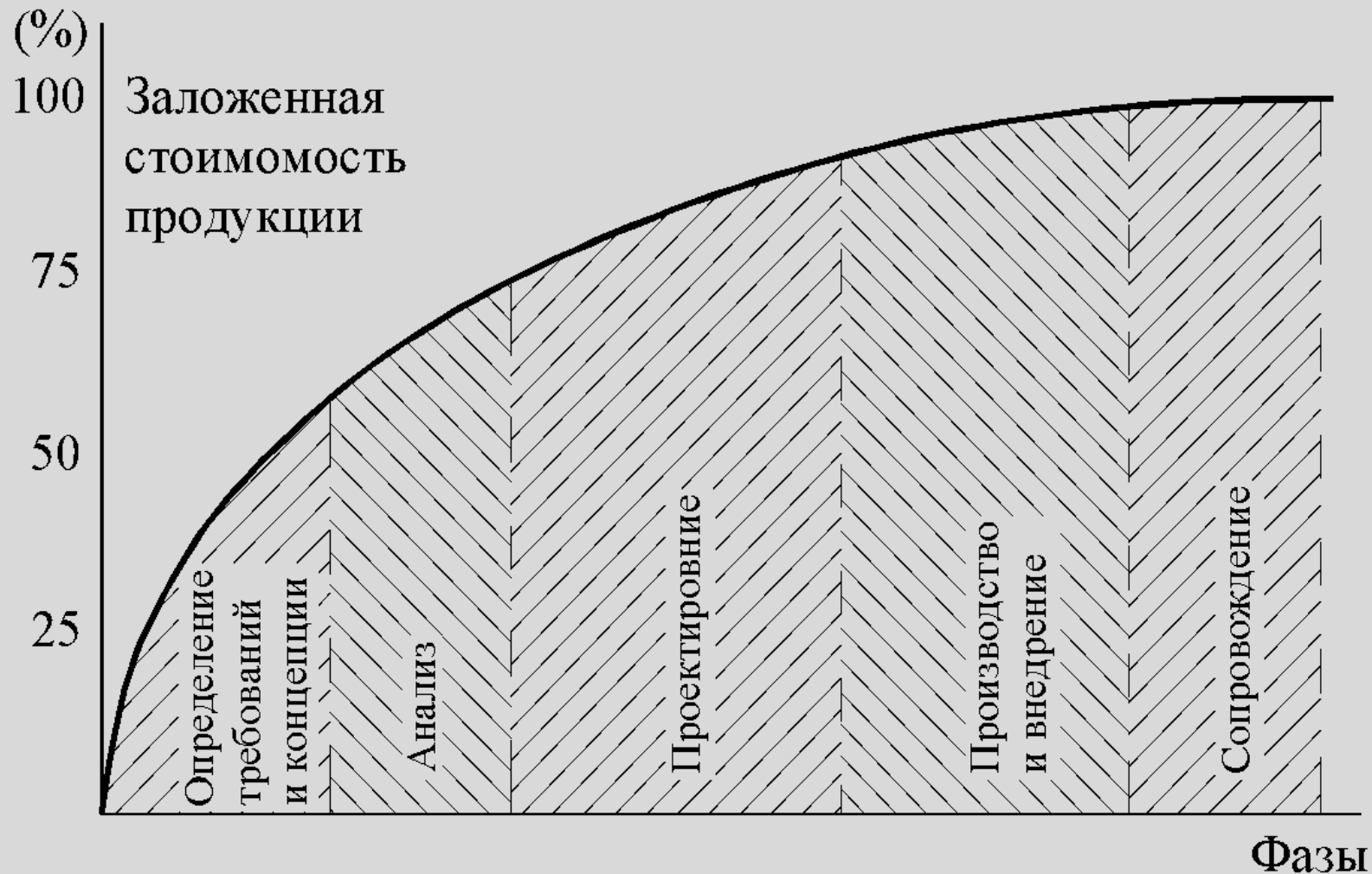
- Ускоряет действия и создает условия для более тесной кооперации производителей;
- Улучшает прибыльность предприятий в результате одновременного согласованного рассмотрения вопросов всех фаз жизненного цикла продукции;
- Ориентирован на усовершенствование организации начальных фаз жизненного цикла продукции;
- Направлен на *систематическое улучшение* разрабатываемого решения вплоть до достижения необходимого результата;
- Предполагает согласованное проектирование на основе единой информационной модели жизненного цикла продукции;
- Среда общих данных должна использоваться всеми участниками проекта, строиться и управляться в соответствии со стандартами.



