



Кафедра ИУ6

Компьютерные системы и сети

Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана

# Конструирование и технология производства вычислительной техники

Весна 2026



## ПРЕПОДАВАТЕЛИ КУРСА

| Преподаватель             | Email  |
|---------------------------|--|
| Пешков Дмитрий Витальевич | <a href="mailto:peshkov@bmstu.ru">peshkov@bmstu.ru</a>         |
| Оболенская Елена Юрьевна  | <a href="mailto:obolenskaya@bmstu.ru">obolenskaya@bmstu.ru</a> |

## СТРАНИЦА КУРСА



<https://e-learning.bmstu.ru/iu6/course/view.php?id=219>

## САЙТ КУРСА



<https://bmstu.brrrello.ru/?readToken=fb2e307302cacc279d798ddc167fcbf4a285e357f3adba23c0617fc9398e0067>

КАНАЛ В TELEGRAM

Ссылка на  
Telegram-канал  
курса доступна у  
ваших  
одногоруппников  
или старост



## КОНСТРУИРОВАНИЕ ВТ

Системный инжиниринг.  
Основные задачи и принципы  
конструирования.  
Геометрическая компоновка.  
Конструктивные модули и их  
составные части.  
Составление документации.

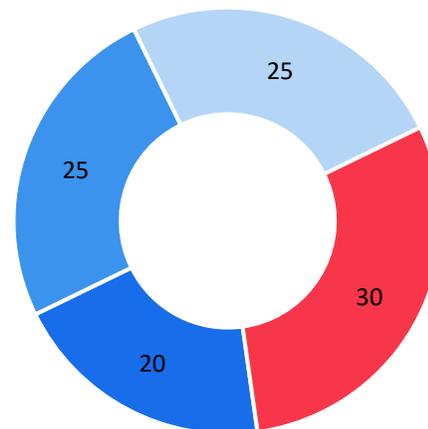
## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Основные задачи и типы  
производства.  
Техпроцессы изготовления  
микросхем и печатных плат.  
Трассировка печатных плат.  
Магистрально-модульные  
системы ВТ.

## РЕАЛИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ВТ

Задачи обеспечения  
помехоустойчивости,  
нормального теплового  
режима и защиты от  
внешних воздействий  
конструкций ВТ.

Разбалловка



■ Модуль 1  
■ Модуль 3

■ Модуль 2  
■ Экзамен

# МЕСТО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

## Электротехника

Основные физические законы электрических цепей

Конструирование и технология производства вычислительной техники

Курсовая работа по микропроцессорным системам

## Электроника

Транзисторная логика и нелинейные элементы электрических цепей

Микропроцессорные системы

Искусство разработки МП-систем

Организация ЭВМ и систем  
Переход на более высокий уровень в проектировании ЭВМ

## Схемотехника

Основы проектирования низкоуровневых компонентов ЭВМ

Основы проектирования устройств ЭВМ

Искусство проектирования частей и компонентов ЭВМ

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

### ИУ6-61Б, ИУ6И-61Б

№1.1 - 28 февраля (суббота), 12:30 - 14:00

№1.2 - 14 марта (суббота), 12:30 - 14:00

№2.1 - 28 марта (суббота), 12:30 - 14:00

№2.2 - 7 апреля (вторник), 16:00 - 17:30

№3.1 - 21 апреля (вторник), 16:00 - 17:30

№3.2 - 5 мая (вторник), 16:00 - 17:30

№4 - 19 мая (вторник), 14:05 - 15:35

### ИУ6-62Б

№1.1 - 28 февраля (суббота), 14:05 - 15:35

№1.2 - 14 марта (суббота), 14:05 - 15:35

№2.1 - 28 марта (суббота), 14:05 - 15:35

№2.2 - 9 апреля (четверг), 15:55 - 17:25

№3.1 - 23 апреля (четверг), 15:55 - 17:25

№3.2 - 7 мая (четверг), 15:55 - 17:25

№4 - 21 мая (четверг), 15:55 - 17:25

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№1.1 Освоение методики проектирования средств вычислительной техники

№1.2 Создание библиотеки компонентов и принципиальной схемы

№2.1 Компоновка и начальная трассировка печатной платы

№2.2 Продвинутое трассирование и оптимизация

№3.1 Трассировка высокоскоростных цепей и подготовка к производству

№3.2 Освоение методики теплового расчета вычислительного блока

№4 Освоение методики моделирования механических воздействий на средства вычислительной техники.

Освоение методики моделирования свободной и вынужденной конвекции в вычислительной технике

# СТРУКТУРА КУРСА



Кафедра ИУ6

Компьютерные системы и сети

## Расписание занятий семестра

Февраль 2026

| ПН | ВТ | СР | ЧТ | ПТ | СБ | ВС |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1  |
| 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |    |

Март 2026

| ПН | ВТ | СР | ЧТ | ПТ | СБ | ВС |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 1  |
| 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 |    |    |    |    |    |

Апрель 2026

| ПН | ВТ | СР | ЧТ | ПТ | СБ | ВС |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 30 | 31 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 |    |    |    |

Май 2026

| ПН | ВТ | СР | ЧТ | ПТ | СБ | ВС |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 27 | 28 | 29 | 30 | 1  | 2  | 3  |
| 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

Июнь 2026

| ПН | ВТ | СР | ЧТ | ПТ | СБ | ВС |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 |    |    |    |    |    |



ОЖИДАНИЯ ОТ КУРСА

**Поделитесь своими ожиданиями от курса**

## ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ

- Конструирование ВТ и система. Савельев А. Я., Овчинников В., А, - 2-е изд., - М.: Высшая школа, 1989.
- Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Преснухин Л. Н., Шахнов В. А. М.: Высшая школа, 1986.
- Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Билибин К. И. , Власов А. И. , Журавлёва Л. В. и др. Под общей редакцией Шахнова В. А. – Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.
- Системная инженерия. Принципы и практика. Косяков А., ДМК-Пресс, 2011.



Кафедра ИУБ

Компьютерные системы и сети

Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана

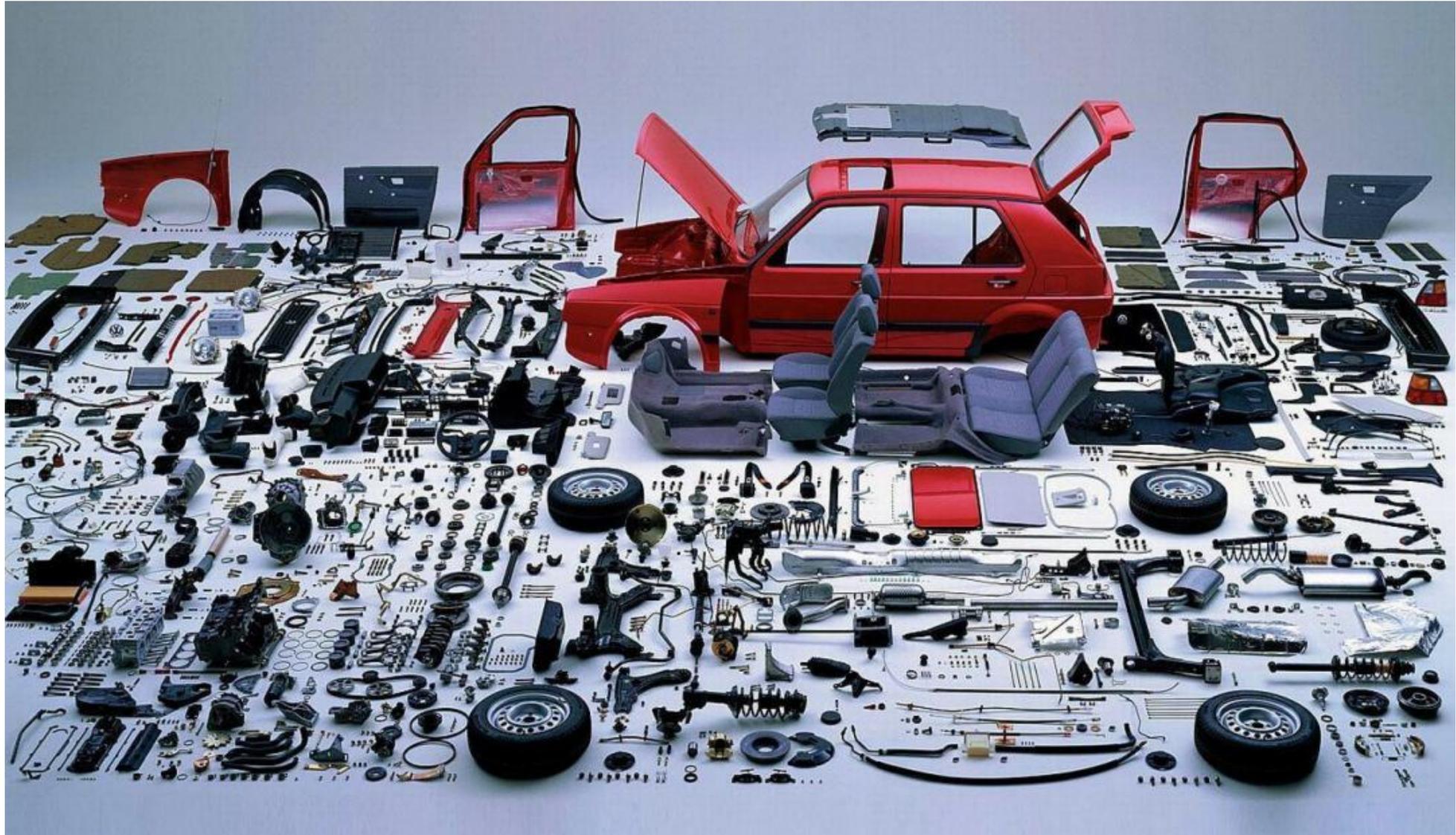
# Системная инженерия



## ПЛАН ЗАНЯТИЯ

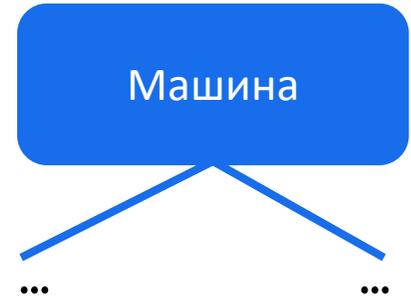
- система, проект и системный инжиниринг;
- цели системного инжиниринга;
- функции системного инжиниринга;
- управление жизненным циклом проекта;
- типы декомпозиции.

# ЗАЧЕМ НУЖНА СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ?



# ЗАЧЕМ НУЖНА СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ?

Сколько слоёв декомпозиции (глубины дерева) нам требуется для описания машины, представленной на прошлом слайде?



- |    |      |
|----|------|
| 1) | 8)   |
| 2) | 9)   |
| 3) | 10)  |
| 4) | 11)  |
| 5) | 12)  |
| 6) | 13)  |
| 7) | >14) |

# СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМ

Используем 7-tree [Miller 1956]

<http://www.musanim.com/miller1956/>



$$\text{количество слоёв} = \left\lceil \frac{\log(\text{количество частей})}{\log(7)} \right\rceil$$

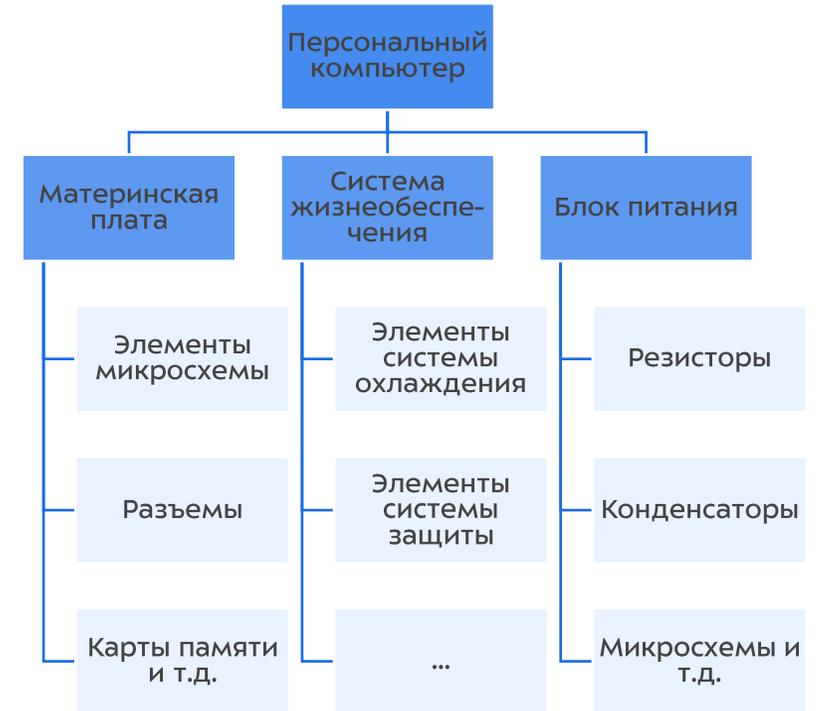
|                  | КОЛИЧЕСТВО ЧАСТЕЙ | КОЛИЧЕСТВО СЛОЁВ |
|------------------|-------------------|------------------|
| ОТВЁРТКА         | 3                 | 1                |
| РОЛИКОВЫЕ КОНЬКИ | 30                | 2                |
| СТРУЙНЫЙ ПРИНТЕР | 300               | 3                |
| КСЕРОКС          | 2 000             | 4                |
| АВТОМОБИЛЬ       | 10 000            | 5                |
| САМОЛЁТ          | 100 000           | 6                |

# ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА?

Система – это набор компонентов (которые и сами могут быть системами), связанных таким образом, чтобы обеспечить функционирование, которое сами по себе компоненты обеспечить не могут.

