

Б3.ДВ.8. «Надежность электроснабжения»

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			9	А		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	8	24	84		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	18	8	4	14		
Лекции (Лк)	8	8	4	4		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	10			10		
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	90		20	70		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	54		20	34		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	Э			Э		

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на разде л	Сем ест р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	Самост. работа	
1	2	3	4	6	7	8	9	11
1.	Задачи и исходные положения теории надежности	24	9	4	-	-	20	Тест 1 раздел,
2.	Надежность как комплексное свойство объекта.	23	A	2	4	-	17	Тест 2 раздел; Решение типовых задач
3.	Потоки событий и законы распределения	25	A	2	6	-	17	Тест 3 раздел; Решение типовых задач
5.	Промежуточная аттестация	36	A				36	Экзамен
	Итого:	108	-	8	10		90	-

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

основная литература

1. Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2008. - 704 с. : ил.
2. Грачева, Е. И. Определение потерь электроэнергии в низковольтных цеховых сетях промышленных предприятий и пути повышения надежности их работы [Текст] : учебное пособие / Е.И. Грачева, В.О. Иванов, Н.В. Денисова . - Казань : КГЭУ, 2008. - 271 с.
3. Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учеб.пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. - Москва : Лань, 2011. - 443 с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
4. Дорохов, А. Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, О. Л. Шестопалова, А. И. Миронов. - Москва : Лань, 2011. - 352 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
5. Острейковский В.А. Теория надежности : учебник для вузов/ В.А.Острейковский. -2-е изд., испр. . -М.: Высш. шк., 2008. -463 с.: ил.

дополнительная литература

1. Надежность систем энергетики. Сборник рекомендуемых терминов [Текст] : сборник / ответ.ред. Н. И. Воропай. - М. : Энергия, 2007. - 192 с.
2. Определение количественных характеристик надежности невосстанавливаемых элементов : лаб. работа №1/ сост.: Е.И. Грачева, О.В. Наумов, А.Х. Сибгатуллин. - Казань: КГЭУ, 2006. -19 с.
3. Составление логических схем надежности по схемам электрических соединений : лаб. работа №2 по курсу "Надежность электроснабжения"/ сост.: Е.И. Грачева, О.В. Наумов, П.Н. Сафин. - Казань: КГЭУ, 2006. -30 с.

Лекция№1:

**Условия эксплуатации и их влияние на
надежность технических систем.**

- 1. Периоды жизненного цикла.**
- 2. Теория эксплуатации.**
- 3. Основные понятия эксплуатации и надежности технических систем.**
- 4. Классификация параметров изделий.**
- 5. Схема основных состояний и событий при эксплуатации.**

1. Периоды жизненного цикла.

