

Проектирование цифровых устройств

КУРС ЛЕКЦИЙ

ЧУ ПО «СОЦИАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: БОРИСОВ АЛЕКСЕЙ АЛЬБЕРТОВИЧ

Проектирование цифровых устройств

1. Организация проектирования электронных устройств
2. Условия эксплуатации цифровых устройств
3. Конструирование элементов, узлов и устройств
4. Основы проектирования тех процессов в производстве
5. Технология изготовления микросхем
6. Печатные платы
7. Развитие САПР электронных устройств
8. Структура САПР для разработки электронных устройств
9. Сборка и монтаж устройств на печатных платах
10. Надежность на этапах проектирования и производства
11. Эргономический дизайн устройств
12. Физиологические характеристики устройств
13. Особенности проектирования

Задачи и этапы проектирования

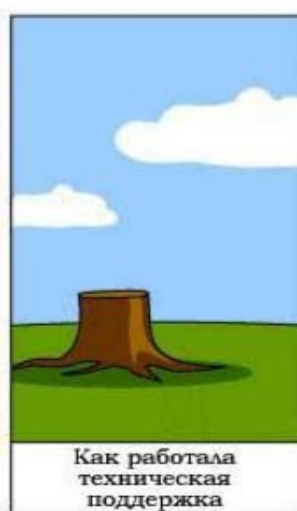
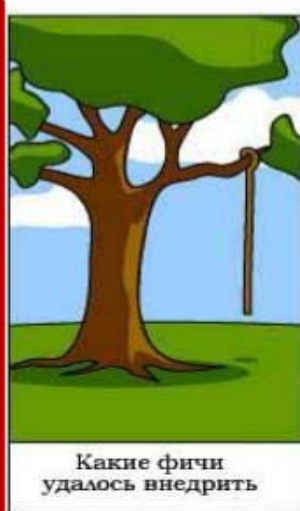
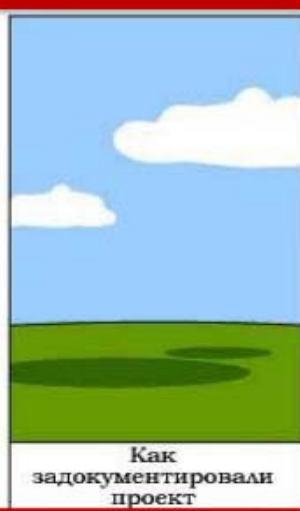
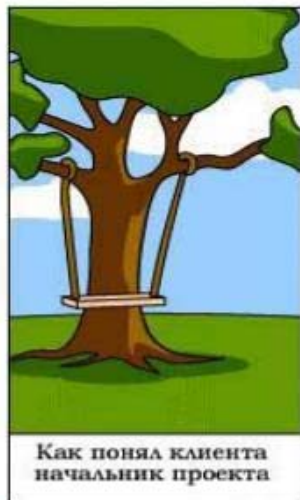
Проектирование цифровых устройств (ЦУ) – трудоемкий процесс, основанный на определенной технологии и инструментарию его разработки.

Для проектирования ЦУ необходимо знать следующее.

1. Методы проектирования ЦУ.
2. Этапы создания ЦУ.
3. Способы организации внутренней структуры ЦУ.
4. Специфику различных технологий создания ЦУ.

Основные этапы разработки:

1. Постановка задачи и цели будущего устройства.
2. Разработка требований и технического задания.
3. Выбор модели, методов и стратегий проектирования.
4. Моделирование ЦУ и процессов.
5. Разработка общих и детальных схем ЦУ.
6. Разработка печатных плат и конструктива устройства.
7. Изготовление опытного образца ЦУ.
8. Отладка и тестирование, определение надежности.
9. Написание документов: ТУ, паспорт, инструкция по эксплуатации, инструкция по настройке, по ремонту.
10. Внедрение в эксплуатацию (установка, эксплуатационное тестирование, приемка и т.д.).
11. Опытная эксплуатация и доработка образцов.
12. Организация выпуска, монтаж, наладка и ввод в эксплуатацию серийных образцов;
13. Организация сопровождения и тех обслуживания.



Проект — совокупность мероприятий для разработки нового продукта или улучшения существующего продукта.

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

Техническое задание (ТЗ) — основной документ проекта, которым Заявитель устанавливает цели и задачи проекта, номенклатуру и назначение продуктов проекта, **технические** и другие характеристики проектируемого продукта, порядок и последовательность необходимых стадий реализации проекта.

Технические условия (ТУ) — документ, устанавливающий технические требования, которым должны соответствовать конкретное изделие, материал и пр. Кроме того, в них должны быть указаны процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования.

Документация составляется по стандартам. **Стандарты** для написания документации делятся на два типа: Международные стандарты (ISO, IEEE Std); Советские и Российские ГОСТы. В обозначении Российских символ Р.

IEEE Std 1063-2001 «IEEE Standard for Software User Documentation» — для написания руководства пользователя;

IEEE Std 1016-1998 «IEEE Recommended Practice for Software Design Descriptions» для технического описания;

ISO/IEC FDIS 18019:2004— ещё один стандарт для написания руководства пользователя.

ISO/IEC 26514:2008 «Requirements for designers and developers of user document» для дизайнеров и разработчиков

ГОСТ (государственный стандарт) — это нормативно-правовой документ, в соответствии требованиями которого производится стандартизация производственных процессов и оказания услуг. Государственный стандарт обязательно проходит процедуру регистрации, которая проводится специальным государственным органом - Госстандартом. **ГОСТы** могут заменяться или отменяться. Действующие ГОСТы обязательны к исполнению.

Утвержденный ГОСТ содержит ключевые требования, которым должны соответствовать товары, работы и услуги.

Виды нормативно технической документации

ЕСКД - Единая система конструкторской документации

Подробно описана в: [ГОСТ 2.001-93](#) ... [ГОСТ 2.767-89](#)

<http://www.robot.bmstu.ru/files/GOST/gost-eskd.html>

ЕСТД - Единая система технологической документации

ГОСТ 3.1001-2011 <https://docs.cntd.ru/document/1200086244>

ЕСПД - Единая система программной документации

ГОСТ 19.001-77 <https://docs.cntd.ru/document/1200007416>

ГОСТ 19.701-90

ЕСТПП - Единая система технологической подготовки производства

ГОСТ Р 57944-2017 <https://docs.cntd.ru/document/1200157579>

ЕСЗКС - Единая система защиты от коррозии и старения

ГОСТ 9.101-2021 <https://docs.cntd.ru/document/1200181532>

[ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения.](#)

[ГОСТ 2.002-72 ЕСКД. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.](#)

[ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.](#)

[ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий.](#)

[ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.](#)

[ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки.](#)

[ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.](#)

[ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.](#)

[ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.](#)

[ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.](#)

[ГОСТ 2.111-68 ЕСКД. Нормоконтроль.](#)

[ГОСТ 2.113-75 ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы.](#)

[ГОСТ 2.114-95 ЕСКД. Технические условия.](#)

[ГОСТ 2.118-73 ЕСКД. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ.](#)

[ГОСТ 2.123-93 ЕСКД. Комплектность конструкторской документации на печатные платы при автоматизированном проектировании.](#)

[ГОСТ 2.124-85 ЕСКД. Порядок применения покупных изделий.](#)

[ГОСТ 2.125-88 ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.](#)

[ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.](#)

[ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.](#)

[ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.](#)

[ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.](#)

[ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.](#)

[ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.](#)

[ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.](#)

[ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.](#)

[ГОСТ 2.308-79 ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.](#)

[ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей.](#)

[ГОСТ 2.310-68 ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.](#)

[ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображение резьбы.](#)

[ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.](#)

[ГОСТ 2.313-82 ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.](#)

[ГОСТ 2.314-68 ЕСКД. Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий.](#)

[ГОСТ 2.315-68 ЕСКД. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.](#)

[ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.](#)

[ГОСТ 2.317-69 ЕСКД. Аксонометрические проекции.](#)

[ГОСТ 2.318-81 ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий.](#)

[ГОСТ 2.320-82 ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов.](#)

[ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные.](#)

[ГОСТ 2.410-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей металлических конструкций.](#)

[ГОСТ 2.411-72 ЕСКД. Правила выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем.](#)

[ГОСТ 2.501-88 ЕСКД. Правила учета и хранения.](#)

[ГОСТ 2.502-68 ЕСКД. Правила дублирования.](#)

[ГОСТ 2.503-90 ЕСКД. Правила внесения изменений.](#)

[ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы.](#)

[ГОСТ 2.602-95 ЕСКД. Ремонтные документы.](#)

[ГОСТ 2.603-68 ЕСКД. Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию.](#)

[ГОСТ 2.604-2000 ЕСКД. Чертежи ремонтные. Общие требования.](#)

[ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.](#)

[ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.](#)

[ГОСТ 2.709-89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.](#)

[ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.](#)

[ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.](#)

[ГОСТ 2.723-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.](#)

[ГОСТ 2.725-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.](#)

[ГОСТ 2.726-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Токоъемники.](#)

[ГОСТ 2.727-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.](#)

[ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.](#)

[ГОСТ 2.729-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.](#)

[ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические на схемах. Приборы полупроводниковые.](#)

[ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.](#)

[ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.](#)

[ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.](#)

[ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.](#)

[ГОСТ 2.767-89 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Реле защиты.](#)

Виды нормативно технической документации

Задания для практического занятия. Создание документа с соблюдением ЕСКД

1. Оформление ведомости технического проекта
2. Оформление перечня элементов к схеме ЭЗ
3. Простановка буквенно-цифровых позиционных обозначений
4. Работа со схемной документацией

Условия эксплуатации

Условия эксплуатации устройств

Обеспечение помехоустойчивости

Тепловые режимы

Объекты установки устройств и их характеристики

Характер и интенсивность воздействий от тактики использования и объекта

(Тепловых, механических, агрессивной среды)

Классификация по объектам установки

Требования, предъявляемые к конструкции РЭА при оформлении ТЗ

Тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, надежность, экономические

Жизненный цикл - совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации или применения.