ГОСТ Р 57193-2016:

Система (*system*): Комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей.



## ЧТО ТАКОЕ ПРОЕКТ?

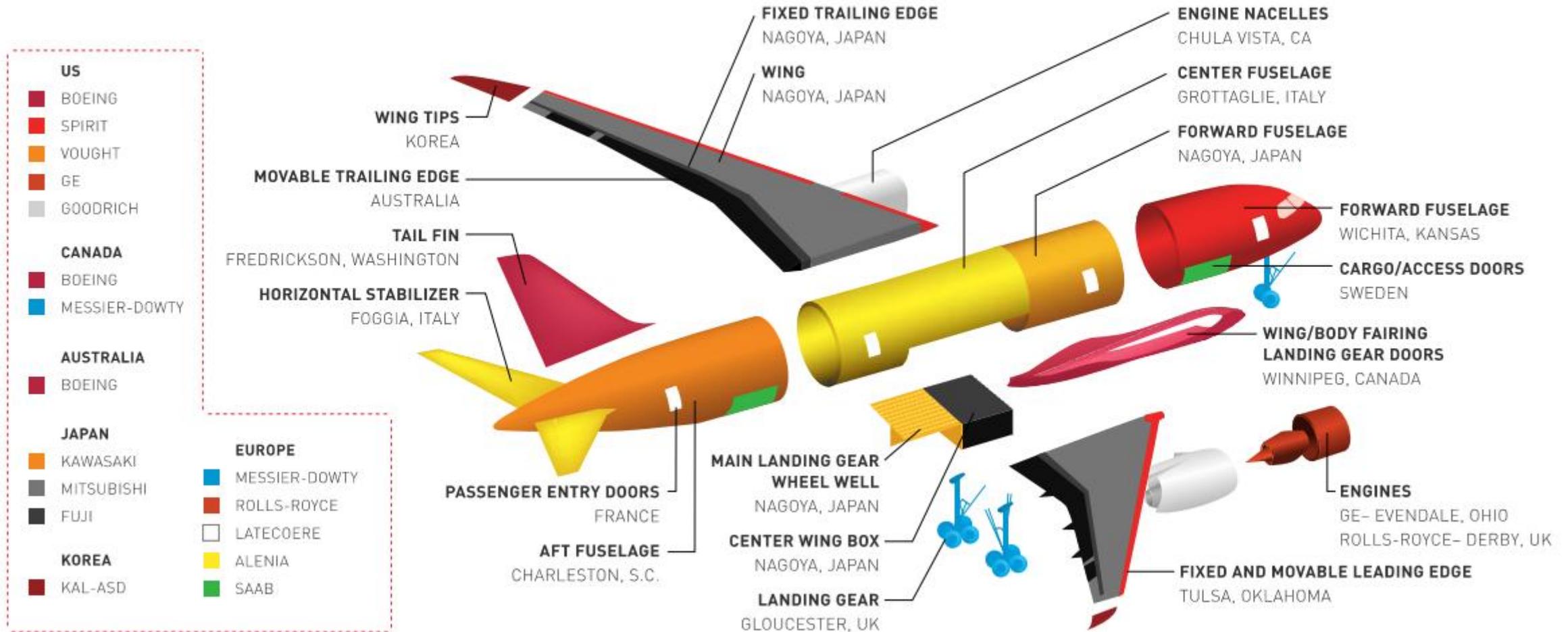
Проект – это временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата (по РМВОК).

*ГОСТ Р 57193-2016:*

Предприятие с определёнными датами начала и завершения, предпринятое для создания продукта или услуги (сервиса) в соответствии с заданными ресурсами и требованиями.

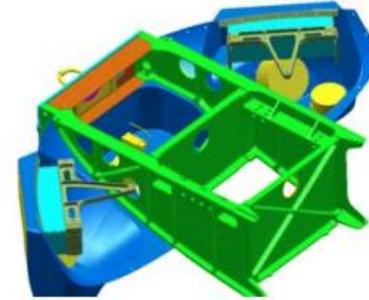
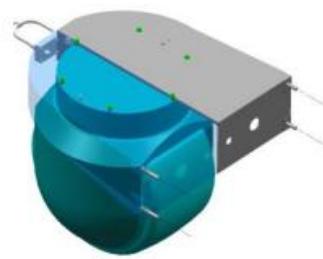
# КАКИЕ БЫВАЮТ СИСТЕМЫ: BOEING 787

## BRINGING THE 787 TOGETHER



Источник неизвестен, приводится в образовательных целях

# ДЕКОМПОЗИЦИЯ: FLIR (инфракрасная тепловизионная система переднего обзора)



L-3: Adds/Removes Hardware & Details

L0: Top Kit Collector

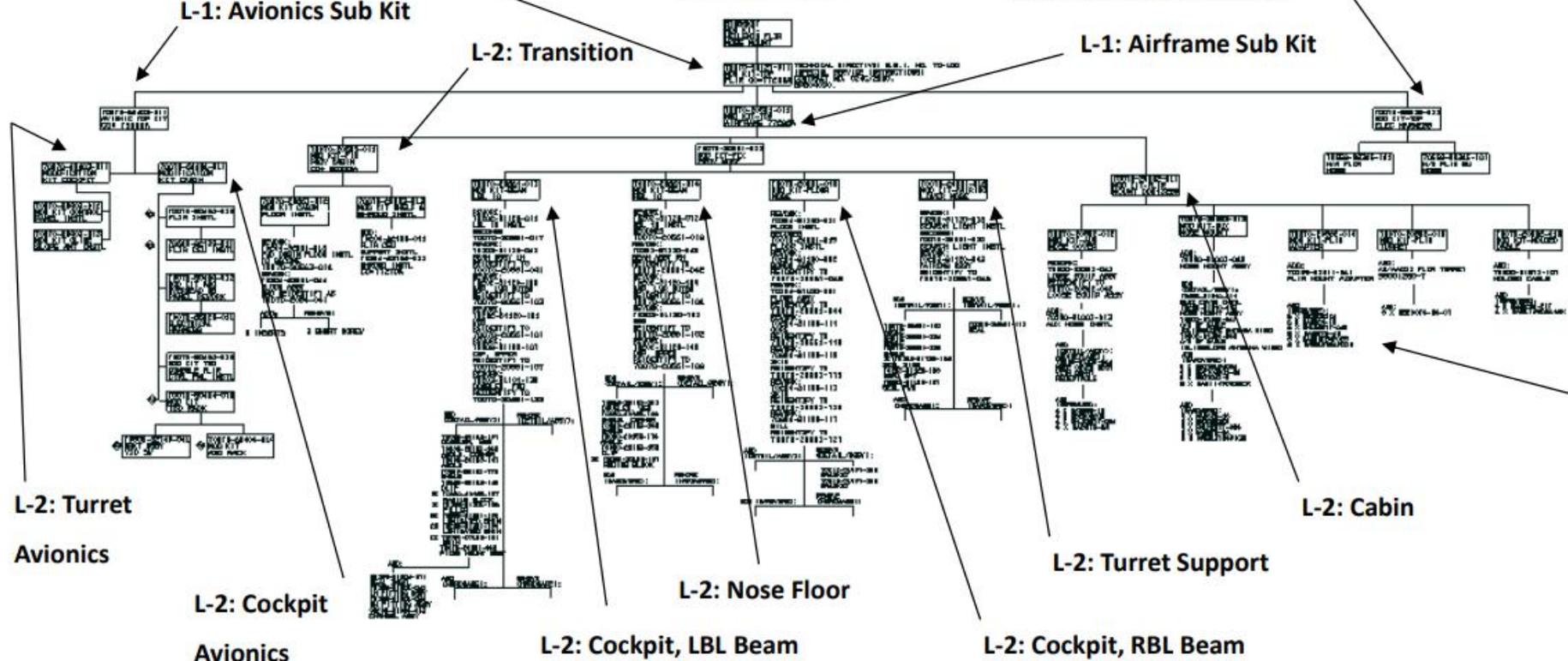
MODIFICATION KIT  
AN/AAQ-22 FLIR

L-1: Avionics Sub Kit

L-1: Elec Harness Sub Kit

L-1: Airframe Sub Kit

L-2: Transition



## СТОИМОСТЬ ОШИБОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ

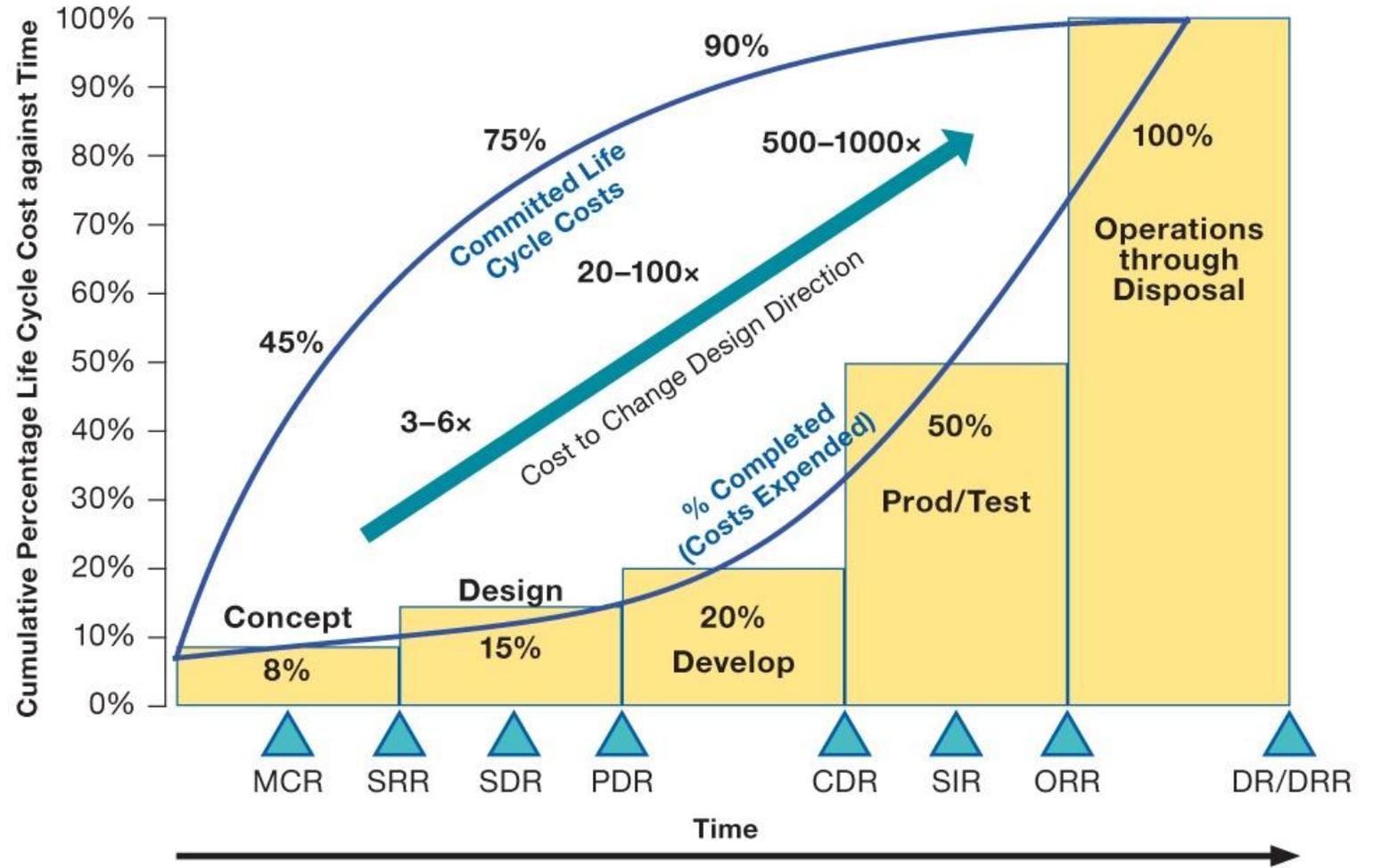
Совместное предприятие Volkswagen и китайской компании FAW объявило об отзыве 206 012 автомобилей Audi Q2L.