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

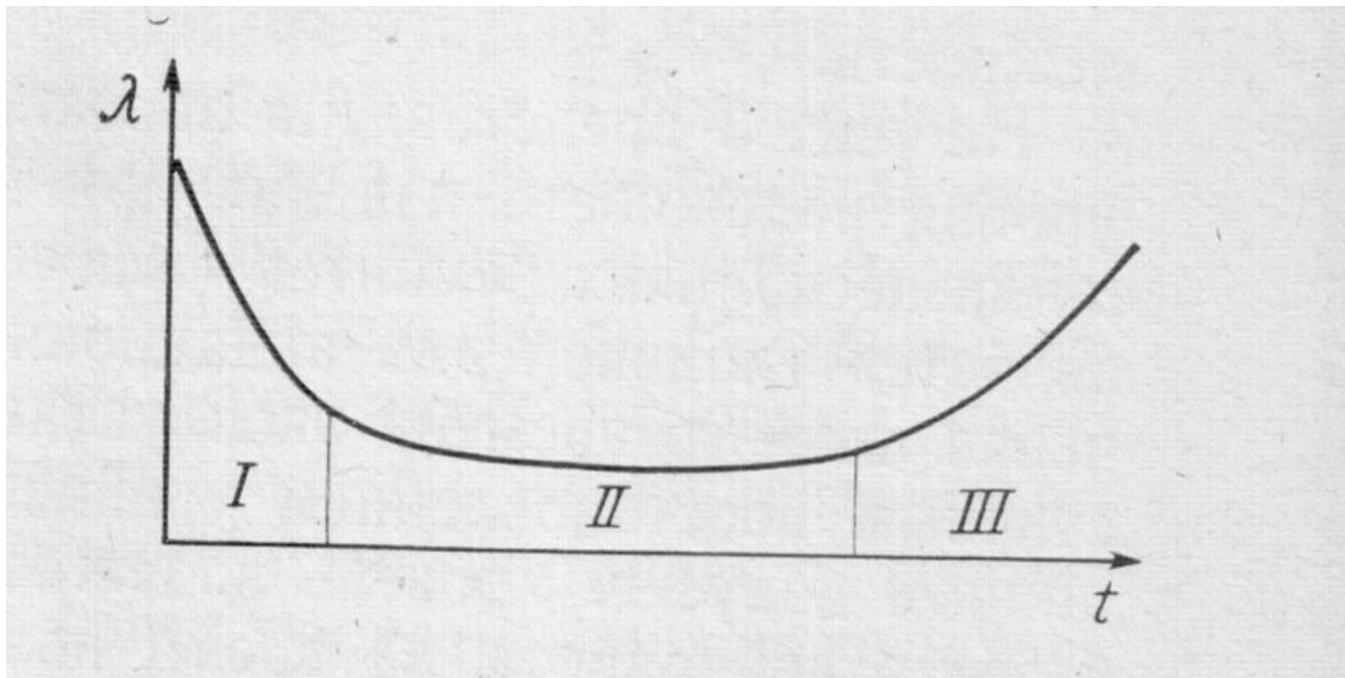


Рисунок - Периоды эксплуатации изделия:

I – приработка;

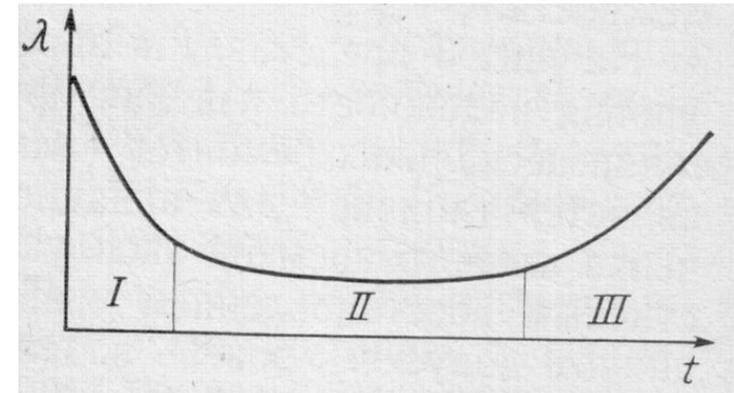
II - нормальная эксплуатация;

III – ускоренного износа и старения.

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.

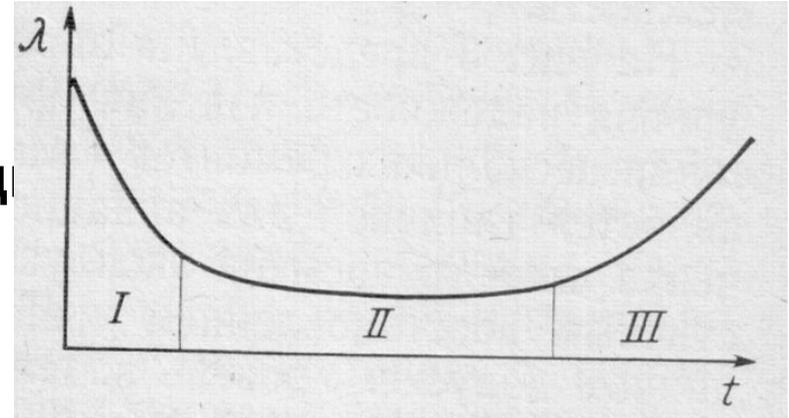


Отказы, возникающие в этот период называются **приработочными**.

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.

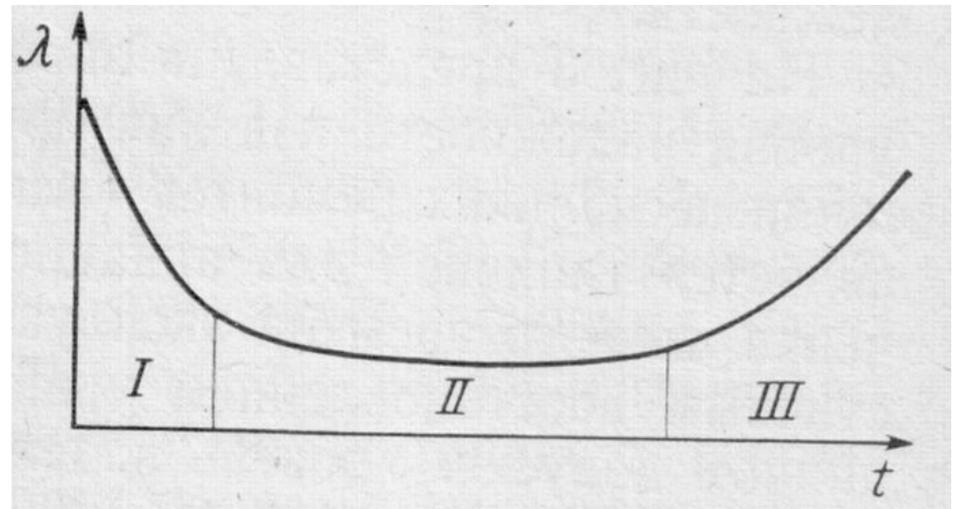
На втором участке интенсивность отказов по времени практически остается постоянной, этот период называется **периодом нормальной эксплуатации**