# Методы проектирования: параллельный

Совместная разработка документации конструкторами и технологами является методом организации процесса проектирования, при котором работы могут быть начаты до завершения предшествующих по технологической цепочке работ. По сравнению с последовательным проектированием параллельное проектирование позволяет сократить продолжительность инновационного процесса. Но при этом в определенной мере увеличивается финансовый риск, так как решение о продолжении или прекращении работ над проектом принимается уже после начала следующего вида работ. В случае отрицательного решения организация теряет не только средства, затраченные на предшествующих этапах работы, но и средства, связанные с уже начатым очередным видом работ.

# Зависимость стоимости продукции от стадии ЖЦ



# Автоматизация проектирования



Требования Заказчика



Согласовано с разработчиком



Техническое задание



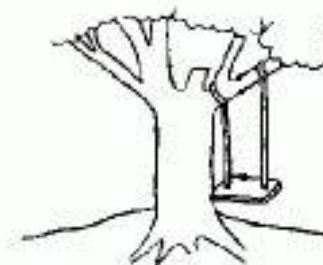
Результат разработки



Сдано Заказчику



Осталось после опытной эксплуатации



Что было нужно на самом деле

# Средства автоматизации проектирования: САПР

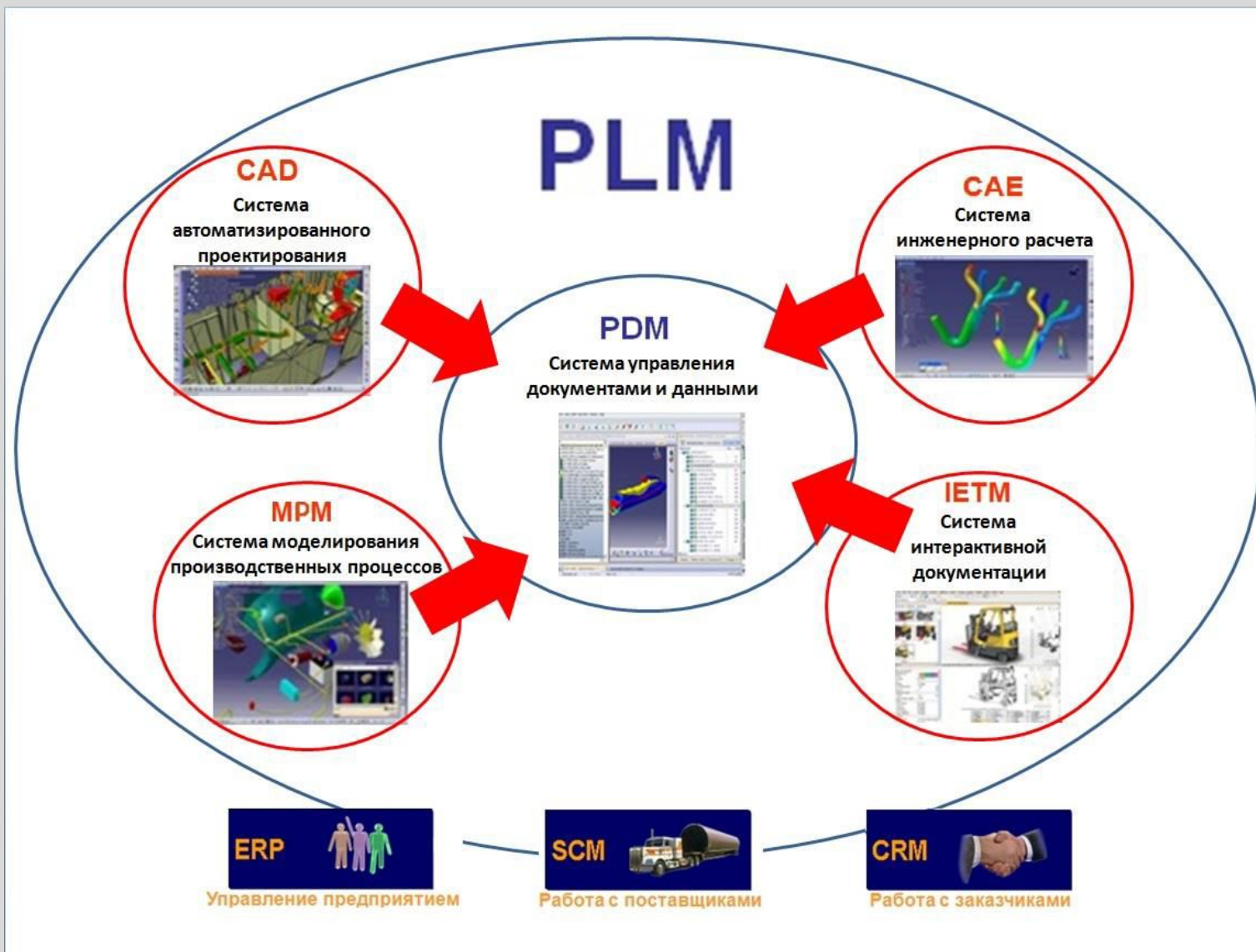
**Система автоматизированного проектирования** — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности (ГОСТ 23501.101-87).