Отзывная кампания касается автомобилей, произведенных в период с августа 2018 по январь 2025 года. Причиной стал риск отслоения панелей кузова.



# ВЛИЯНИЕ ЗАТРАТ НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ

Life-Cycle Cost Impacts from Early Phase Decision-Making



|     |                            |        |   |
|-----|----------------------------|--------|---|
| MCR | Mission Concept Review     | CDR    | Critical Design Review                    |
| SRR | System Requirements Review | SIR    | System Integration Review                 |
| SDR | System Definition Review   | ORR    | Operational Readiness Review              |
| PDR | Preliminary Design Review  | DR/DRR | Decommissioning/Disposal Readiness Review |

# ДИНАМИКА РОСТА СЛОЖНОСТИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ИНСТРУМЕНТОВ



Источник: Э.Р. Абдулбариева, Ю.Я. Болдырев, и др.  
 Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / научный редактор К.В. Дорофеев, руководитель группы В.Н. Княгинин. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014. – 110 с.

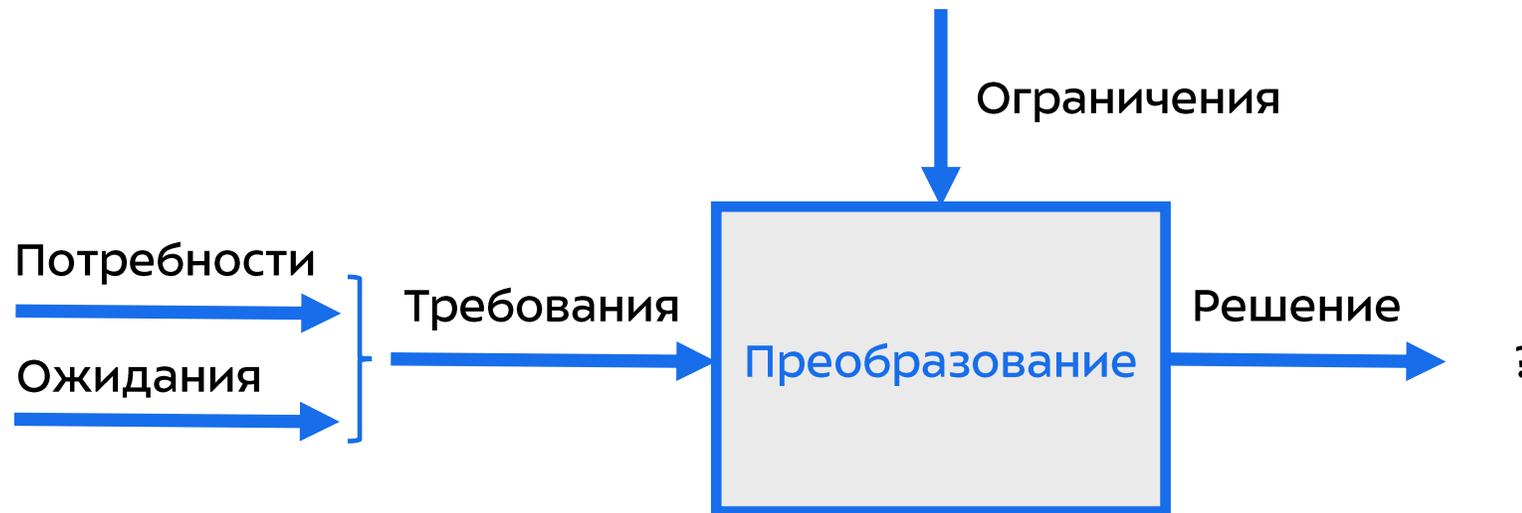
## ЧТО ЖЕ ТАКОЕ СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ?

**Междисциплинарный подход, управляющий полным техническим и организаторским усилием, требуемым для:**

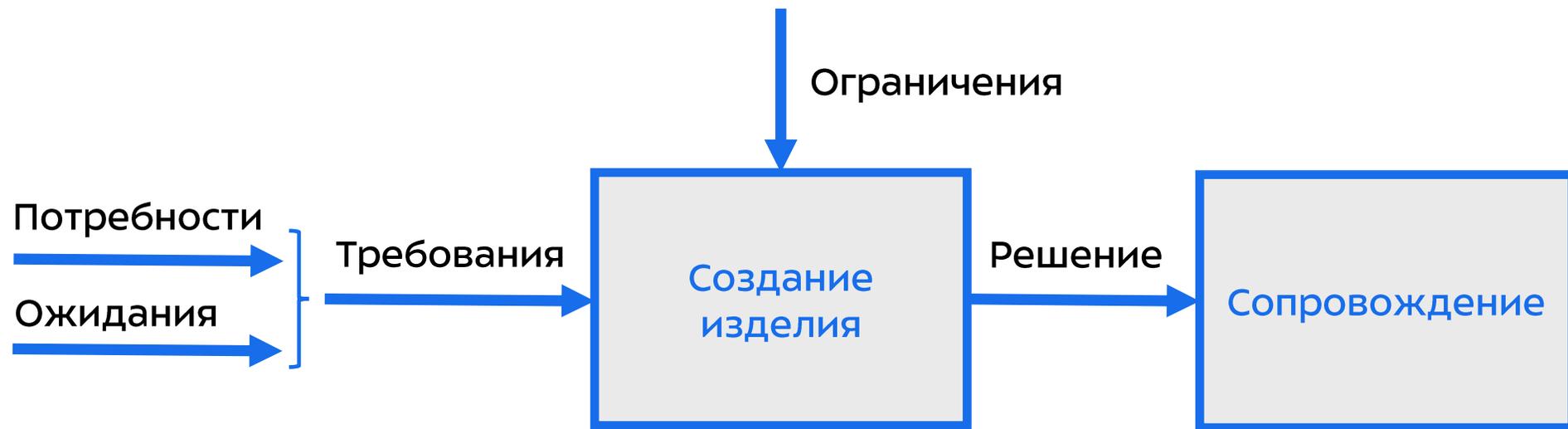
преобразования потребностей < заинтересованных сторон >, ожиданий < заинтересованных сторон >, ограничений < заинтересованных сторон >

**в решение и для поддержки этого решения в течение его жизни.**

27



# СИСТЕМНЫЙ ИНЖИНИРИНГ



## СТАДИИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ

| № п/п | Стадия                    | Описание   |
|-------|---------------------------|--|
| 1     | Замысел                   | Формирование концепции: анализ потребностей, выбор концепции и проектных решений |
| 2     | Разработка                | Проектирование системы   |
| 3     | Производство              | Изготовление системы   |
| 4     | Применение                | Эксплуатация<br>Ввод в эксплуатацию и использование системы                      |
| 5     | Поддержка                 | Обеспечение функционирования системы   |
| 6     | Выведение из эксплуатации | Прекращение использования, демонтаж, архивирование системы                       |

## ФУНКЦИИ СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА

- анализ требований заказчика и управление требованиями;
- построение системной архитектуры;
- системная разработка;
- моделирование и тестирование систем;
- контроль за соблюдением стандартов;
- управление портфелями и программами;
- управление изменениями;
- управление конфигурациями;
- управление потоками задач;
- управление поставками;
- передача заказчику;
- обучение персонала и др.

## Системный инжиниринг начинается с

понимания требований  
заказчика

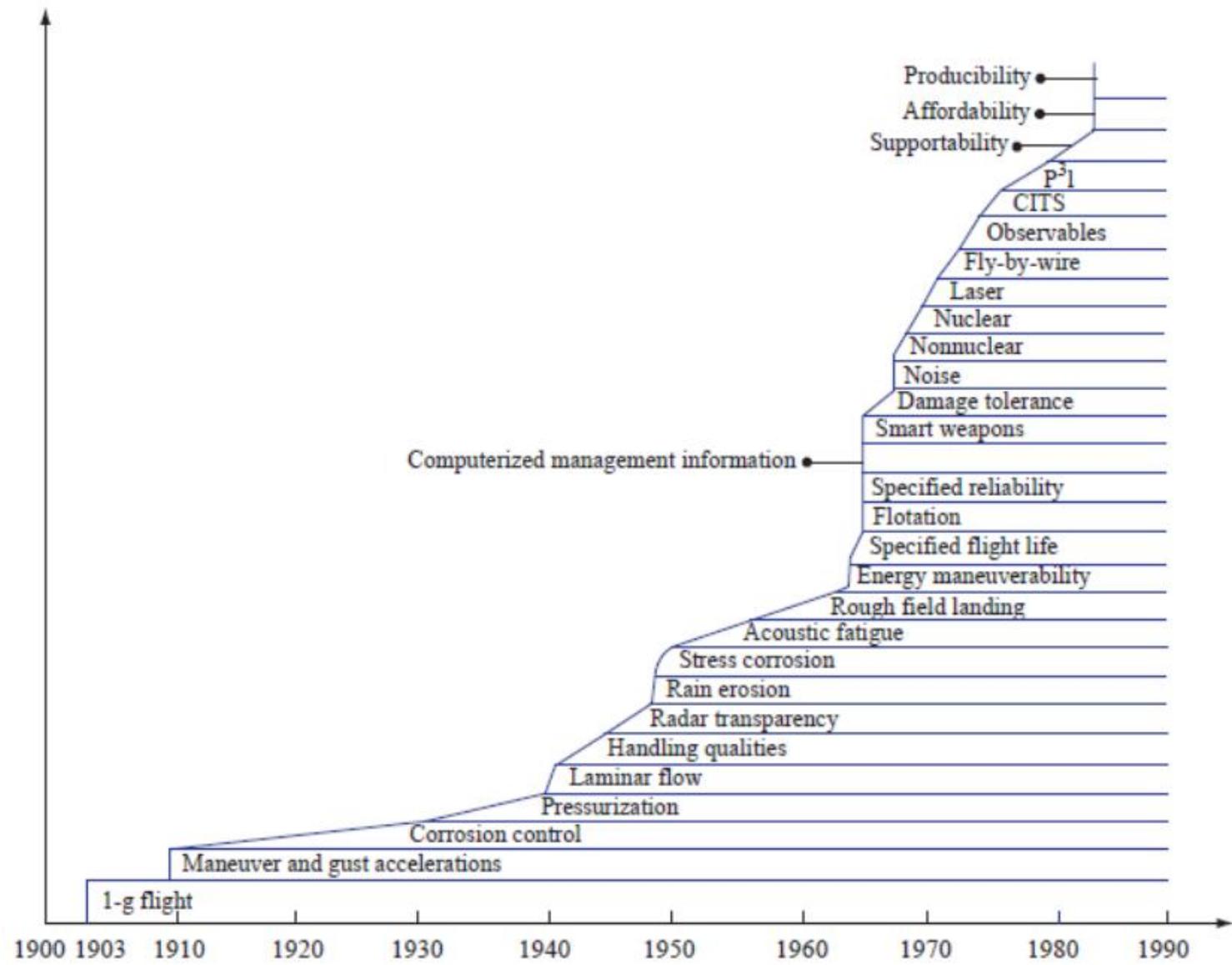
определения  
функциональности  
изделия

обязательных  
запланированных  
проверок

**на самых ранних стадиях жизненного цикла.**

Требования описывают необходимые функции и свойства системы, которые требуется продумать, учесть при проектировании, реализации и функционировании системы.

# РОСТ ЧИСЛА ТРЕБОВАНИЙ С 1970-х



Design requirements growth for aerospace vehicles.

Источник: AIAA MDO TC White Paper, 1991. MIT OpenCourseWare

## ТРЕБОВАНИЯ / СПЕЦИФИКАЦИИ

Существуют ли различия между терминами  
“Требования” и “Спецификации”?

## ТРЕБОВАНИЯ / СПЕЦИФИКАЦИИ

**Требования** описывают что продукт или система должна/может делать:

- функции, которые система должна выполнять;
- как хорошо они должны выполняться;
- степень автоматизации системы;
- совместимость с другими устройствами

**“Требования”:**

- достаточно большая для тарелок;
- около 700 Ватт мощности для быстрого подогрева;
- быстрые настройки для разных видов еды.



Микроволновая печь  
DEXP MB-70 черный

**Спецификации** описывают, как продукт сделан и работает:

- форма и материалы системы, габариты;
- схемы, чертежи, параметры системы;
- интерфейс пользователя.

**“Спецификация”:**

- корпус из металла;
- габариты: 44 см x 25.9 см x 34 см;
- вес: 10 кг;
- гарантия: 2 года;
- шнур питания в комплекте.