Этапы жизненного цикла

1. маркетинговые исследования
2. проектирование продукта
3. планирование и разработка процесса
4. закупка
5. производство или обслуживание
6. проверка
7. упаковка и хранение
8. продажа и распределение
9. монтаж и наладка
10. техническая поддержка и обслуживание
11. эксплуатация по назначению
12. послепродажная деятельность
13. утилизация и (или) переработка

Продолжительность эксплуатации

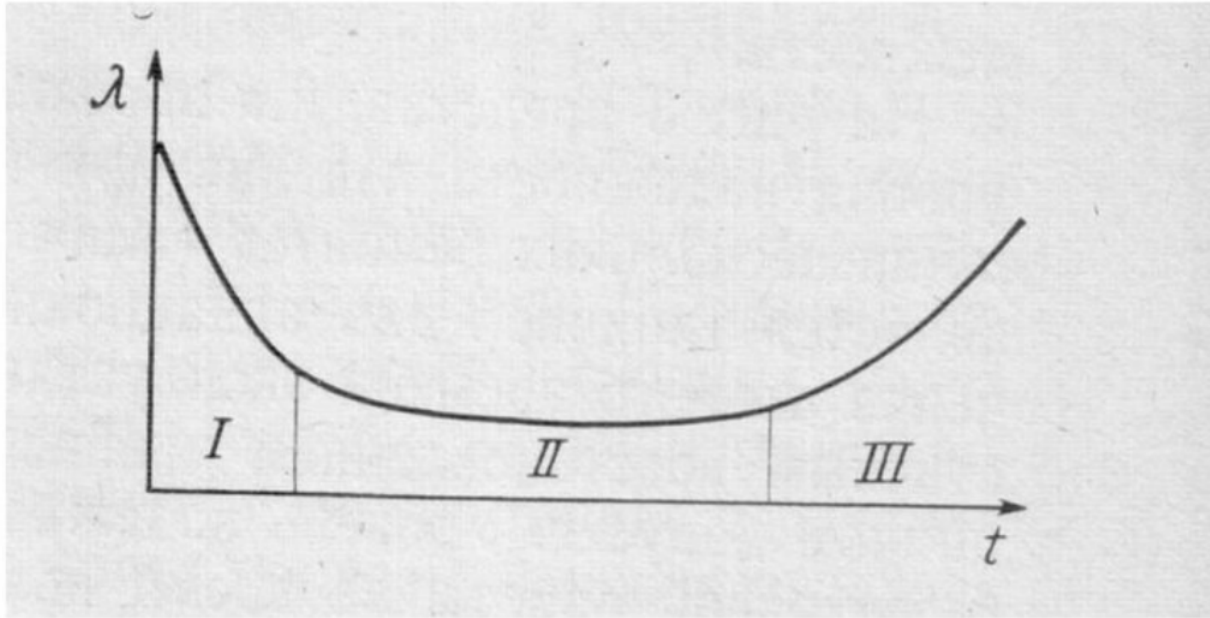


Рисунок - Периоды эксплуатации изделия:

I – приработка;

II - нормальная эксплуатация;

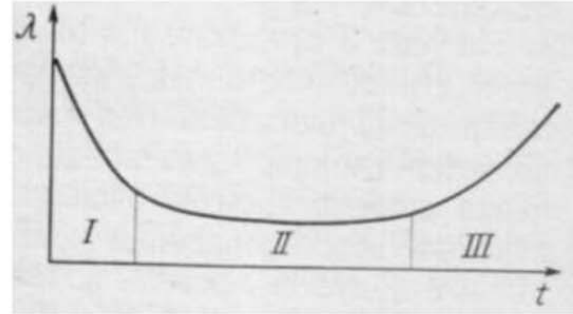
III – ускоренного износа и старения.

Периоды жизненного цикла

Первый – когда интенсивность отказов по времени падает, он называется **периодом приработки**.

ошибки производства:

- остаточное напряжение,
- неправильная регулировка,
- погрешность при изготовлении отдельных деталей,
- низкое качество сборки,
- отклонения от принятой технологии изготовления,
- небрежность при изготовлении.

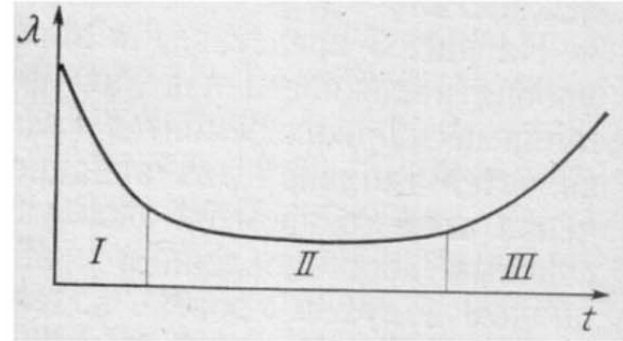


Отказы, возникающие в этот период называются **приработочными**.

Факторы, влияющие на уровень приработочных отказов:

- степень соответствия технологии современному уровню;
- достигнутая точность изготовления изделий;
- степень автоматизации производства;
- уровень технологической дисциплины;
- совершенство технического контроля;
- уровень унификации (использование ранее отработанных узлов и деталей);
- степень использования и соблюдения стандартов;
- качество приемо-сдаточных испытаний;
- степень эффективности системы управления качеством продукции на производстве.

На втором участке интенсивность отказов по времени практически остается постоянной, этот период называется **периодом нормальной эксплуатации**.

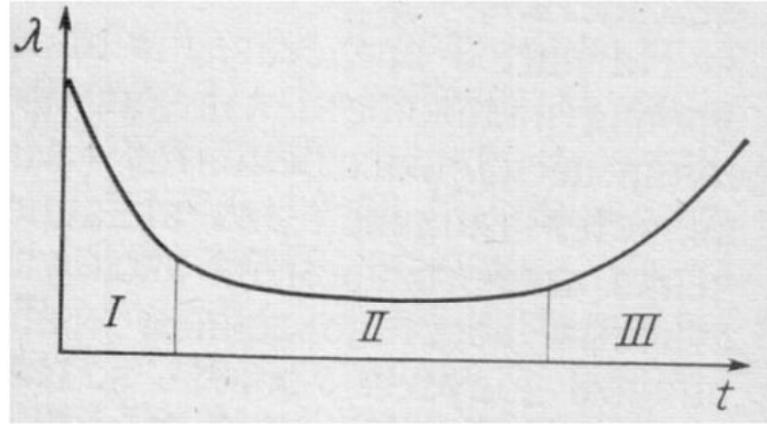


Группа факторов, влияющих на уровень отказов в этом периоде:

- 1) **Первая группа** – факторы относящиеся к конструктивному совершенству изделия. Изделие должно быть менее чувствительным к воздействию различных случайных факторов (прочность материала, конструктивные решения охлаждения рабочих деталей).
- 2) **Вторая группа** – факторы условий эксплуатации (климатические условия (температура, давление, влажность, высота над уровнем моря, морской климат, пыль, уровень вибрации)
- 3) **Третья группа** - ошибки в действиях обслуживающего персонала – относятся к разряду внезапных.

Периоды жизненного цикла

Третий период – период износа и старения. На третьем участке интенсивность отказов начинает возрастать. Появляются отказы, вызываемые старением, износом, усталостью, коррозией, изменением материалов отдельных элементов изделия.



Основные факторы, влияющие на процессы в третьем периоде:

- использование более надёжных узлов;
- упрочнение материала поверхности сопряжённых деталей;
- защита от всех видов коррозий;
- соблюдение технологии изготовления деталей и узлов;
- эксплуатационные нагрузки.

Вопросы, решаемые при эксплуатации современных технических систем:

- обоснование системы технического обслуживания и ремонта,
- выбор наиболее рациональных методов диагностирования при ремонте и обслуживании,
- разработку научных методов планирования эксплуатации,
- обоснование условий и правил хранения,
- отбор и проверку эффективности новых эксплуатационных материалов,
- разработку вопросов, связанных с повышением надежности.