**Информационная технология** (ИТ, также — информационно-коммуникационная технология) — процесс, метод поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способ осуществления таких процессов и методов; приём, способ и метод применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных (ГОСТ 34.003-90); ресурсы, необходимые для сбора, обработки, хранения и распространения информации (ISO/IEC 38500:2008).

Информация – интерпретированные, проанализированные, преобразованные данные?



# Единое информационное пространство



# Средства автоматизации проектирования: САПР. Классификация

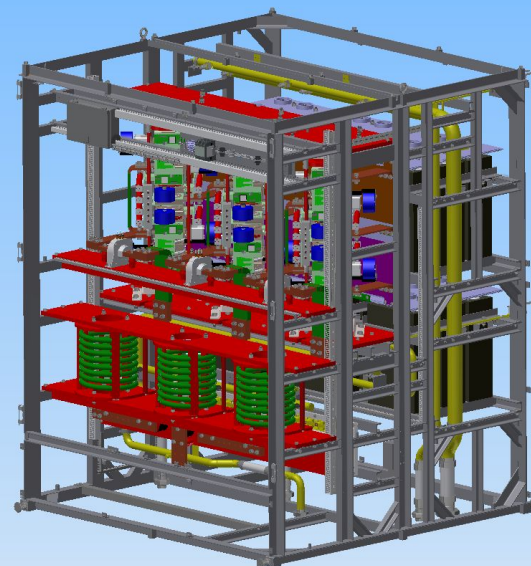
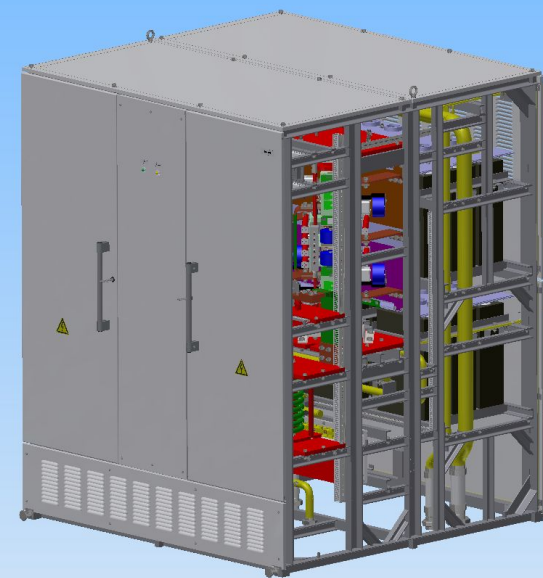
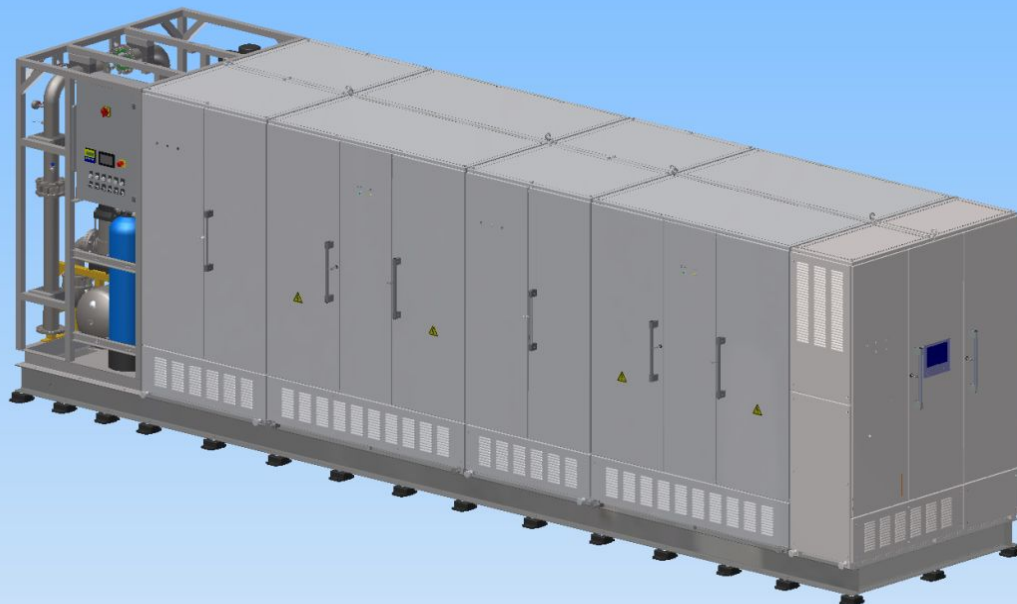
По целевому назначению выделяют САПР или подсистемы САПР, которые предоставляют различные аспекты проектирования.