## ИНЖИНИРИНГ ТРЕБОВАНИЙ

- **Требование** - единичная задокументированная необходимость
- **Функциональные требования** описывают точное поведение (функционирование) системы, т.е. «*ЧТО система должна делать*»
- **Нефункциональные требования** описывают насколько хорошо это поведение должно исполняться

**Инжиниринг требований** =

Формирование требований +

Управление требованиями

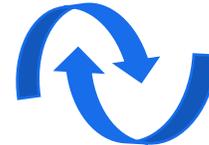
## ЭТАПЫ РАБОТЫ С ТРЕБОВАНИЯМИ

В процессе планирования:

1. сбор и формирование требований
2. декомпозиция и детализация требований
3. учет ограничивающих факторов
4. структуризация требований

В процессе исполнения:

5. изменение требований



В процессе мониторинга:

6. проверка реализации требований

## ПРОБЛЕМЫ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН (STAKEHOLDERS)

- пользователи не понимают то, что они хотят, или у пользователей нет ясного представления об их требованиях;
- пользователи не соглашаются с ранее записанными требованиями;
- пользователи настаивают на новых требованиях после того, как стоимость и график работ были установлены;
- коммуникация с пользователями является медленной;
- пользователи часто не участвуют в обзорах требований или неспособны в них участвовать;
- пользователи технически не подготовлены;
- пользователи не понимают процесса разработки.

Это может привести к ситуации, где пользовательские требования продолжают изменяться, даже когда система или разработка новой продукции были начаты.

## ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРОВ / РАЗРАБОТЧИКОВ

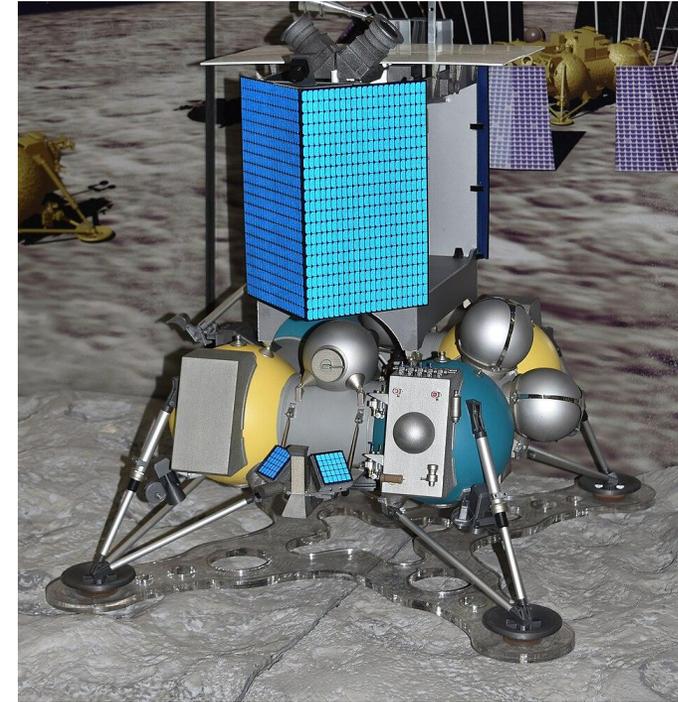
- у технического персонала и конечных пользователей могут быть **различные мнения**. Они могут неправильно полагать, что они находятся во взаимопонимании, пока готовое изделие не будет отправлено;
- инженеры и разработчики могут попытаться **подкорректировать требования** чтобы они соответствовали существующей системе или модели, вместо того, чтобы разработать систему, соответствующую потребностям клиента;
- анализ требований зачастую может выполняться инженерами, а не персоналом с навыками работы с людьми и знаниями проблемной области.

# ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ



## ПЛОХОЙ ПРИМЕР: ЛУНА-25

При выдаче корректирующего импульса для перевода космического аппарата с круговой окололунной орбиты на эллиптическую предпосадочную орбиту двигательная установка «Луны-25» проработала 127 секунд вместо запланированных 84 секунд. В итоге станция перешла на нерасчетную незамкнутую орбиту и столкнулась с лунной поверхностью.



41

Наиболее вероятной причиной аварии стало штатное функционирование бортового комплекса управления, связанное с невключением блока акселерометров из-за возможного попадания в один массив данных команд с различными приоритетами их исполнения прибором.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

Управление проектов означает **обеспечение выполнения работы в рамках согласованных сроков**, стоимости и содержания работ, обеспечивая удовлетворенность Потребителя.



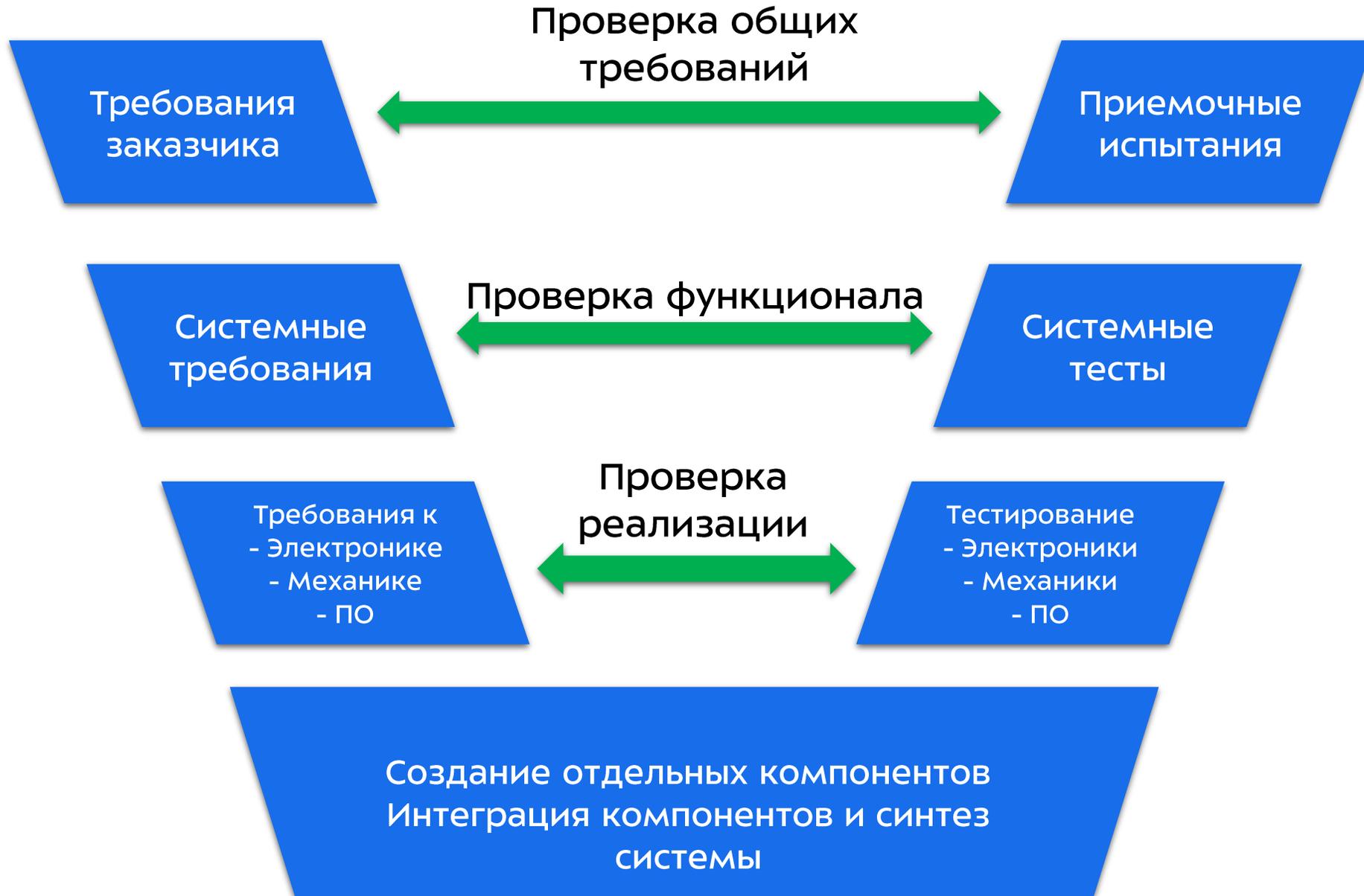
## ОБЩИЕ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА

- водопадная, каскадная;
- V-Model;
- спиральная;
- итеративная;
- инкрементная («мультиводопад»);
- ...

43



# V - МОДЕЛЬ



# КЛЮЧЕВЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ

ГОСТ Р 21500-2012 (РФ)

Краткое изложение общих принципов

Философия гибких подходов к разработке

AGILE

PMI PMBoK (США)

Внимание на алгоритмы и процессы управления проектами

Процессный подход к управлению проектами

Prince2 (Великобритания)

ICB IPMA (Европа)

Направлен на структурирование знаний, опыта РМ и квалификационные требования к РМ

P2M (Япония)

Внимание на проектах или программах. Инновация как подход

## ЗАЧЕМ НУЖНЫ СТАНДАРТЫ И ФРЕЙМВОРКИ

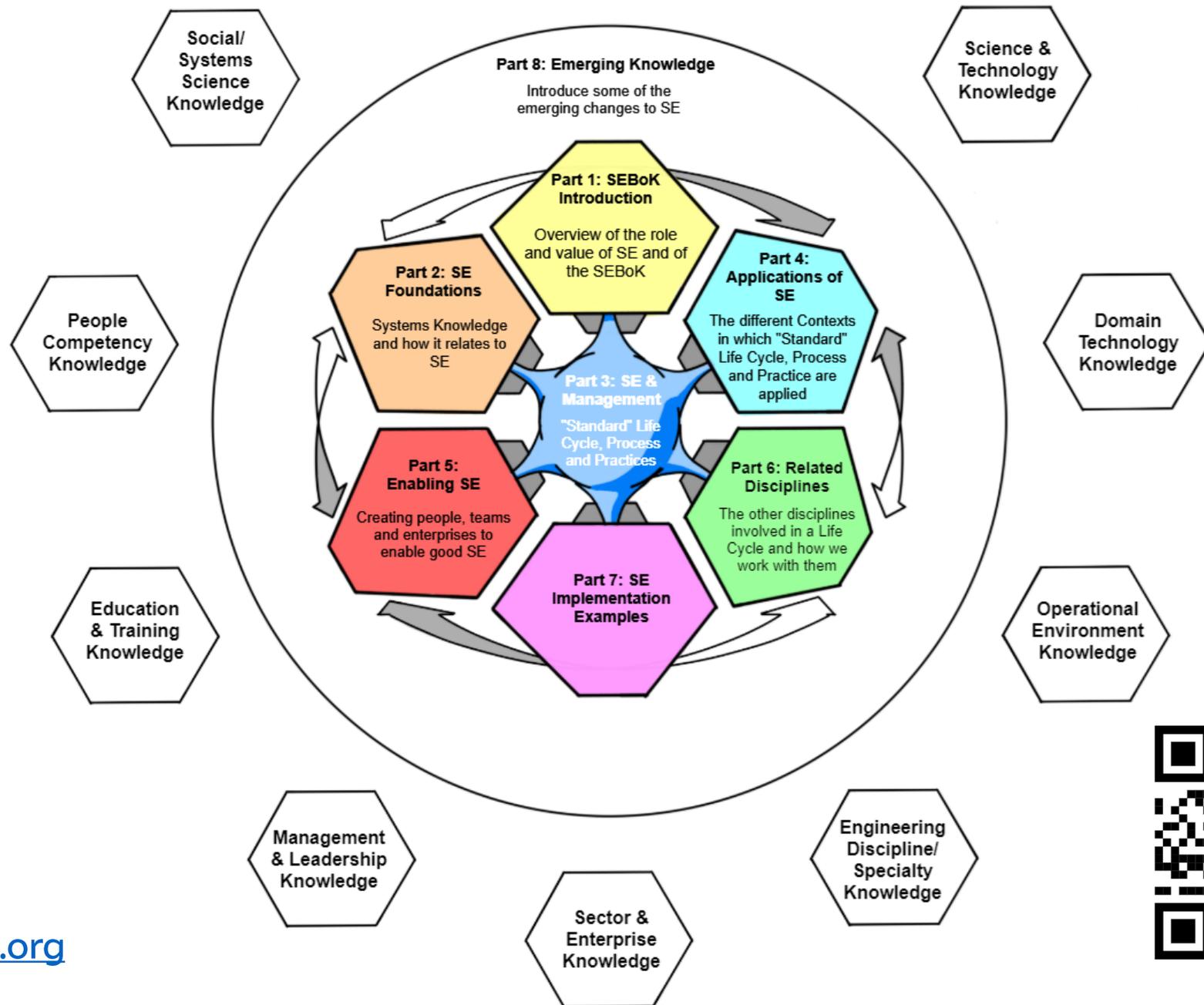
- концентрация хороших практик;
- удобные инструменты;
- общий язык (вспомните DDD);
- системная картина;
- сертификация СМК.

## ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

- снижение вероятности принятия неправильных решений;
- управление рисками;
- учет требований нормативных документов и общих ограничений;
- контроль за расходом бюджета (общего по программе проектов, по проекту, по работе);
- мониторинг ресурсов (квалифицированный персонал, производственные мощности).

# SEBoK

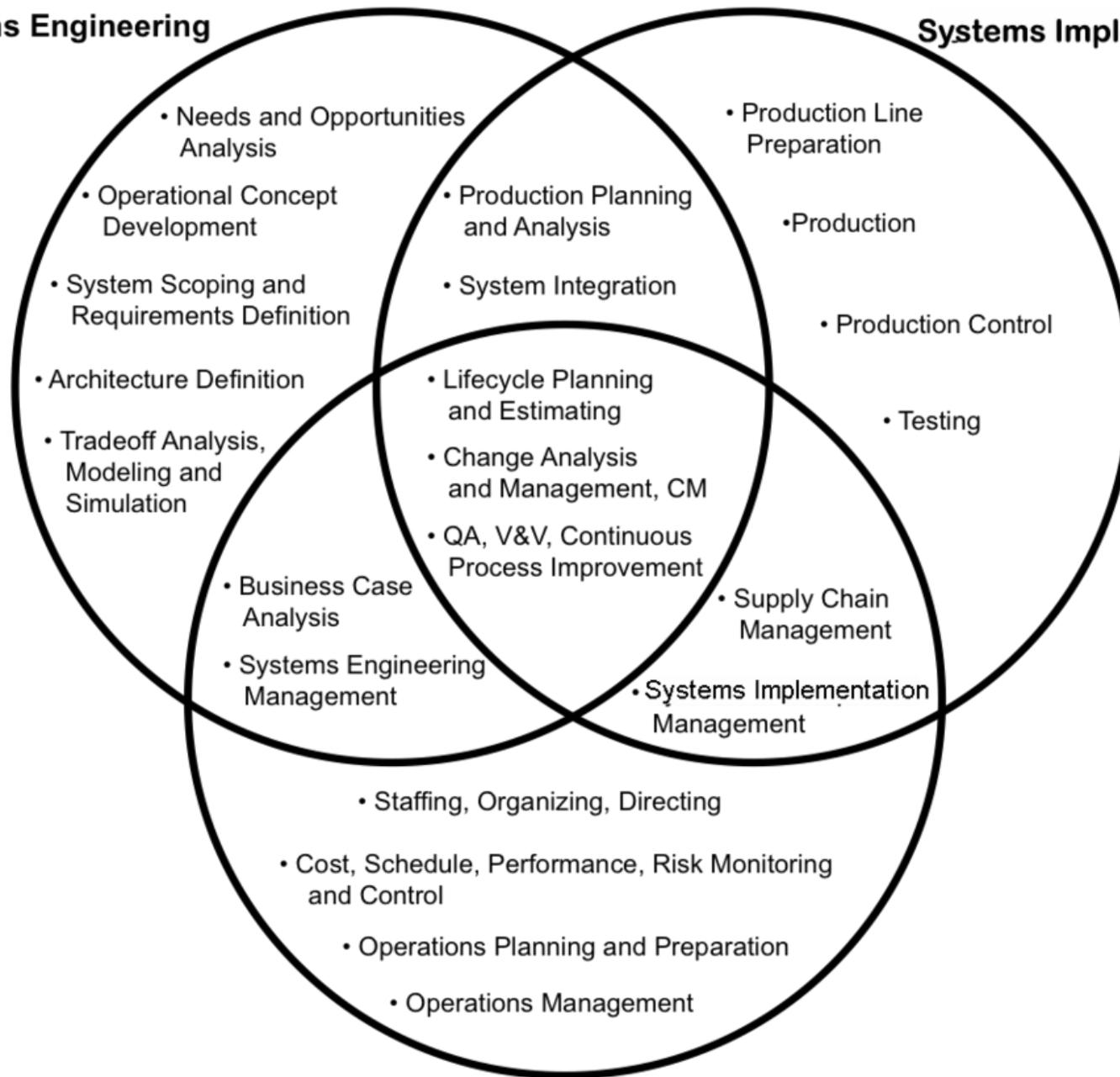
- **Области знаний**
- [System Definition](#)
- [System Analysis](#)
- [System Realization](#)
- [System Implementation](#)
- [System Integration](#)
- [System Verification](#)
- [System Deployment](#)
- [Planning](#)
- [Assessment and Control](#)
- [Measurement](#)
- [System Validation](#)
- [Integrating Supporting](#)



<http://www.sebokwiki.org>

## Systems Engineering

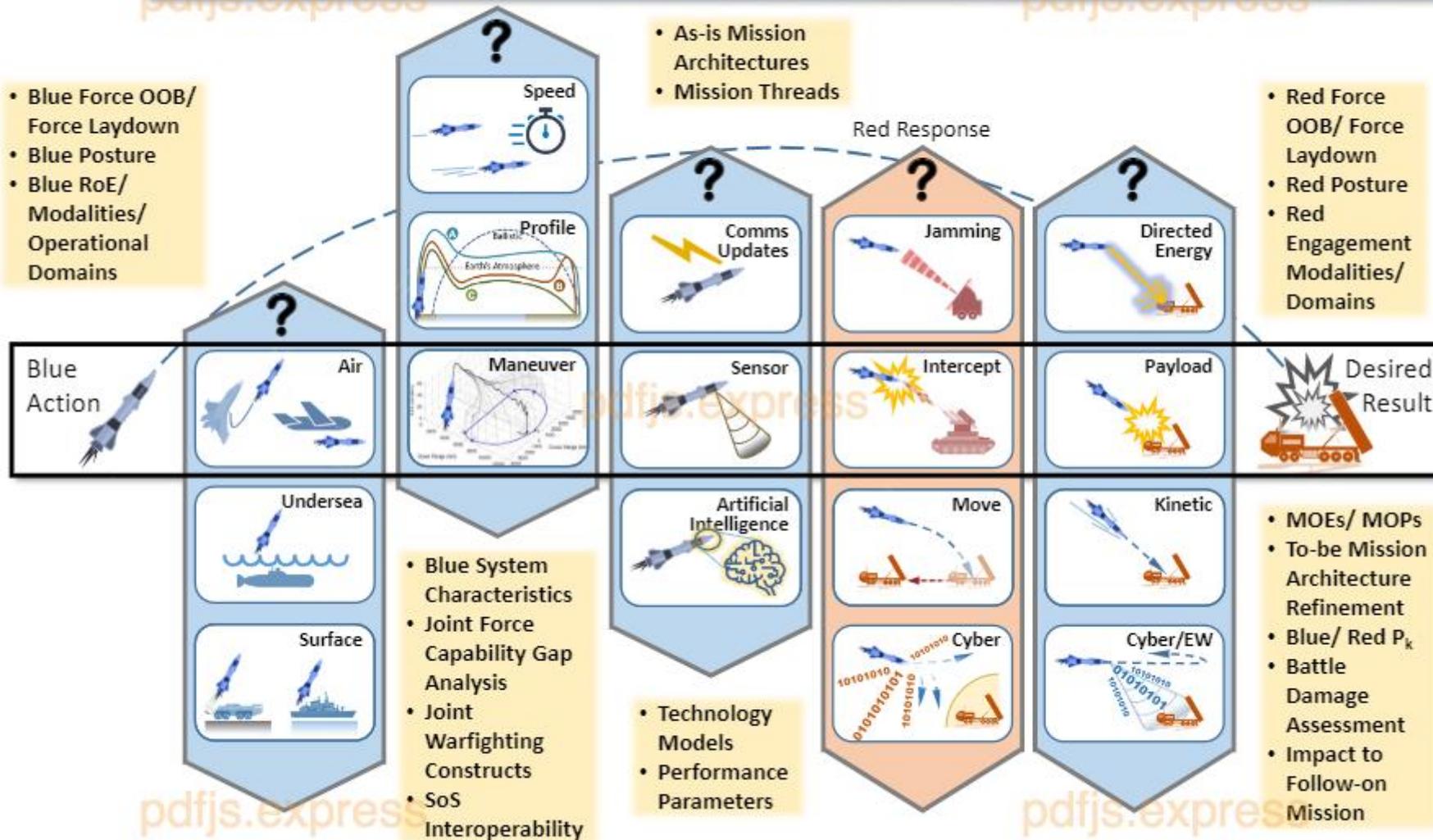
## Systems Implementation



## Project / Systems Management



# Examples of Data Critical for ME Studies



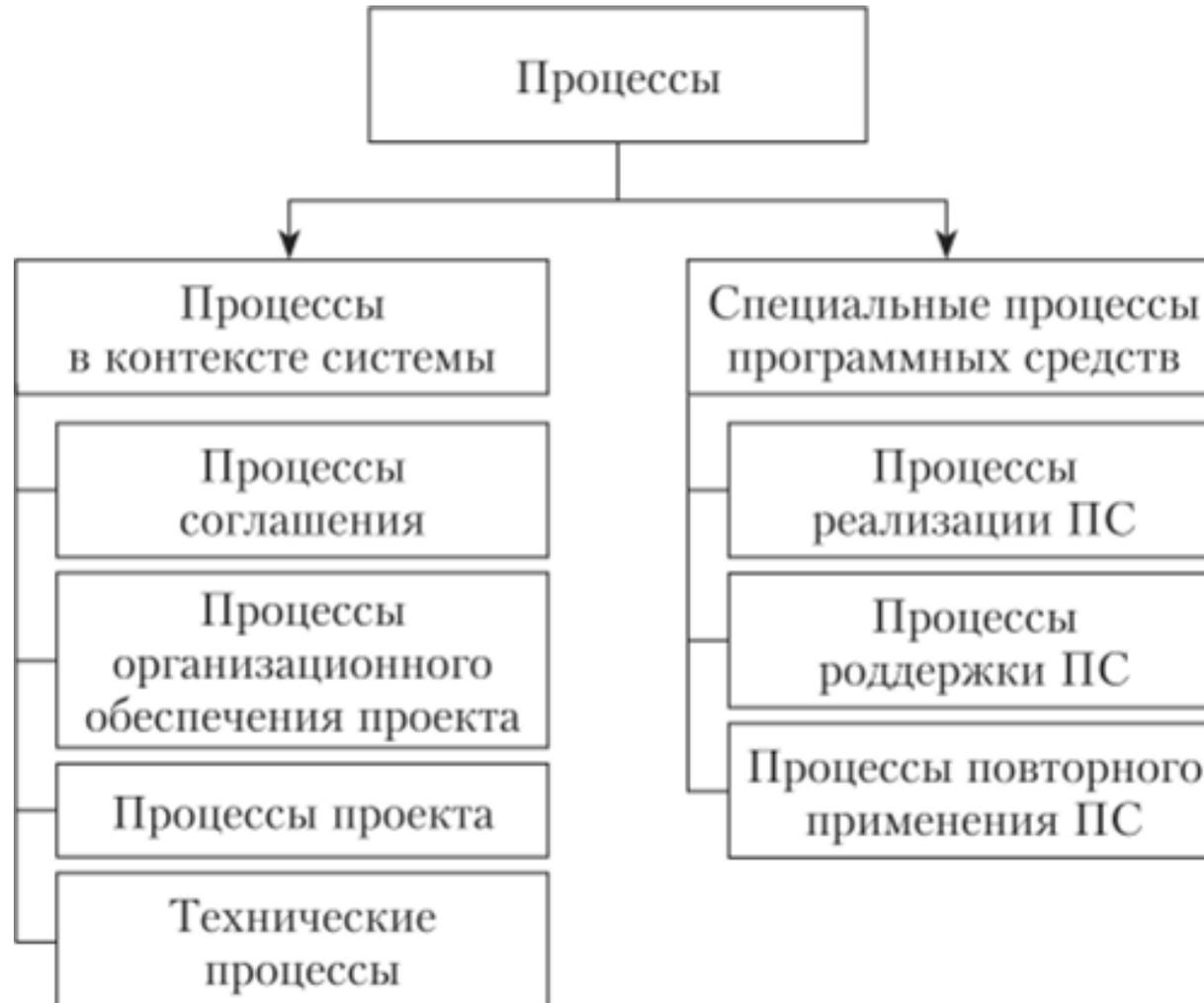
In addition to data needs, the ME enterprise requires platforms on which to work with and store information, and to host various tools.

## КЛЮЧЕВЫЕ СТАНДАРТЫ РФ В СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

- **ГОСТ Р 57193-2016** Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем
- **ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010** Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207

СИСТЕМНАЯ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ



## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАЗБИЕНИЙ В ГОСТ (ЕСКД)

- Набор стандартов ЕСКД (ГОСТы Единой Системы Конструкторской Документации) дает определение:

1. **Комплекс** — два и более изделия, предназначенных для выполнения взаимосвязанных функций (например, технологическая линия).
2. **Комплект** — это набор из двух и более изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей).
3. **Сборочная единица** — изделие, составные части которого соединяются между собой в процессе сборки с помощью резьбы, пайки, сварки и т. п. (например, редуктор).
4. **Деталь** — это изделие, выполненное из однородного материала без применения сборочных операций (например, болт, гайка, вал, втулка).