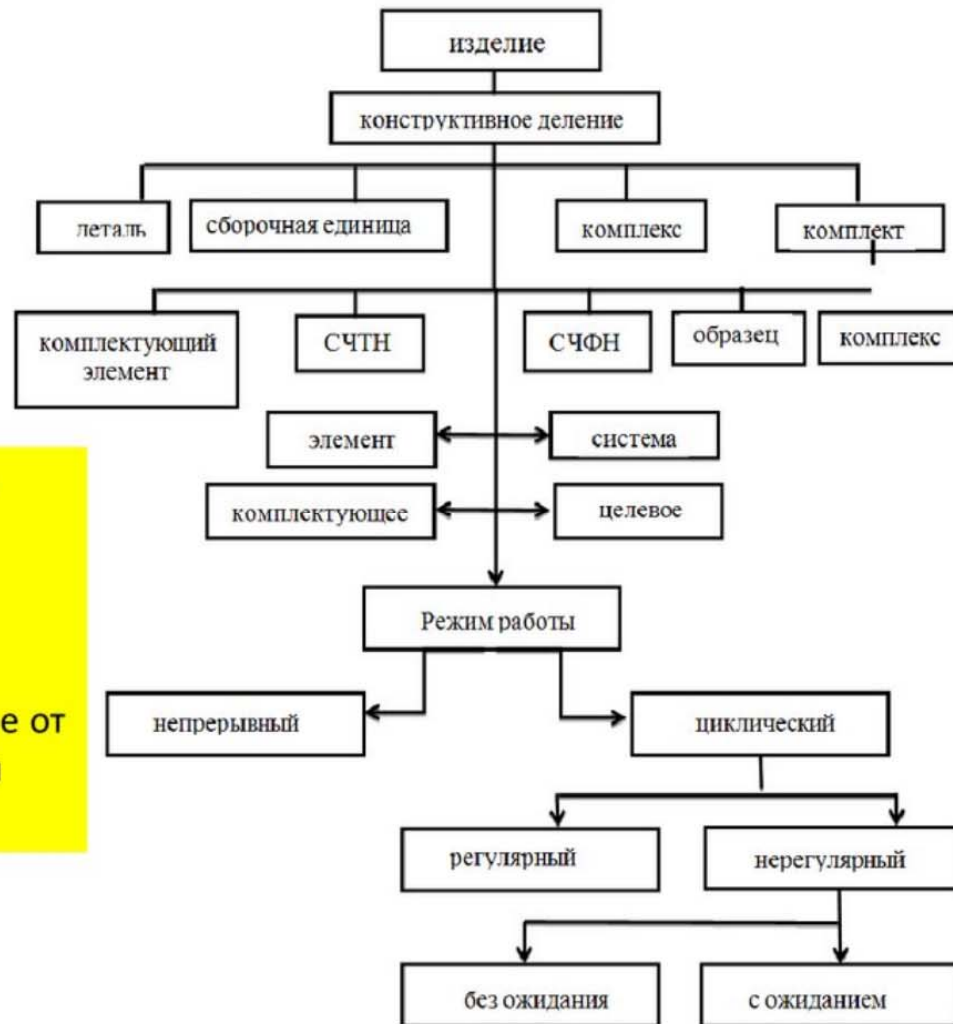
Под эксплуатацией технических систем понимается совокупность ряда этапов его «жизненного цикла» - ввод в эксплуатацию, приведение в готовность к использованию по назначению, его техническое обслуживание и ремонт, использование по назначению, хранение и транспортирование.



Организация эксплуатации включает следующие основные мероприятия:

- планирование эксплуатации;
- учет, категорирование и ведение эксплуатационной документации;
- организация использования;
- ввод в эксплуатацию и допуск к эксплуатации;
- ведение рекламационной работы;
- контроль и оценка технического состояния;
- организация технического обслуживания и ремонта;
- организация хранения;
- организация транспортирования;
- продление эксплуатации;
- проведение доработок;
- снятие с эксплуатации и списание;
- материально-техническое и финансовое обеспечение эксплуатации;
- организацию гостехнадзора, энергонадзора и метрологического обеспечения;
- подготовка специалистов подразделений обеспечения и ремонта;
- обобщение опыта эксплуатации и внедрение его в практику.

Основные понятия эксплуатации и надежности устройств



Изделие – это вид продукции.

Количество **изделий** характеризуется дискретной величиной.

Изделие при использовании расходует свой ресурс в отличие от **продукта**, который расходуется сам.

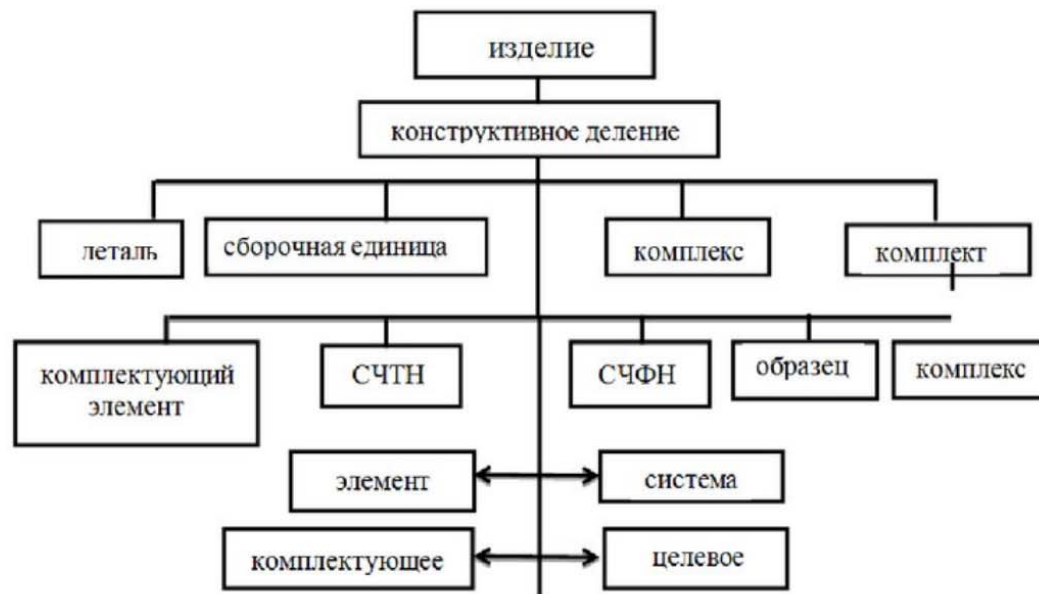
Основные понятия эксплуатации и надежности устройств



С точки зрения конструктивного деления различают четыре вида изделий:

- **деталь** – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций;
- **сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой при изготовлении сборочными операциями (свинчивание, сварка, склепка и др.);
- **комплекс** – два и более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;
- **комплект** – два и более изделия, не соединенные сборочными операциями и имеющих общее назначение вспомогательного характера.

Основные понятия эксплуатации и надежности устройств



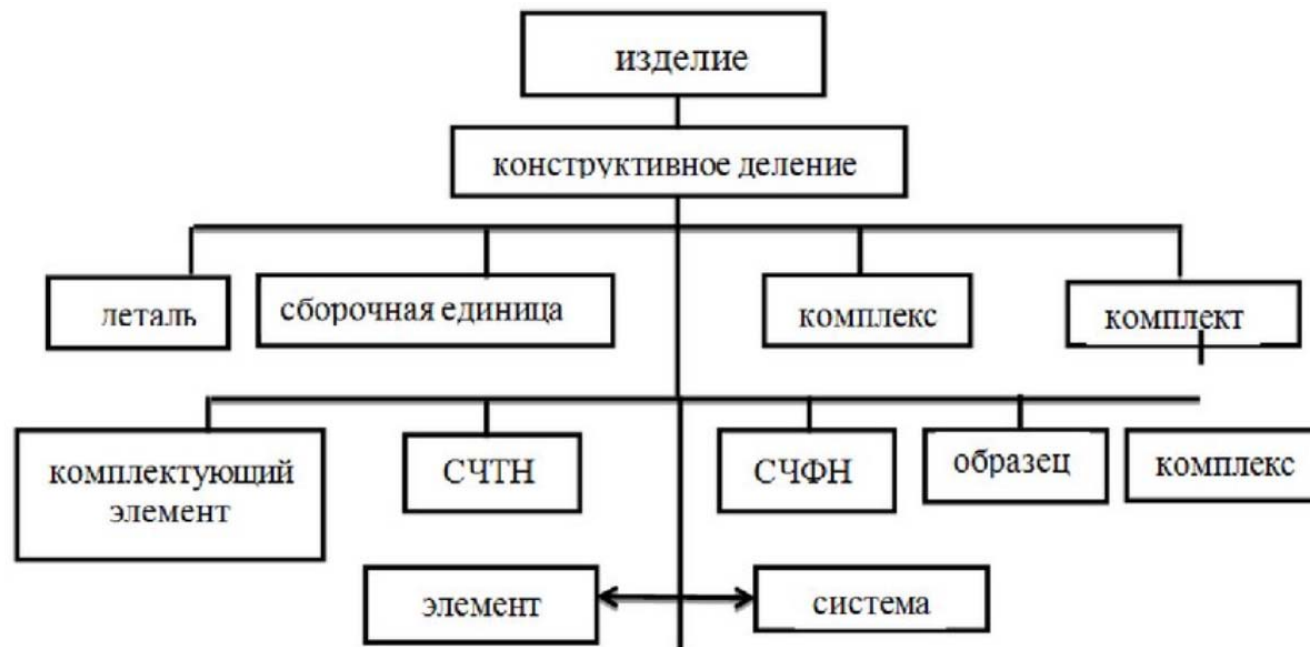
При оценке надежности и качества изготовления изделий широко используется деление изделий на целевые и комплектующие.

При этом под целевым изделием понимается изделие, выполняющее определенную целевую заданную функцию.

А) К целевым изделиям относятся образцы и составные части функционального назначения (СЧФН);

Б) К комплектующим – составные части технического назначения (СЧТН) и отдельные комплектующие элементы.

Основные понятия эксплуатации и надежности устройств



С точки зрения теории надежности различают два вида изделий:

- системы
- элементы.

Основные понятия эксплуатации и надежности устройств

Системой называется совокупность совместно действующих объектов, предназначенных для выполнения заданных функций.

Под объектами понимаются отдельные образцы техники или их составные части (механизмы, узлы, блоки, пульта и отдельные детали).