- **CAE (Computer Aided Engineering)** системы – системы анализа изделия по различным критериям (чаще всего МКЭ): ANSYS;
- **CAD (Computer Aided Design)** — конструкторские САПР общего машиностроения: AutoCAD;
- **CAM (Computer Aided Manufacturing)** – САПР технологической подготовки производства (чаще всего ЧПУ): SolidCAM;

По отраслевому назначению:

- Машиностроительные САПР или **MCAD (Mechanical CAD)** системы — автоматизированное проектирование механических устройств в отраслях общего машиностроения: КОМПАС;
  - **ECAD (Electronic CAD)** или **EDA (Electronic Design Automation)** системы — САПР для радиоэлектроники: Altium Designer;
  - **AEC CAD** - САПР в области архитектуры и строительства: ArchiCAD
- ЛЕГКИЕ, СРЕДНИЕ, ТЯЖЕЛЫЕ САПР**

# Средства автоматизации проектирования: 3D САПР



# Средства автоматизации проектирования: PDM/PLM

**PDM-система** (Product Data Management — система управления данными об изделии) — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети и др.). PDM-системы являются неотъемлемой частью PLM-систем. Реализует основные принципы и технологии CALS.

Функционал:

- централизованное ведение структуры хранилища данных;
- ведение разнообразных справочников (НСИ предприятия);
- ввод и просмотр данных различных типов;
- ведение учетных записей пользователей и штатной структуры предприятия;
- разграничение и контроль доступа к данным;
- отслеживание истории разработки инженерных данных;
- обмен почтовыми сообщениями между сотрудниками;
- обеспечение участия в рабочих процессах (workflow);
- организация индивидуальной рабочей среды для каждого пользователя.



# Средства автоматизации проектирования: PDM/PLM

С помощью PDM-систем осуществляется отслеживание больших массивов данных и инженерно-технической информации, необходимых на этапах проектирования, производства или строительства, а также поддержка эксплуатации, сопровождения и утилизации технических изделий. Такие данные, относящиеся к одному изделию и организованные PDM-системой, называются цифровым макетом. PDM-системы интегрируют информацию любых форматов и типов, предоставляя её пользователям уже в структурированном виде (при этом структуризация привязана к особенностям современного промышленного производства). PDM-системы работают не только с текстовыми документами, но и с геометрическими моделями и данными, необходимыми для функционирования автоматических линий, станков с ЧПУ и др, причём доступ к таким данным осуществляется непосредственно из PDM-системы.