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАЗБИЕНИЙ ВНЕ ГОСТ

ISO 26702 определяет следующие уровни:

Инженерные стандарты  
предписывают  
конкретное число  
уровней и названия  
уровней разбиений.



## ПРИМЕРЫ ТИПОВ ДЕКОМПОЗИЦИИ

- функциональная декомпозиция (functional breakdown structure), чаще называется functional decomposition;
- структурная декомпозиция работ (work breakdown structure);
- структурная декомпозиция изделия (схема деления);
- разбиение установки (plant breakdown structure);
- структуризация документации (document breakdown structure);
- ...
- иерархическая структура рисков (risk breakdown structure);
- организационная иерархическая структура (Organizational breakdown structure, OBS);
- иерархическая структура ресурсов (Resource breakdown structure);
- ...

## ПОДВОДИМ ИТОГ

Типы декомпозиции включают функциональную, структурную декомпозицию работ, структурную декомпозицию изделия, разбиение установки, структуризацию документации, иерархическую структуру рисков, организационную иерархическую структуру, и иерархическую структуру ресурсов.

Функции системного инжиниринга включают анализ требований заказчика, построение системной архитектуры, системную разработку, моделирование и тестирование систем, контроль за соблюдением стандартов, управление портфелями и программами, управление изменениями, управление конфигурациями, управление потоками задач, управление поставками, передачу заказчику, и обучение персонала.



Кафедра ИУБ

Компьютерные системы и сети

Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана

# Основные задачи конструирования



## ПЛАН ЗАНЯТИЯ

- основные задачи конструирования;
- принципы конструирования;
  - одноуровневый;
  - многоуровневый;
- основные конструктивно-технологические задачи разработки узлов ВТ;
- схема деления (структурная декомпозиция изделия).

## НАЗНАЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ

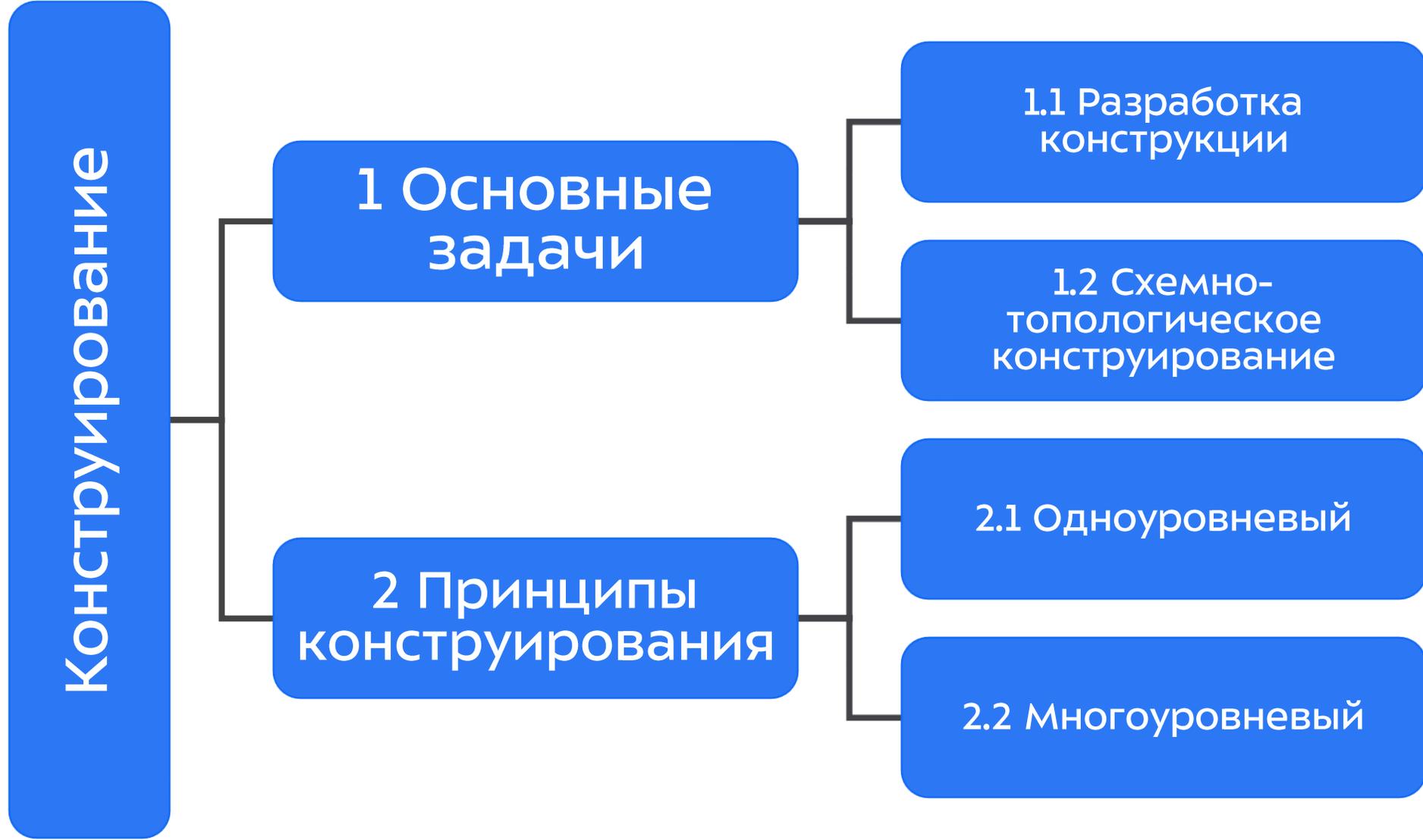
**1**

**Реализация электрических связей между компонентами**

**2**

**Фиксация компонентов и защита их от дестабилизирующих факторов**

# КОНСТРУИРОВАНИЕ



# 1 Основные задачи конструирования

## 1.1 Разработка конструкции

Выбор формы

Геометрическая компоновка

Разработка конструкции деталей и всего узла в целом

## 1.2 Схемно-топологическое конструирование

Схемная компоновка

Размещение

Трассировка

# ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

2

Принципы конструирования

2.1

Одноуровневый

2.2

Многоуровневый

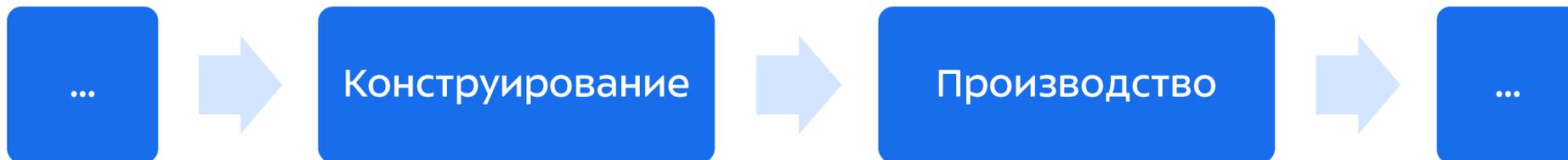
# МАГИСТРАЛЬНО-МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

- AdvancedTCA
- microTCA
- AdvancedMC
- CompactPCI
- CompactPCI  
Serial
- VME
- VPX



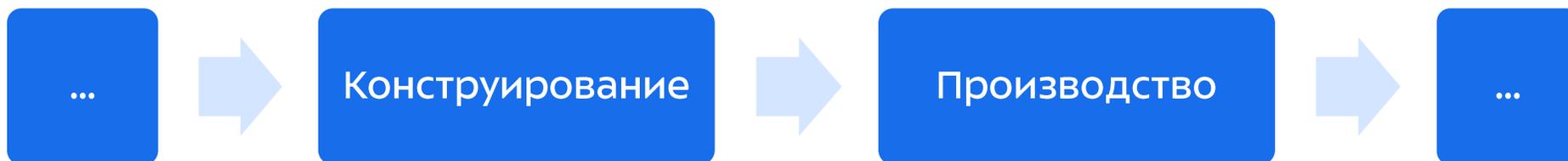
## КОНСТРУИРОВАНИЕ

**Конструирование** – один из завершающих этапов процесса проектирования, который заключается в физической реализации принятых схемотехнических решений.