В некоторых случаях в понятие «система» включается совокупность нескольких образцов техники (комплекс), а так же совокупность технических устройств и обслуживающего персонала одновременно.

Элементом называется составная часть системы, выделяемая по конструктивному, функциональному или иному признаку.

В качестве элементов различных систем могут рассматриваться отдельные детали, блоки, узлы, агрегаты, а так же отдельные образцы техники из состава комплексов.

Элементом системы так же может являться человек, связанный с системой функционально.

Основные понятия эксплуатации и надежности устройств

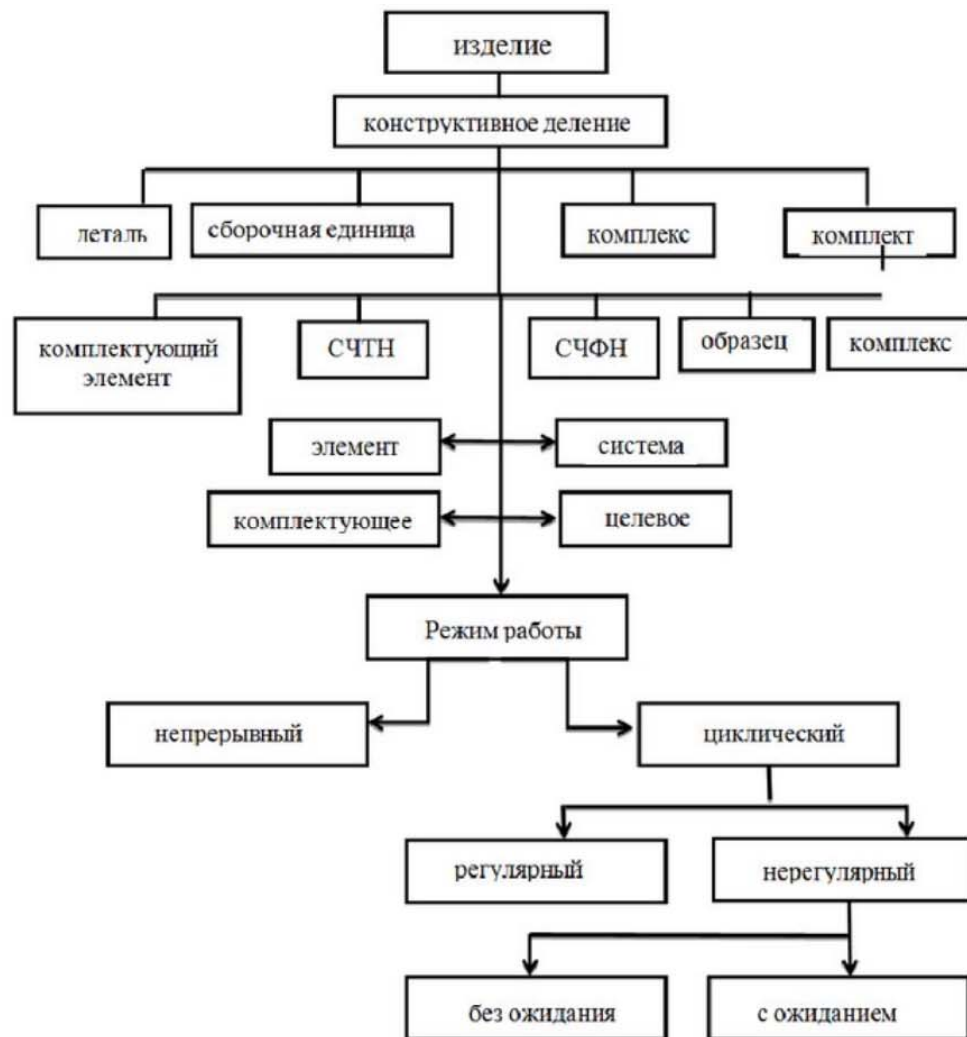
Для оценки надежности принципиальное значение имеет режим работы.

В зависимости от режима работы изделия разделяются на две группы:

- **непрерывного использования;**
- **циклического использования.**

Изделия с циклическим режимом работы имеют две разновидности:

- с регулярным периодом использования;
- с нерегулярным периодом использования.



Классификация параметров изделия

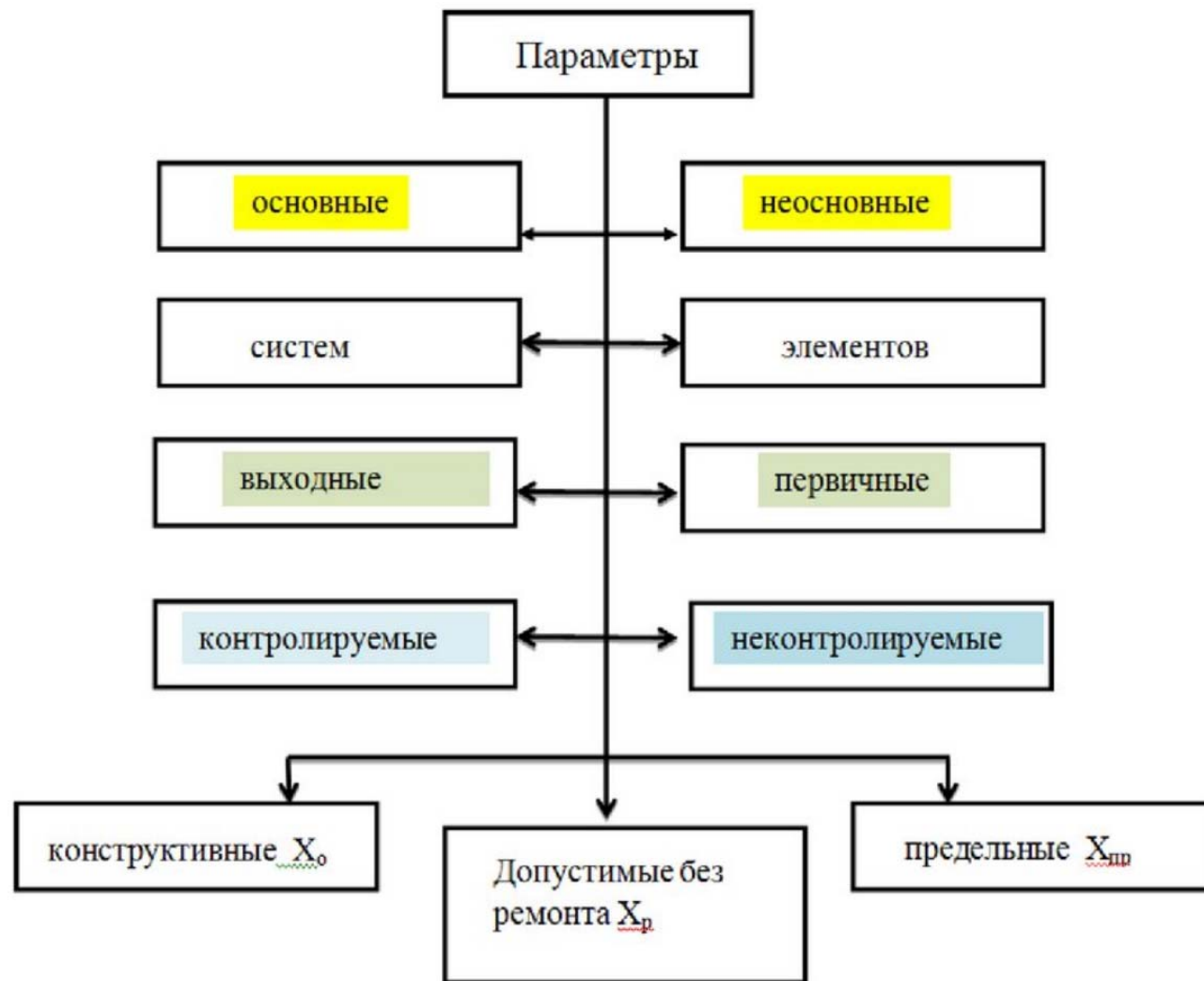
*Одним из важнейших требований, предъявляемых к техническим системам, находящимся в любом режиме эксплуатации, является **задача сохранения и поддержания исправности или только работоспособности изделия, а так же быстрого их восстановления в случае возникновения отказов и повреждений.***

*Эта задача напрямую связана с понятием **показателей (параметров) работоспособности конкретных изделий***

Для систем устанавливается несколько параметров. Эти параметры обычно называются эксплуатационными показателями; они разрабатываются конструкторами и указываются в рабочей (X_o) и эксплуатационной ($X_{пр}$) документации

Для элементов устанавливается один или несколько параметров, которые разрабатываются так же конструктором и указываются в чертежах основного производства (X_o) и ремонтной документации (X_p).

Классификация параметров изделия



Классификация параметров изделия

Параметры систем и элементов разделяются на две группы:

- **основные**, характеризующие способность изделия выполнять заданные функции, то есть обеспечивать его работоспособность;
- **неосновные** (второстепенные), характеризующие удобство работы, внешний вид, хранение, сбережение и длительность эксплуатации изделия.

Для неосновных параметров устанавливаются:

- конструктивные Z_o ;
- предельные $Z_{пр.}$.

Кроме того, различают **выходные и первичные** параметры. При этом, считается, что выходные параметры относятся к системам, а первичные – только к элементам, входящим в данную систему.