С помощью PDM-систем можно создавать отчеты о конфигурации выпускаемых систем, маршрутах прохождения изделий, частях или деталях, а также составлять списки материалов. Все эти документы при необходимости могут отображаться на экране монитора производственной или конструкторской системы из одной и той же БД. Одной из целей PDM-систем и является обеспечение возможности групповой работы над проектом, то есть, просмотра в реальном времени и совместного использования фрагментов общих информационных ресурсов предприятия.



# Средства автоматизации проектирования: ERP/MRP/CRM

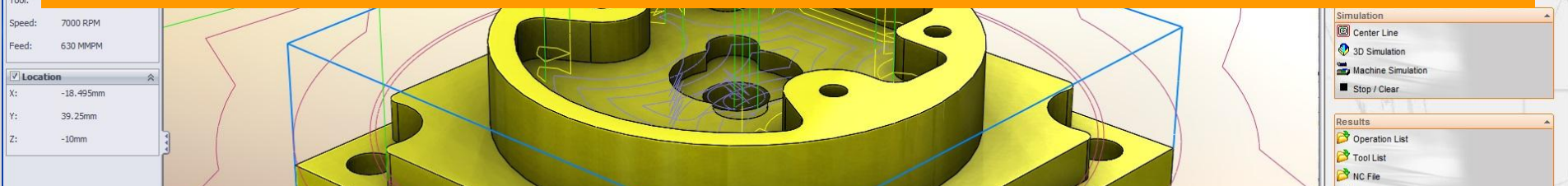
**ERP** (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) — организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного прикладного ПО, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности. Примеры: SAP, 1С.

**MRP II** (Manufacturing Resource Planning ) задаёт принципы детального планирования производства предприятия, включающая учёт заказов, планирование загрузки производственных мощностей, планирование потребности во всех ресурсах производства (материалы, сырьё, комплектующие, оборудование, персонал), планирование производственных затрат, моделирование хода производства, его учёт, планирование выпуска готовых изделий, оперативное корректирование плана и производственных заданий.

**Система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM, CRM-система Customer Relationship Management)** предназначена для автоматизации стратегий взаимодействия с клиентами, в частности, для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов.

# Средства автоматизации проектирования: АСУТШ и Управление проектами

- Расцеховочные маршруты и материальное нормирование
- Технологические процессы
- Трудовое нормирование
- Технологические расчеты
- Технологические документы
- Единое информационное пространство



- Организация проекта
- Назначение исполнителей работ и исходных данных
- Назначение результатов работ и критериев их выполнения
- Детализация проекта исполнителями
- Оперативный контроль
- Автоматизация управления проектом
- Безопасная коллективная работа

# Примеры: Технологический процесс

- Технологический процесс** - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (ГОСТ 3.1109-82).
- **Единичный** технологический процесс — технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.
  - **Типовой** технологический процесс — технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.
  - **Групповой** технологический процесс — технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.
  - **Маршрутная карта** — описание маршрутов движения по цеху изготавливаемой детали.
  - **Операционная карта** — перечень переходов, установок и применяемых инструментов.
  - **Технологическая карта** — документ, в котором описан: процесс обработки деталей, материалов, конструкторская документация, технологическая оснастка.



# Примеры: Технологический процесс

- Технологические процессы делят на « типовые » и « перспективные ».
- **«Типовой»** техпроцесс имеет единство содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструкторскими принципами.
  - **«Перспективный»** техпроцесс предполагает опережение (или соответствие) прогрессивному мировому уровню развития технологии производства.
  - Управление проектированием технологического процесса осуществляется на основе *маршрутных и операционных технологических процессов*".
  - **«Маршрутный** технологический процесс» оформляется маршрутной картой, где устанавливается перечень и последовательность технологических операций, тип оборудования, на котором эти операции будут выполняться; применяемая оснастка; укрупненная норма времени без указания переходов и режимов обработки.
  - **«Операционный** технологический процесс» детализирует технологию обработки и сборки до переходов и режимов обработки. Здесь оформляются операционные карты технологических процессов.