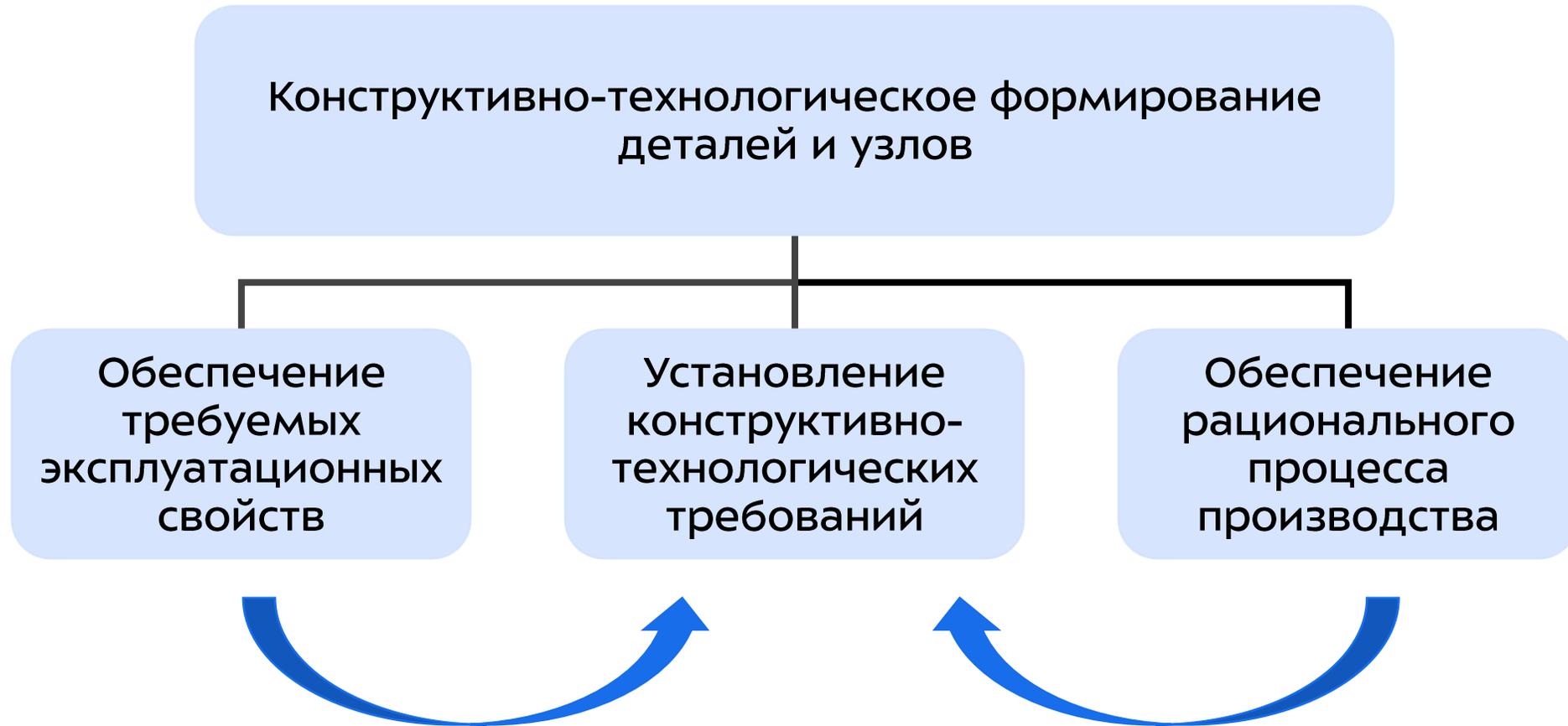


**Технологический процесс включает в себя:**

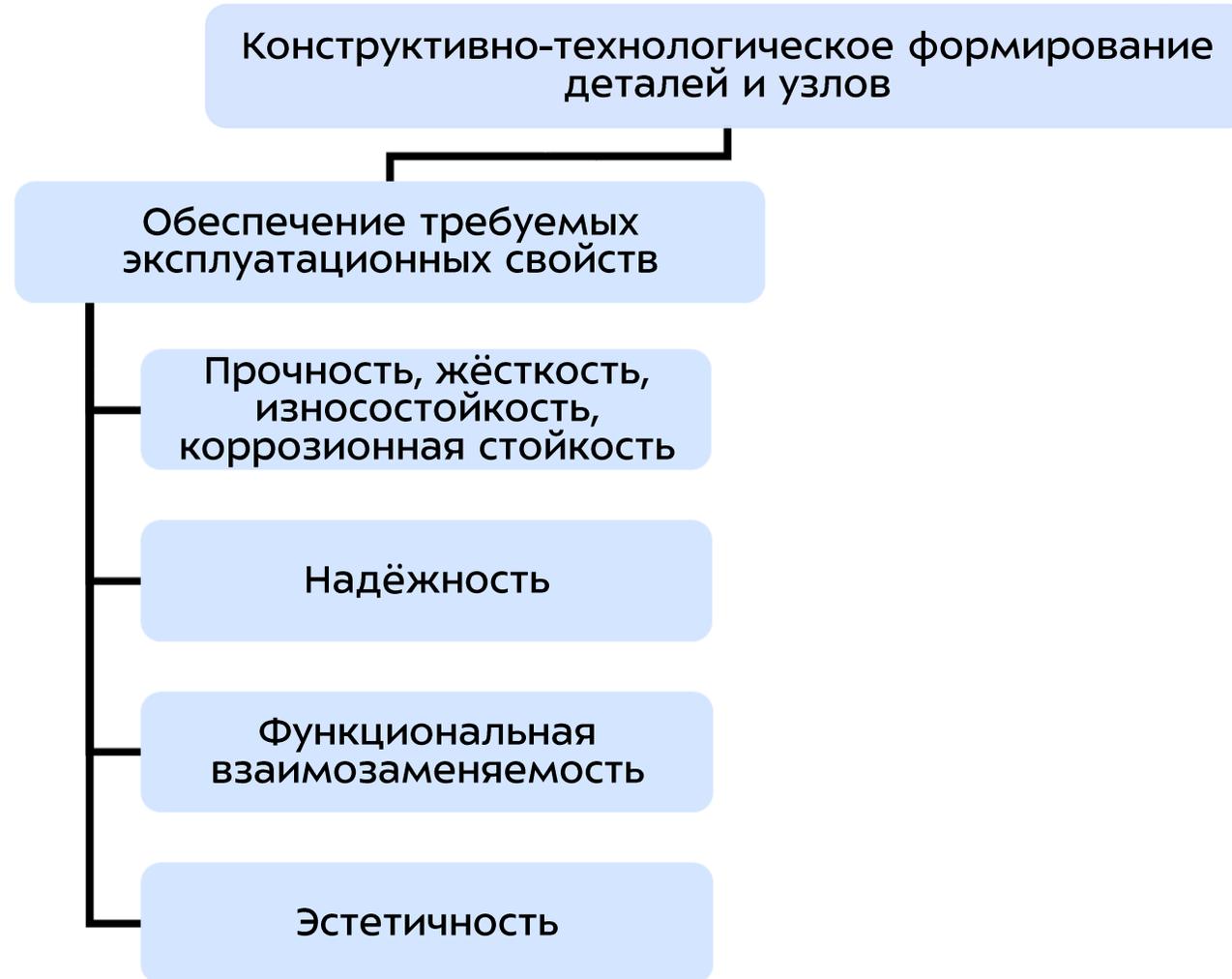
- выполнение определённых действий, направленных на изменение исходных свойств объектов производства;
- достижение объектом производства определённого состояния, которое соответствует технической документации.



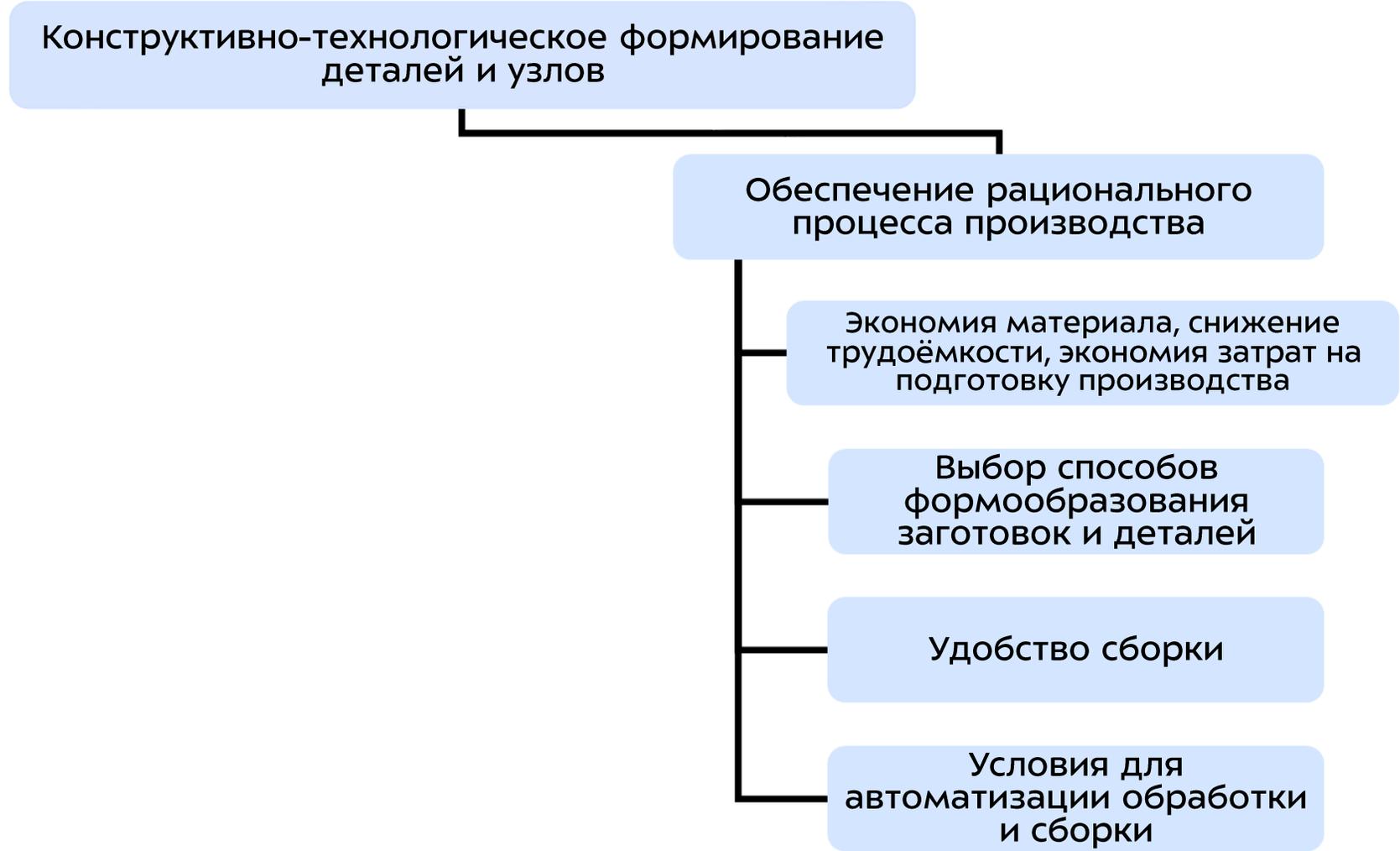
# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ВТ



# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ВТ

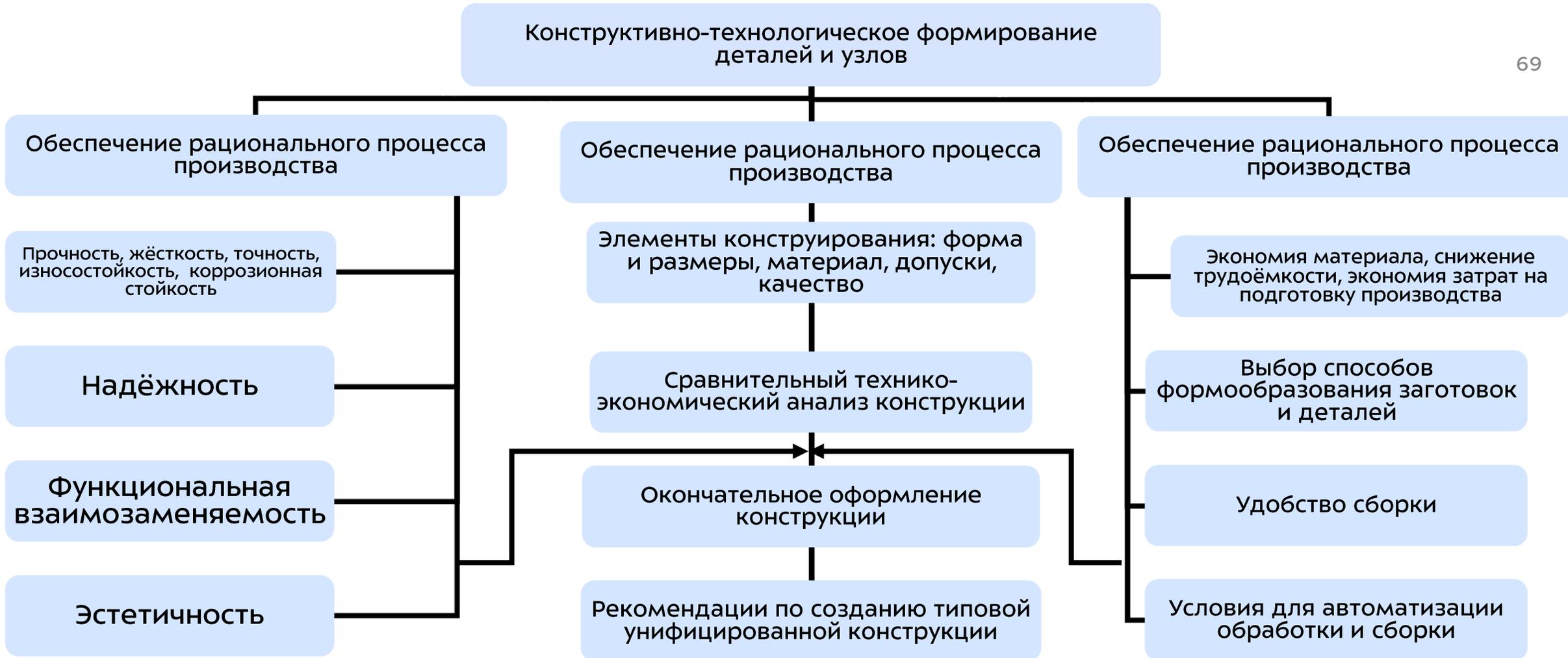


# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ВТ



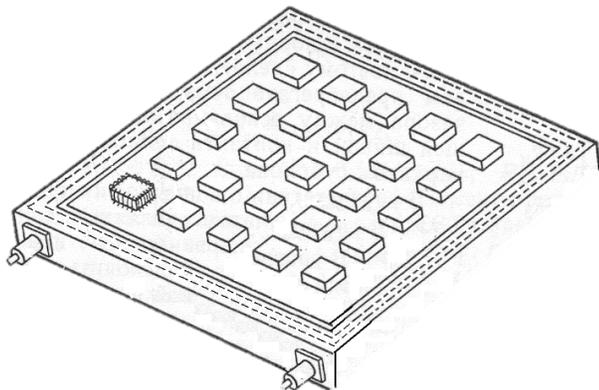
# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ВТ