Классификация параметров изделия

Все рассмотренные выше параметры разделяются на

контролируемые и неконтролируемые. К контролируемым относятся такие параметры, которые измеряются какой-либо физической величиной и которые можно измерить с помощью инструмента или прибора. К неконтролируемым относятся такие параметры, которые определяются органами чувств человека (внешний осмотр).

В зависимости от численного значения для контролируемых и относительной величины для неконтролируемых все основные параметры разделяются на три группы:

- **конструктивные (X_o)**, соответствующие новому изделию; устанавливаются для систем и элементов; величина этих параметров указывается для систем в технических условиях и сборочных чертежах основного производства, а для элементов – в рабочих чертежах;
- **предельные ($X_{пр.}$)**, соответствующие предельному значению параметра, с превышением которого эксплуатация изделия должна быть прекращена;
- **параметры, допустимые к эксплуатации без восстановления (X_p)** (ремонтные допуски), соответствующие изделиям, выпускаемым после капитального ремонта.

Классификация параметров изделия

Конструктивный параметр X_0 или допуск на него δ_0 определяется при проектировании изделия и его составных частей.

В конструкторской документации, как правило, приводится два значения параметра (допуска):

- максимальное X_0^{max} ,

- минимальное X_0^{min} .

Действительные фактические значения параметров изделий после их производства находятся в пределах поля допуска

$$\delta_0 = X_0^{max} - X_0^{min}.$$

Среднее значение (математическое ожидание) может быть определено по формуле:

$$\overline{X_0} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{0,i},$$

где N - количество изготавливаемых изделий, у которых производился замер параметра X_0 ;

$X_{0,i}$ – величина i -го измеренного параметра.

Классификация параметров изделия

Предельный $X_{\text{пр.}}$ или допуск на него $\delta_{\text{пр.}}$

Считается, что если параметры изделия X_i находится в поле предельного допуска

$$\delta_{\text{пр}} = X_{\text{пр}}^{\text{max}} - X_{\text{пр}}^{\text{min}},$$

то такие изделия работоспособны.

Событие, при котором параметр изделия X_i выходит

за границу $X_{\text{пр}}^{\text{max}}$ или $X_{\text{пр}}^{\text{min}}$, считается отказом.

Величины $X_{\text{пр.}}$ и $\delta_{\text{пр}}$ являются детерминированными.

Предельные значения параметров для систем $X_{\text{пр.}}$ указываются в перечне основных проверок технического состояния изделия, помещаемом в инструкции по эксплуатации изделия.

Схема основных состояний и событий при эксплуатации

Исправное состояние - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

Неисправное состояние - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

Неработоспособное состояние - состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Исправное и работоспособное состояние не тождественны.

Исправный объект обязательно работоспособен.

Работоспособный объект может быть неисправным.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Схема основных состояний и событий при эксплуатации

В процессе длительного периода эксплуатации изделия могут находиться в следующих технических состояниях:

1) Изделие исправно и работоспособно, если

$$Z(t) < Z_{\text{пр}} \text{ и } X(t) < X_{\text{пр}}$$

2) Изделие неисправно, но работоспособно, если

$$Z(t) > Z_{\text{пр}} \text{ и } X(t) < X_{\text{пр}}$$

3) Изделие неисправно (находится в состоянии отказа), если

$$X(t) > X_{\text{пр}} \text{ и } Z(t) \leq Z_{\text{пр}},$$

где $Z(t)$ – текущее значение неосновного параметра до момента времени t_m ; $X(t)$ – текущее значение основного параметра до момента времени t_{om} ; $Z_{\text{пр}}$ и $X_{\text{пр}}$ – предельное значение неосновных и основных параметров.

Схема основных состояний и событий при эксплуатации

Переход из одного состояния в другое обычно происходит вследствие отказов или повреждений. В этой схеме выделены пять основных состояний объекта. Указаны пять событий, определяющих переход объекта из одного состояния в другое: повреждение (1), отказ (2), переход в предельное состояние (3), восстановление (4) и ремонт (5).

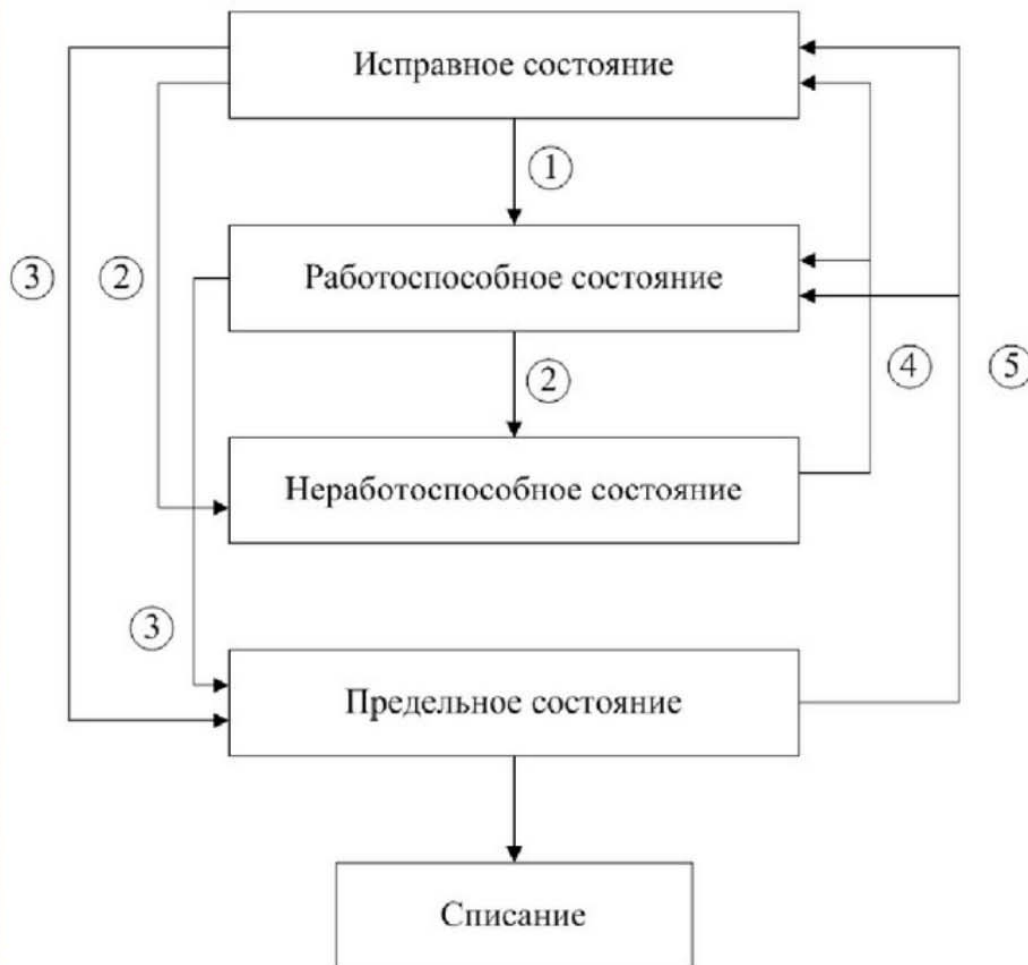


Схема основных состояний и событий при эксплуатации

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Переход объекта в предельное состояние влечет за собой временное или окончательное прекращение его применение по назначению.

Эксплуатация объекта, находящегося в предельном состоянии невозможна или нецелесообразна из-за неустранимого снижения безопасности или эффективности.



СОДЕРЖАНИЕ

1. **Конструктивная иерархия аппаратуры.** Модульный принцип конструирования. Уровни конструктивной иерархии. Принципы иерархического конструирования.
2. **Стандартизация при модульном конструировании.** Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого уровня. Модули второго уровня. Блоки стеллажного типа. Блоки книжной конструкции. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня.



1. КОНСТРУКТИВНАЯ ИЕРАРХИЯ АППАРАТУРЫ

- **Снизить затраты** на разработку, подготовку производства и освоение РЭУ, обеспечить совместимость и преемственность аппаратурных решений с одновременным улучшением качества, увеличением надежности и срока службы аппаратуры в эксплуатации позволяет модульный принцип конструирования изделий.



- **Модульный принцип конструирования** предполагает проектирование изделий РЭУ на основе максимальной конструктивной и функциональной взаимозаменяемости составных частей конструкции - модулей.
- **Модуль** - составная часть аппаратуры, выполняющий в конструкции подчиненные функции, имеющий законченное функциональное и конструктивное оформление и снабженный элементами коммутации и механического соединения с подобными модулями и с модулями низшего уровня в изделии.



- В основе модульного принципа лежит разукрупнение (разбивка, расчленение) электронной схемы РЭУ на функционально законченные подсхемы (части), выполняющие определенные функции.
- Под-схемы разбиваются на более простые модули, и так далее, пока электронная схема изделия не будет представлена в виде набора модулей разной сложности, а низшим модулем не окажется корпус микросхемы (МС) с обслуживающими ее радиоэлементами.



- **Модули низшего уровня** устанавливаются и взаимодействуют между собой в модулях следующего уровня иерархии на какой-либо конструктив-ной основе (несущей конструкции) и реализуются в виде типовых конструктивных единиц, которые устанавливаются и взаимодействуют в модуле более высокого уровня, и т. д. В зависимости от сложности проектируемого изделия может быть задействовано разное число уровней модульности (уровней конструктив-ной иерархии).



- **Конструкция современной РЭУ** представляет собой иерархию модулей, каждая ступень которой называется уровнем модульности. При выборе числа уровней модульности проводится типизация модулей, сокращение их разнообразия и установление таких конструкций, которые выполняли бы достаточно широкие функции в изделиях определенного функционального назначения.