# Примеры: Маршрутная карта

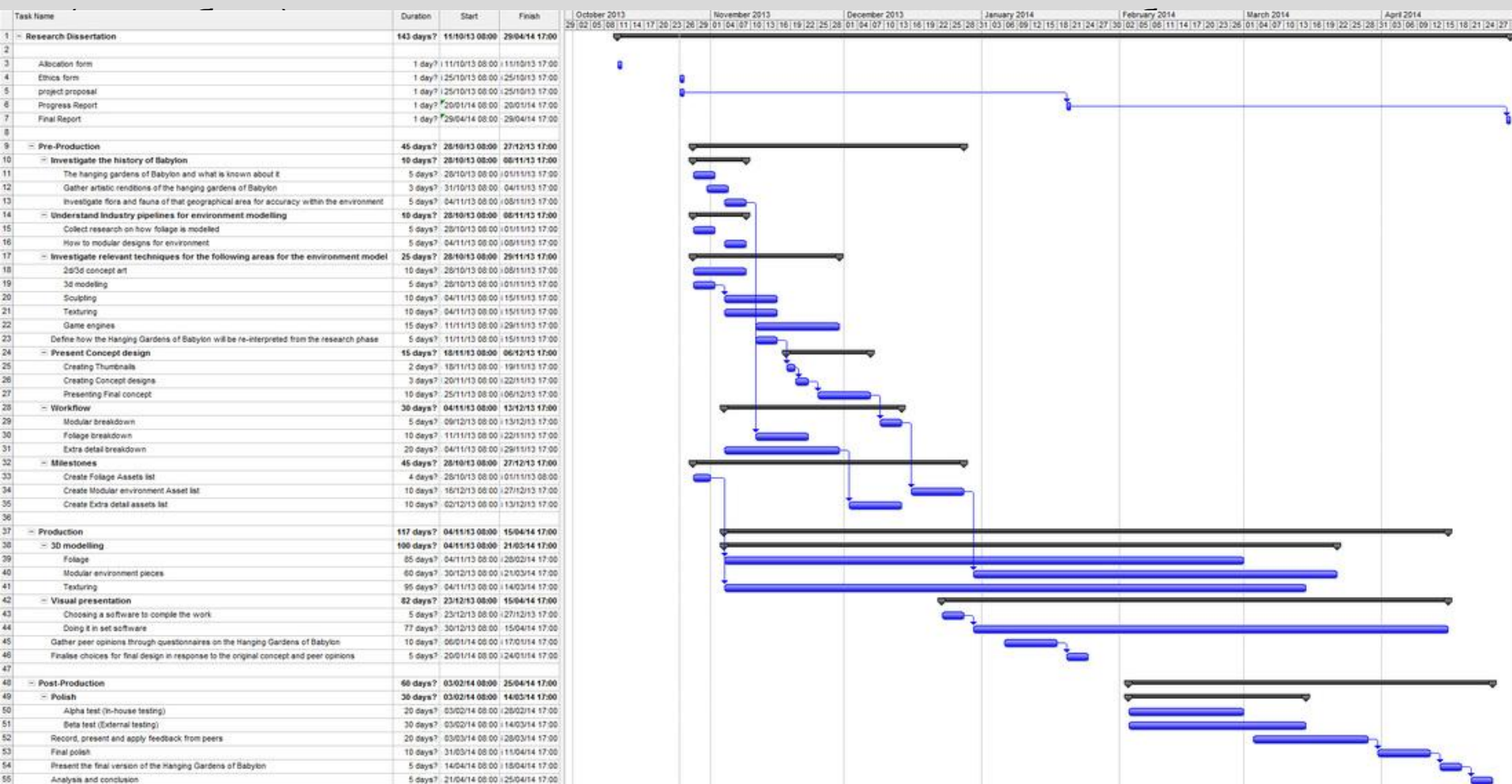
ГОСТ 3.1118-82

Форма 2

Дубл.																									
Взам.																									
Подп.																									
											01200.00215			2	1										
Разраб.	Захаров			Экз. №	18.06.84	По "Сигнал"			XXXXXX			XXXXXX			.50203.00016										
И. контр.	Маусеев			Исполн.	19.06.84	Бензобаки											A								
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОКД	ЕН	ОП	Кшт.	Т.п.з.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
A01	06	01	101	005	XXXX					Контроль					25203.00111, ИОТ №03-21										
B02	АБВГ. XXXXXX. XXX - контрольный стол										1	XXXXX XXX XXXX 1			-	-	-	-	-	-	-				
O03	Проверить наличие и состояние оформления сопроводительной документации и визуально наличие клейм																								
A04	06	01	102	010	XXXX					Испытание на герметичность					25200.00215, ИОТ №08-41										
B05	АБВГ. XXXXXX. XXX - пневмостенд										1	XXXXX XXX XXXX 1			-	-	-	-	-	-					
O06	1. Установить изделие на подставку и подсоединить к общему выводу																								
Г07	АБВГ. XXXXXX. XXX - приспособление для испытаний										АБВГ. XXXXXX. XXX - специальный ключ														
O08	2. Открыть вентиль и довести предварительное давление до P <sub>1</sub> =																								
O9	3. Контроль по приборам. Снижение давления в течение t=1 мин допускается не более 5%																								
10	4. Опустить приспособление с изделием в ванну																								
11	5. Довести давление в магистрали до P <sub>2</sub> = , с выдержкой в течение t =																								
12	6. Контроль герметичности (визуальный). Выход пузырьков воздуха не допускается																								
13	7. Закрыть вентиль. Отсоединить изделие от общего вывода магистрали																								
14	8. Произвести отметку в сопроводительной документации. Поставить частичное клеймо																								
A15	06	01	-	015	XXXX					Перемещение					60204.00011, ИОТ №04-21										
МК/КТП																									

# Примеры: Диаграмма Ганта

Диаграмма Ганта состоит из полос, ориентированных вдоль оси времени. Каждая полоса на диаграмме представляет отдельную задачу в составе проекта