основные задачи конструирования

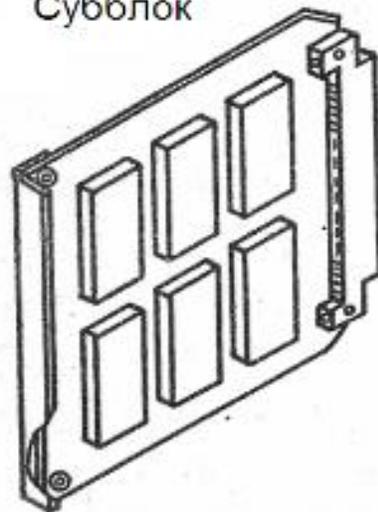


# ВНЕШНИЙ ВИД КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ

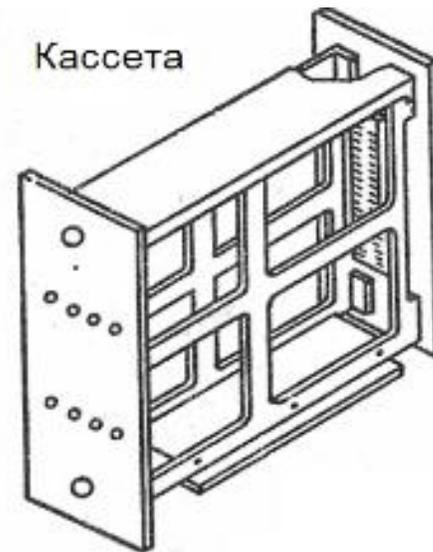
Многокристальный  
модуль



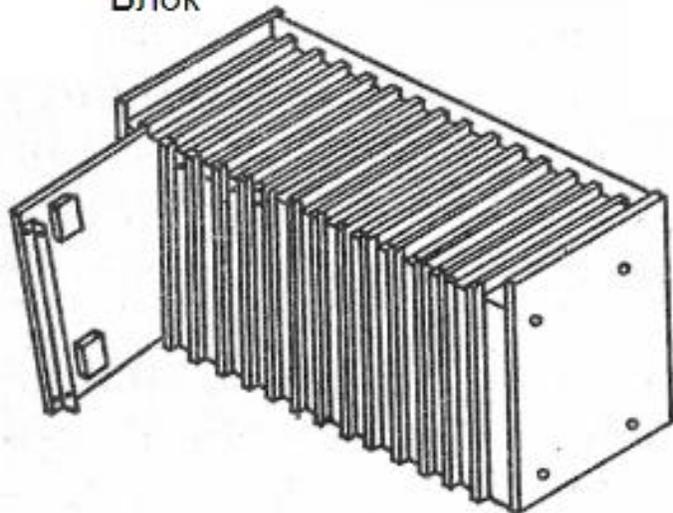
Субблок



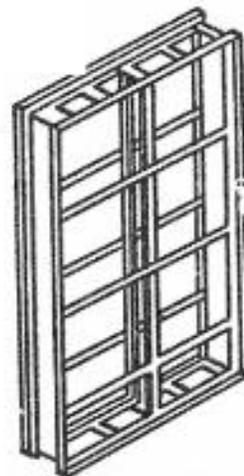
Кассета



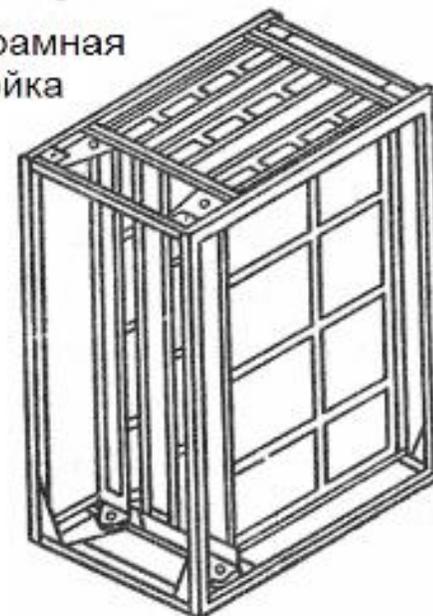
Блок



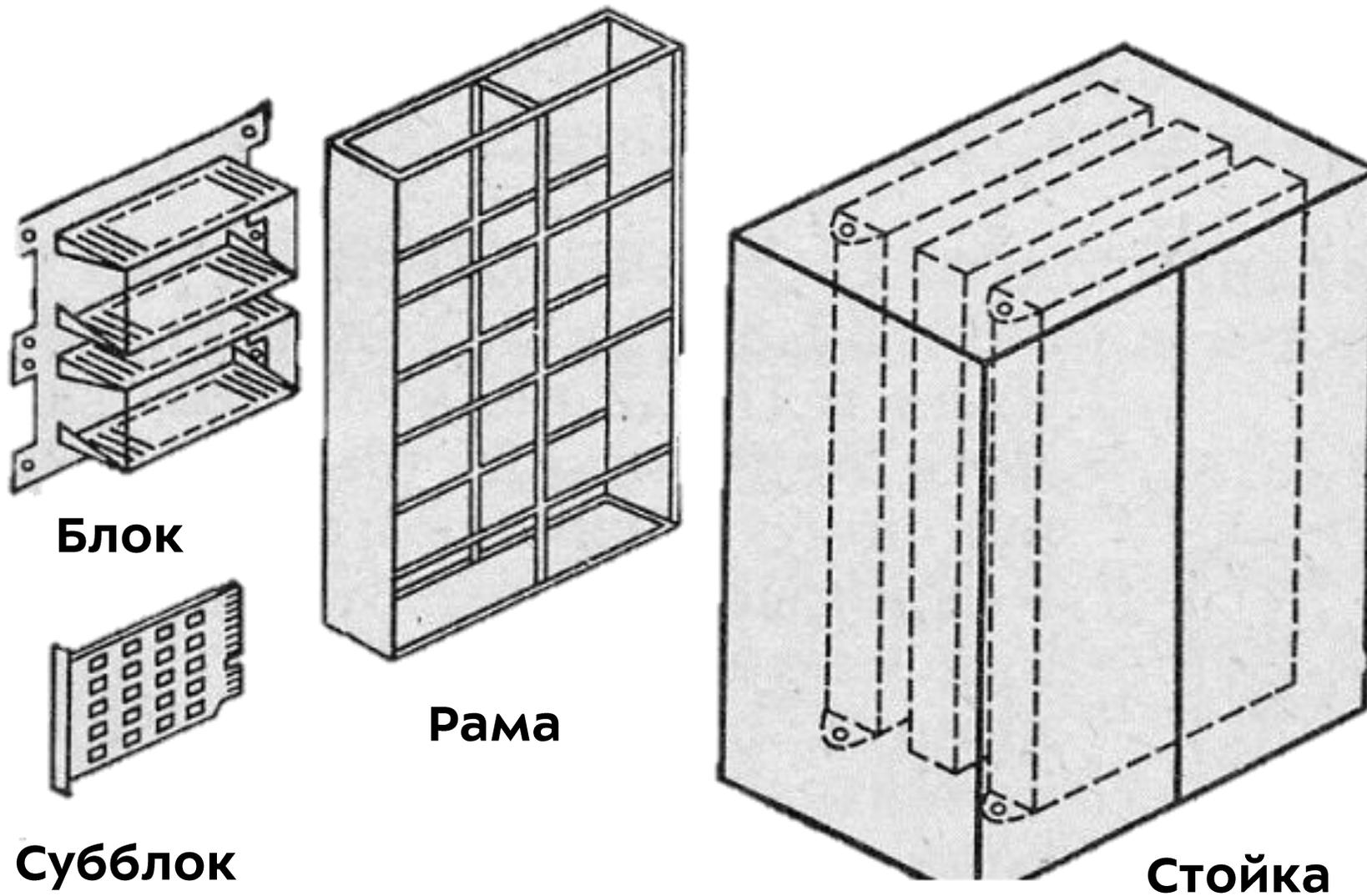
Рама



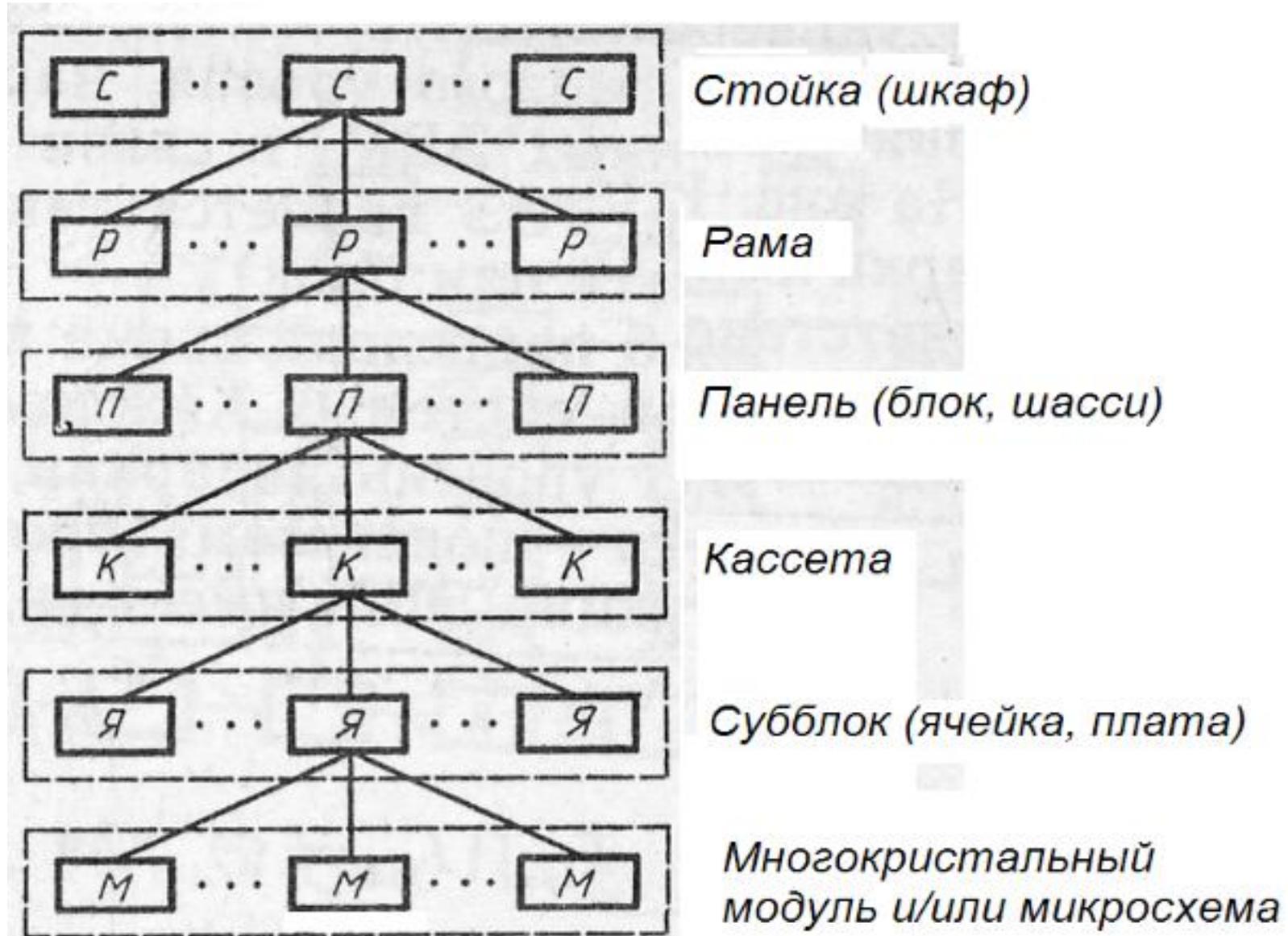
Трехрамная  
стойка



# КОНСТРУКТИВНЫЙ СОСТАВ МНОГОРАМНОЙ СТОЙКИ



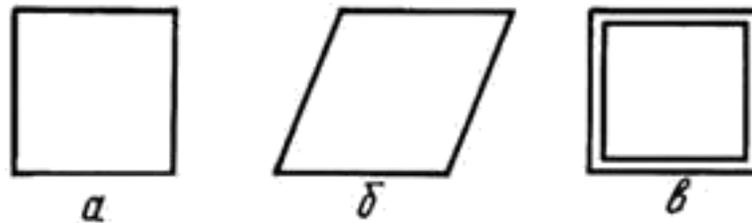
# ПРИМЕР СХЕМЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ИЕРАРХИИ



## СХЕМА ДЕЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ НА СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Схема деления изделия на составные части - конструкторский документ, определяющий состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязь. (ГОСТ 2.711-82 [с изм. 2006г])

### Условно-графические обозначения (УГО)



*а* - вновь разработанные изделия и составные части;

*б* - заимствованные изделия;

*в* - покупные изделия

Разрабатывают со стадии технического проекта. Уровень сложности изделия определяет уровни деления (раскрытия).

Код схемы – Е1



## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВТ

- **основными являются электрические соединения** между элементами и узлами, так как они обеспечивают физические процессы функционирования и являются компонентами, которые могут вызвать искажение сигналов и появление ложных. Механические соединения в электронных блоках играют вспомогательную роль;
- **форма конструкции** оказывает незначительное влияние на процесс передачи сигналов, поэтому она слабо связана со схемой, которая в ней реализуется;
- **существенно влияние дестабилизирующих воздействий на функционирование ВТ.**

## УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

- существенное воздействие на ВТ оказывают **различные дестабилизирующие факторы**, порождаемые условиями эксплуатации;
- средства ВТ разделяются на **группы применения** согласно сочетанию и интенсивности дестабилизирующих факторов:
  - в наземных и подземных отапливаемых помещениях;
  - в неотапливаемых помещениях и на открытом воздухе;
  - в цехах, производственных помещениях, в том числе с вредным производством;
  - на подвижных объектах.
- **объекты установки** порождают соответствующие условия применения, которые должны быть учтены при проектировании ВТ.

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВТ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНСТРУИРОВАНИЕ (ПО ГРУППАМ ФАКТОРОВ)

### — габаритные:

- повышение уровня интеграции элементной базы и её **быстродействия**;
- **рост сложности** аппаратуры и **плотности** её компоновки;
- снижение относительных габаритов **активных элементов** и **энергетического уровня** сигналов;

### — электрические:

- увеличение **потерь быстродействия** из-за задержек сигналов в линиях связи;

### — тепловыделение:

- рост удельной **выделяемой мощности** активных элементов.

Спасибо за внимание!