- При-менение микросхем с различными корпусами в пределах одного устройства нецелесообразно, так как здесь требуется обеспечить их совместимость по электрическим, эксплуатацион-ным и конструктивным параметрам.
- При использовании ин-тегральных микросхем операции сборки конструкции начинают на уровне схем, выполняющих определенные функции. Интегральная микросхема при этом является исходным унифицированным конструктивным элементом, унификация которого требует унификации и других конструк-тивных единиц, для того чтобы она была технологичной в производстве, надежной в работе, удобной в наладке, ремонте и эксплуатации.



Уровни конструктивной иерархии. В конструкции радиоэлектронной аппаратуры можно выделить четыре основных уровня (рис. 1.).

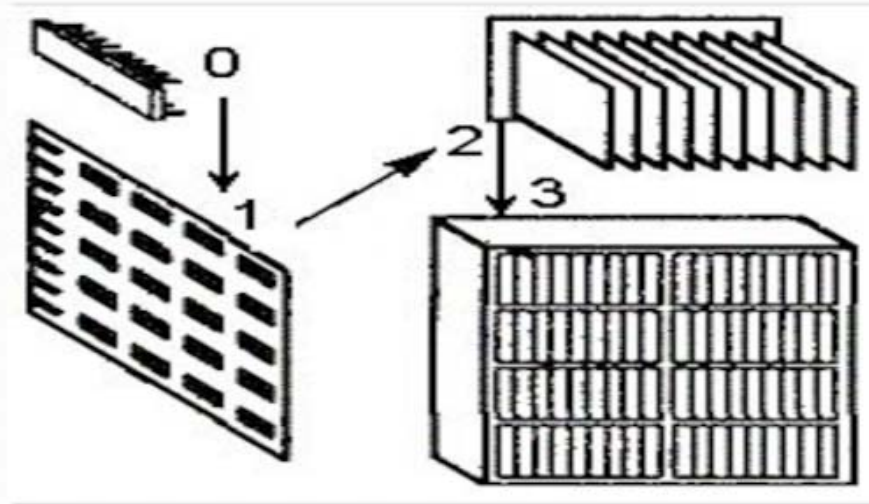


рис. 1.



Уровень 0. Конструктивно неделимый элемент - интегральная микросхема с радиоэлементами ее обслуживания.

Уровень I. На уровне I неделимые элементы объединяются в схемные сочетания, имеющие более сложный функциональный признак, образуя ячейки, модули, типовые элементы замены (ТЭЗ). Эти конструктивные единицы не имеют лицевой панели и содержат единицы и десятки микросхем. К первому структурному уровню относят печатные платы и большие гибридные интегральные схемы (БГИС), полученные путем электрического и механического объединения бескорпусных микросхем и кристаллов полупроводниковых приборов на общей плате.



Уровень II. Этот уровень включает в себя конструктив-ные единицы - блоки, предназначенные для механического и электри-ческого объединения элементов уровня I. Основными конструктивными элементами блока является панель с ответными соединителями модулей первого уровня. Межмодульная коммутация выполняется соединителями, расположенными по периферии панели блока. Модули первого уровня размещаются в один или несколько рядов. Кроме соединительной конструктивные единицы уровня II могут содержать лицевую панель, образуя простой функциональный прибор.

Уровень III. Уровень III может быть реализован в виде стойки или крупного прибора, внутренний объем которых заполняется конструктивными единицами уровня II - блоками.



- **Число уровней конструктивной иерархии** может быть изменено как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в зависимости от класса аппаратуры и уровня технологии ее изготовления. При разработке несложной аппаратуры высшие уровни модульности отсутствуют. Большая многопроцессорная аппаратура со сложной структурой требует использования четырех, а иногда и пяти уровней конструктивной иерархии. Так, крупные системы могут рассматриваться как уровень IV, включающий в свой состав несколько стоек, соединенных кабелями.
- **Конструктивным модулям** можно поставить в соответствие схемные модули, которые так же имеют многоуровневую иерархию и представляют собой функциональные узлы, устройства, комплексы, системы.



Конструктивный модуль	Схемный модуль
Корпус микросхемы ТЭЗ Блок Рама Стойка	Логический элемент Функциональный узел Устройство Комплекс Система

Приведенная связь конструктивной и схемной модульности условна. Она зависит от функциональной сложности проектируемого изделия и степени интеграции применяемых МС. В больших интегральных схемах (БИС) реализуются целиком устройства (например, преобразователи, запоминающие устройства) или их крупные фрагменты, при этом несложная система может быть конструктивно выполнена на одной печатной плате.

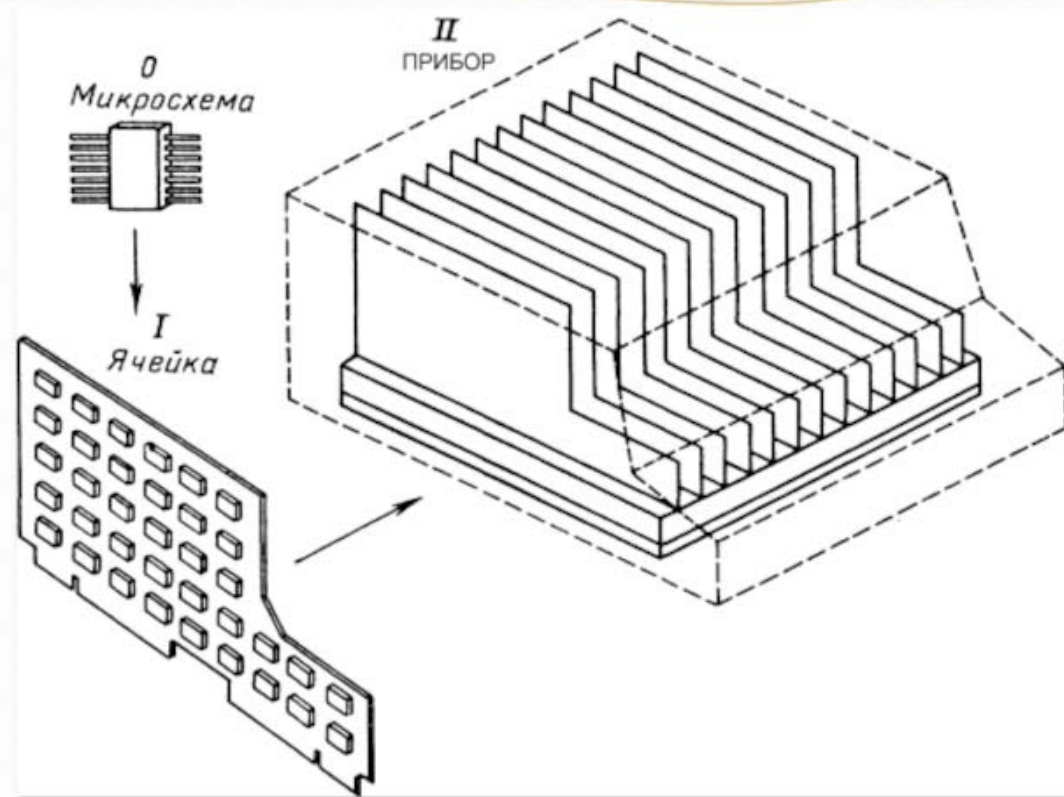


Рис. 2.



- Для небольших изделий нет необходимости использования конструктивных единиц уровня II и приборы монтируют непосредственно из ячеек. При этом размеры ячеек и число монтируемых на них микросхем, как правило, больше, чем в больших системах. Это связано с тем, что разбиение функциональной схемы сравнительно небольших приборов на повторяющиеся мелкие узлы приводит к появлению большого числа проводных и разъемных соединений.



- На рис. 2 представлены структур-ные уровни конструктивной иерархии небольшого прибора. Ячейки вместе со смонтированными на них микросхемами устанавливаются непосредственно на базовую плату, образуя блок, который затем помещают в кожух с пультом управления (настольный вариант) или с разъемом (бортовой вариант).



- **Модули высших уровней** поставляются разработчикам РЭУ в виде ба-зовых несущих конструкций (БНК), которые представляют собой деталь или совокупность деталей, предназначенных для размещения, монтажа состав-ных частей аппаратуры и обеспечения устойчивости РЭУ в условиях внеш-них воздействий.
- Под **БНК** понимается стандартная несущая конструкция, служащая для разработки разнообразной РЭУ определенного назначения.



- При разбивке структурных и функциональных схем необходимо удовлетворить многим порой противоречивым требованиям:
 - функциональной законченности, когда выделяемая подсхема должна обладать необходимой полнотой и выполнять определенные частные функции;
 - минимизации внешних связей подсхем, либо, если электрические соединители модулей заданы, чтобы число внешних связей не превысило число контактов соединителя;



- максимального заполнения отводимого конструктивного пространства модулями, компоненты не должны существенно отличаться между собой по габаритным размерам и массе;
- модули подсхем должны рассеивать приблизительно одинаковые мощности во избежание местных перегревов;
- модули подсхем не должны быть чрезмерно чувствительными к электрическим, магнитным и электромагнитным помехам и не должны создавать чрезмерных помех.



- **Функциональная законченность подсхем** сокращает число межмодульных электрических соединений, позволяет вносить конструктивные изменения на более поздних стадиях проектирования, упрощает и удешевляет контроль модулей.