# Единое информационное пространство (ЕИП)

**ЕИП** представляет собой хранилище данных, содержащее все сведения, создаваемые и используемые всеми подразделениями и службами предприятия – участниками ЖЦ изделия – в процессе их производственной деятельности. В литературе предлагают включать в состав ЕИП две базы данных: общую базу данных об изделии (изделиях) (**ОБДИ**) и общую базу данных о предприятии (**ОБДП**).

При создании нового изделия в технологической подготовке его производства средствами САПР в ЕИП создаются информационные объекты, которые в составе ОБДИ содержат в произвольном формате информацию, требуемую для выпуска и поддержки технической документации, необходимой на всех стадиях ЖЦ для всех изделий, выпускаемых предприятием.

ОБДП состоит из следующих разделов:

- Экономика и финансы;
- Внешние связи предприятия;
- Производственно-технологическая среда предприятия;
- Система качества.

# ИТ-архитектура предприятия

- Организационно-штатная структура (ИТ-подразделения и сотрудники)
- Серверное оборудование (администрирование, хранение данных...)
- ЛВС (различной топологии и уровня)
- Системное программное обеспечение (ОС, офисное ПО)
- Прикладное ПО (САПР...)

Проблемы:

- «как есть?»
- «как должно быть?»
- Эффективность использования ИТ
- Место ИТ на предприятии



# Производительность труда инженера при внедрении ИТ

- Снижение производительности на этапе обучения и внедрения
- Плавный рост производительности после приобретения соответствующей квалификации и освоения новых навыков (в течение нескольких недель)
- Рост производительности на 15-20% по сравнению с начальным уровнем (в течение года)

Необходимость проведения финансового анализа затрат на закупку и внедрение и планируемой выгоды от использования ИТ.

# Место ИТ на предприятиях



**Бизнес-архитектура** – это модель (структура) организации, содержащая следующие элементы и их связи:

- 1. Цели бизнеса** – определяют направление и стратегию развития.
- 2. Модель бизнес-процессов** – описывает регулярную деятельность, направленную на достижение целей бизнеса.
- 3. Ресурсы и данные** – это физические и информационные объекты, с которыми работает организация.
- 4. Организационная структура** – структура подразделений компании.
- 5. Информационные системы** – служат для поддержки протекания бизнес-процессов.