Разделение конструкции РЭУ и ГИВС на уровни позволяет:

- 1) организовать производство по независимым циклам для каждого структурного уровня;
- 2) автоматизировать процессы сборки и монтажа;
- 3) сократить период настройки, так как может быть произведена предварительная настройка отдельных конструктивных единиц порознь;
- 4) автоматизировать решение задач размещения элементов и трассировки соединений;
- 5) унифицировать стендовую аппаратуру для испытания конструктивных единиц;
- 6) повысить надежность конструктивных единиц.



Принципы иерархического конструирования.

- В настоящее время получили широкое распространение такие принципы конструирования, как моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой и модульный.



- **Моносхемный принцип конструирования** заключается в том, что полная принципиальная схема радиоэлектронного аппарата располагается на одной печатной плате и, поэтому, выход из строя одного элемента приводит к сбою всей системы.
- **Оперативная замена вышедшего из строя элемента** затруднена из-за сложности его обнаружения. РЭУ, построенная по моносхемному принципу, должна быть смонтирована из нескольких БИС, в которых предусмотрены меры увеличения надежности путем введения аппаратурной и информационной избыточности. Нахождение неисправностей при этом должно производиться программными методами.



- **Схемно-узловой принцип конструирования.** При этом принципе конструирования на каждой из печатных плат располагают часть полной принципиальной схемы радиоаппарата, имеющую четко выраженные входные и выходные характеристики. По такому принципу сконструированы настольные и бортовые приборы, где различные устройства приборов выполняют на одной или нескольких платах, а объединение их между собой производят с помощью коммутационной платы и про-водных жгутов.



- **Каскадно-узловой принцип конструирования** заключается в том, что принципиальную схему радиоаппарата делят на отдельные каскады, которые не могут выполнять самостоятельных функций. Системы с относительно сложной и большой структурой строятся по каскадно-узловому принципу, а системы с более простой структурой - по схемно-узловому принципу.



- **Функционально-узловой принцип конструирования** нашел широкое распространение при разработке больших систем. Базовым элементом конструкции здесь является ТЭЗ. Имея необходимый набор ТЭЗ, можно построить целый ряд систем с различными техническими характеристиками.
- **Модульный принцип конструирования** предполагает, что основные функциональные узлы аппаратуры взаимосвязаны с помощью одного канала. Чтобы установить связь с модулем-приемником, модуль-передатчик посылает нужный сигнал вместе с адресом по одной (или более) шине. Сигналы поступают на входы всех подключенных к каналу модулей, но отвечает только запрашиваемый.



- Применяя этот принцип, можно построить систему с практически неограниченной производи-тельностью и сложностью, сохраняя при этом гибкость в ее организации, так как разработчик использует ровно столько модулей, сколько ему требуется. Разработчик системы может также легко модернизировать конструкцию, меняя или добавляя от-дельные модули и получая при этом необходимые параметры.



2. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРИ МОДУЛЬНОМ КОНСТРУИРОВАНИИ

- Ускорение разработки и производства аппаратуры, увеличение ее серийности, снижение стоимости можно достигнуть унификацией, нормализацией и стандартизацией основных параметров и типоразмеров печатных плат, блоков, приборных корпусов, стоек, широким применением модульно-го принципа конструирования.
- В основе стандартизации модулей и их несущих конструкций лежат типовые функции, свойственные многим электронным системам. Для использования при проектировании модульного принципа конструирования разработаны ведомственные нормативы и государственные стандарты, устанавливающие термины, определения, системы типовых конструкций модульных систем.



- **Конструкционная система** должна представлять многоуровневое семейство модулей с оптимальным составом набора, обеспечивающим функциональную полноту при построении аппаратуры определенного назначения. Все модули системы должны быть совместимы между собой по конструктивным, электрическим и эксплуатационным параметрам.

Базовый принцип. **Базовым** называется принцип конструирования, при котором частные конструктивные решения реализуются на основе стандартных конструкций модулей или конструкционных систем модулей (базовых конструкций), разрешенных к применению в аппаратуре определенного класса, назначения и объектов установки.



- При разработке базовых конструкций должны учитываться особенности современных и будущих разработок. При этом частные конструктивные решения обобщаются, а основные свойства и параметры закладываются в конструкции, которые стандартизуются, поставляются и рекомендуются для широкого применения.
- Базовые конструкции не должны быть полностью конструктивно завершенными, необходимо предусматривать возможность их изменения для создания модификаций аппаратурных решений. Иерархическое построение базовых конструкций с гибкой структурой и числом уровней не более четырех является вполне достаточным для разработки РЭУ любой сложности.

Проектирование

	Стадия	Основные цели	Результат
Разработка	НИР Научно-исследовательская	Поиск и проверка новых идей и изобретений	Отчет, макет, модель, экспериментальный образец
	ОКР Опытно-конструкторская	Реализация идей в технической документации и опытных образцах	Техническая документация, опытный образец, испытания
Подготовка производства	КПП Конструкторская	Проектирование изделия	Рабочие чертежи и техническая документация
	ТПП Технологическая	Разработка технологических процессов, изготовление оснастки	Технологическая документация, оснастка
	ОПП Организационная	Разработка методов перехода на выпуск изделия,	Рекомендации
	ООП Опытное производство	Отладка новых технологических процессов	Опытный образец (партия)

Система разработки и постановки продукции на производство

- **ГОСТ Р 15.000-94** "Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения".
- **ГОСТ Р 15.201-2000** "Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство".

Стандарт устанавливает основные положения по разработке технического задания (ТЗ), конструкторской и технологической документации, приемке результатов разработки, подготовке и освоению производства, испытаниям опытных образцов продукции, а также по подтверждению их соответствия обязательным требованиям государственных стандартов.

- **ГОСТ 15.005-86** "Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации"
- **ГОСТ 15.311-90** "Постановка на производство продукции по технической документации иностранных фирм"

Модели работ

- создание продукции по государственным и муниципальным заказам, финансируемым из федерального бюджета и бюджетов субъектов РФ (госзаказ);
- создание продукции по заказу конкретного потребителя;
- инициативные разработки продукции.

Главные этапы работ

1) НИР (для изделий в основу которых ложатся принципиально новые технические решения) или разработка ТЗ на опытно-конструкторскую работу (если НИР не требуется);

- Техническое предложение (аванпроект);
- Эскизный проект (ЭП);
- Технический проект (ТП).

2) проведение ОКР:

- Разработку конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации,
- Изготовление и испытания опытных образцов,
- Приемка результатов ОКР, утверждение разработанной документации и технических условий (ТУ) на изготовление установочной (опытной) партии изделий.

3) постановка изделий на производство, включающую:

- подготовку производства,
- изготовление установочной серии и квалификационные испытания.

Научно-исследовательская разработка (НИР)

комплекс теоретических и экспериментальных исследований, проводимых с целью получения исходных данных, изыскания принципов и путей создания или модернизации продукции, если таковых не имеется или они недостаточны непосредственно для успешной разработки изделия.

Исследование	Цели	Результат
Фундаментальные	Открытие новых явлений	Обзоры, отчеты, изобретения, открытия
Поисковые	Поиск возможностей реализации	Отчеты, макеты, экспериментальные образцы
Прикладные	Создание новых изделий, совершенствование существующих, совершенствование способов производства	Отчеты, макеты, экспериментальные образцы

Этапы НИР

Разработка ТЗ

**Выбор
направления
исследований**

**Проведение
исследований**

**Обобщение
результатов**

Приемка

ГОСТ Р 15.101.98 "Порядок выполнения
научно-исследовательских работ"

По результатам НИР выпускаются
научно-технические отчеты по НИР,
включающие:

- анализ проведенных исследований с оценкой полноты решения поставленных задач;
- оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем;
- возможность создания конкурентоспособной продукции с указанием новых принципов и подходов;
- рекомендации по дальнейшим исследованиям и проведению ОКР, составляется проект ТЗ на ОКР.

Патентные исследования

Патентные исследования

ГОСТ Р 15.011-96 Патентные исследования. Содержание и порядок проведения

- Анализ конкурентоспособности
- Обоснование требований по совершенствованию и созданию новой продукции и технологии
- Обоснование предложений о целесообразности разработки новых объектов промышленной собственности
- Выявление охраноспособных объектов промышленной и интеллектуальной собственности (технических, художественно-конструкторских, программных и других решений)
- Обоснование целесообразности правовой охраны объектов интеллектуальной и промышленной собственности в стране и за рубежом, выбор стран патентования;
- Экспертиза объектов техники на патентную чистоту

Конкретное содержание патентных исследований определяют в зависимости от характера проводимой работы и стадий жизненного цикла объекта техники.

Оценка научно-технической результативности НИР

Для оценки научной и научно-технической результативности НИР используют систему взвешенных балльных коэффициентов. Для фундаментальных НИР рассчитывается только коэффициент научной результативности, а для поисковых работ дополнительно коэффициент научно-технической результативности.

Оценки коэффициентов устанавливаются на основе опыта и знаний научных работников, которые используются как эксперты.

Оценка научно-технической результативности прикладных НИР производится на основе сопоставления достигнутых в результате выполнения НИР технических параметров с базовыми, которые можно было реализовать и без выполнения НИР.

Коэффициент результативности НИР определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^k K_{зн_i} K_{у_i}$$

Характеристики факторов и признаков научной результативности НИР

Результативность	Коэф. Значимости	Качество Фактора	Характеристика фактора	Коэф. Уровня
Новизна Полученных Результатов	0,5	Высокая	Принципиально новые результаты, новая теория, открытие новой закономерности	1,0
		Средняя	Некоторые общие закономерности, методы, способы, позволяющие создать принципиально новую продукцию	0,7
		Недостаточная	Простые обобщения, анализ связей факторов, распространение известных принципов на новые объекты	0,3
		Тривиальная	Описание отдельных факторов, распространение ранее полученных результатов, реферативные обзоры	0,1
Глубина Научной Проработки	0,35	Высокая	Выполнение сложных теоретических расчетов, проверка на большом объеме экспериментальных данных	1,0
		Средняя	Невысокая сложность расчетов, проверка на небольшом объеме экспериментальных данных	0,6
		Недостаточная	Теоретические расчеты просты, эксперимент не проводился	0,1
Степень Вероятности Успеха	0,15	Большая		1,0
		Умеренная		0,6
		Малая		0,1

Характеристики факторов и признаков научно-технической результативности НИР

Фактор результативности	Коеф. Значимости	Качество фактора	Характеристика фактора	Коеф. уровня
Перспективность использования результатов	0,5	Первостепенная	Результаты могут найти применение во многих научных направлениях	1,0
		Важная	Результаты будут использованы при разработке новых технических решений	0,8
		Полезная	Результаты будут использованы при последующих НИР и разработках	0,5
Масштаб Реализации Результатов	0,3	Национальная экономика	Время реализации: до 3 лет, до 5 лет, до 10 лет, свыше 10 лет	1,0
				0,8
				0,6
				0,4
		Отрасль	Время реализации: до 3 лет, до 5 лет, до 10 лет, свыше 10 лет	0,8
				0,7
Завершенность Результатов	0,2	Отдельные фирмы и предприятия	Время реализации: до 3 лет, до 5 лет, до 10 лет, свыше 10 лет	0,5
				0,3
				0,2
				0,1
		Высокая	Техническое задание на ОКР	1
				0,6
Завершенность Результатов	0,2	Средняя	Техническое предложение	0,6
		Недостаточная	Обзор, информация	0,4
				0,4

Опытно-конструкторская разработка (ОКР)

Основная задача ОКР - создание комплекта конструкторской документации для производства изделия.

ОКР основывается на результатах НИР либо ТЗ, утвержденном заказчиком.

В случае инициативной разработки ОКР базируются, как правило, на результатах исследования рынка продукции и патентных исследований.

На этапе ОКР формируются основные параметры изделия, влияющие на его стоимость, длительность и стоимость его разработки. Во время выполнения ОКР производится теоретическое и экспериментальное исследование реализованных в изделии идей.

ОКР заканчивается выпуском полного комплекта технической документации на изделие, изготовлением и испытанием его опытного образца (или опытной партии).

Этапы ОКР

Этап	Содержание этапа	Результат
Подготовительный (отв. инициатор)	Изучение аналогов; ТЭО; уточнение объема работ, затрат, сроков; оценка основных показателей изделия	ТЭО, перечень работ, задания на НИР, выбор соисполнителей
Разработка ТЗ (отв. заказчик и разработчик)	Рассмотрение результатов НИР, разработка ТЗ (назначение, тех. характеристики, конструктивные, технологические, эксплуатационные, надежность, метрологическое обеспечение)	Утвержденное заказчиком и разработчиком ТЗ , согласованное с надзорными органами
Разработка договора	Определение взаимоотношений заказчика и разработчика, надзорных органов. Стоимость (смета), сроки, порядок приемки	Договор
Авантпроект или тех. предложения	Выбор варианта конструктивного и схемного построения, выбор основных комплектующих и элементной базы, анализ ПО	Техническое предложение. Документация с literой «П»

Этапы ОКР

Этап	Содержание этапа	Результат
Эскизное проектирование	Выбор основных технических решений, разработка структурных и функциональных схем изделия, разработка отдельных узлов и их испытания, предварительный расчет надежности, метрологическая экспертиза	Эскизный проект (защищается перед заказчиком) Документация с литерой «Э»
Техническое проектирование	Окончательный выбор технических решений и их отработка, уточнение технических характеристик, технологии, стоимости. Определение ВВФ и методов защиты. Изготовление и испытание (на все обязательные требования) макетных образцов. Разработка КД	Схемы и чертежи всех элементов изделия, проект ТУ и ЭД , экспериментальный образец изделия, протоколы испытаний. Документация с литерой «Т»
Разработка рабочей документации	Разработка полного комплекта КД, проверка КД на унификацию и стандартизацию, согласование КД с заказчиком и изготовителем	Документация с литерой «О»

Этапы ОКР

Этап	Содержание этапа	Результат
Изготовление опытных образцов	Изготовление опытных образцов (партии) продукции (для серийной продукции) или головных образцов для несерийной продукции	Опытный образец (партия). Головные образцы, как правило, передаются заказчику
Испытания опытных образцов Предварительные	Проверка соответствия опытного образца требованиям ТЗ (на практике разработчик заинтересован в испытаниях на требования ТУ), сертификационные испытания	Программы и методики испытаний. Протоколы испытаний. Акт
Испытания опытных образцов Приемочные	Оценка всех определенных ТЗ характеристик продукции, проверка и подтверждение соответствия опытного образца продукции требованиям ТЗ в условиях эксплуатации или максимально приближенных к ним. Принятие решения о возможности промышленного производства и реализации продукции	Программы и методики испытаний. Протоколы испытаний. Акт. Документации присваивается литера « O1 »

Основные документы при конструировании

- **Техническое задание ГОСТ 15.201**

Является основным документом, на основании которого проводится разработка вплоть до утверждения конструкторской документации.

После присвоения литеры О1 прекращает свое действие.

- **Конструкторская документация ГОСТ 2.102**

- Графическая

Чертеж, сборочный чертеж СБ...

Схема (ГОСТ 2.701) структурная Э1, функциональная Э2, принципиальная Э3, соединений (монтажная) Э4, подключений Э5 ...

- Текстовая

Конструкторская – спецификация, технические условия ТУ, пояснительные записки, расчеты, таблицы, инструкции...

Эксплуатационная (ГОСТ 2.601) – Руководство по эксплуатации РЭ, паспорт ПС, формуляр ФО, этикетка ЭТ, программа и методика ПМ...

- **Программная документация ГОСТ 19.101**

Техническое задание

В качестве ТЗ может быть использован любой документ, содержащий необходимые и достаточные требования для разработки продукции и взаимопризнаваемый заказчиком и разработчиком.

•Должно быть:

О анализ информации об аналогичной продукции;

О технико-экономические требования к продукции, определяющие ее потребительские свойства и эффективность применения

О перечень документов, требующих совместного рассмотрения

О порядок сдачи и приемки результатов разработки

О все обязательные требования, распространяющиеся на данную продукцию

О форму подтверждения соответствия продукции обязательным требованиям

О не допускается включать в ТЗ требования, которые противоречат законам Российской Федерации и обязательным требованиям.

•Рекомендуется:

•предусматривать учет интересов всех возможных потребителей

•прогноз экономической целесообразности выпуска (включая требования экспорта)

•указывать характеристики ремонтпригодности

•доступность и безопасность эффективного использования продукции людьми с ограниченными способностями

Технические условия

- **ГОСТ 2.114**
- Как правило выпускаются на каждое изделие подлежащее самостоятельной реализации
- ТУ должны содержать вводную часть и разделы, расположенные в следующей последовательности:
 - технические требования;
 - требования безопасности;
 - требования охраны окружающей среды;
 - правила приемки;
 - методы контроля;
 - транспортирование и хранение;
 - указания по эксплуатации;
 - гарантии изготовителя.
- При необходимости ТУ могут быть дополнены другими разделами (подразделами)

Постановка продукции на производство

Откорректированная техническая документация с literой «О1», передается предприятием-разработчиком предприятию-изготовителю для выпуска установочной серии изделий и запуска в серийное (массовое) производство. К моменту постановки продукции на производство результаты приемочных испытаний должны быть признаны органами государственного надзора.

Взаимоотношения между разработчиком и заводом-изготовителем регламентируются договором, который заключается на период освоения изделий в серийном производстве.

На этапе подготовки производства изготовитель должен выполнить работы, обеспечивающие технологическую готовность предприятия к изготовлению продукции в соответствии с требованиями КД и законодательства Российской Федерации.

Подготовку производства считают законченной, когда изготовителем продукции получена вся необходимая документация, разработана (отработана) ТД на изготовление продукции, опробованы и отлажены средства технологического оснащения и технологические процессы, подготовлен персонал, занятый при изготовлении, испытаниях и контроле продукции.

Освоение производства изделий

- Изготовление установочной серии
- Доработка технологического процесса
- Квалификационные испытания;
- Отработка (при необходимости) конструкции на технологичность;
- Утверждение КД и ТД с присвоением литеры «А».

Квалификационные испытания проводит комиссия по программе, разработанной изготовителем с участием разработчика продукции и согласованной с заказчиком.

Квалификационные испытания соответствуют периодическим испытаниям, указанным в ТУ, а также другие испытания и проверки, позволяющие достигнуть цели квалификационных испытаний.

После выпуска и положительных испытаний установочной партии изделий (или головного образца единичного производства) освоение производства считается законченным и разработчик передает все оригиналы технической документации заводу-изготовителю, который при необходимости перевыпускает ее, присваивая литеру «А».

Спасибо за внимание

ЧУ ПО «Социально-технологический колледж»

Преподаватель: Борисов Алексей Альбертович