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

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:

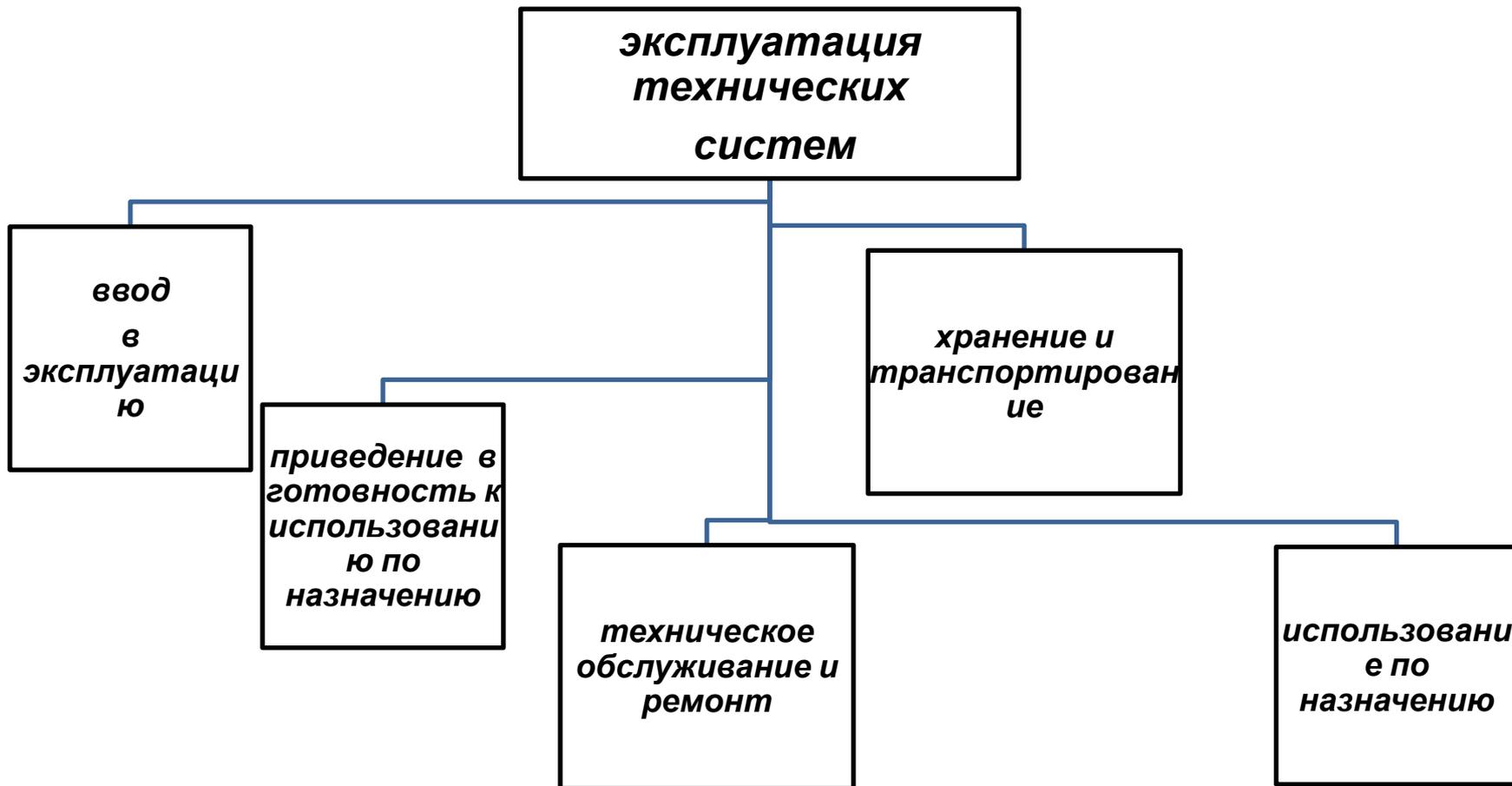
- использование более надёжных узлов;
- упрочнение материала поверхности сопряжённых деталей;
- защита от всех видов коррозий;
- соблюдение технологии изготовления деталей и узлов;
- эксплуатационные нагрузки.

2. Теория эксплуатации.

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.

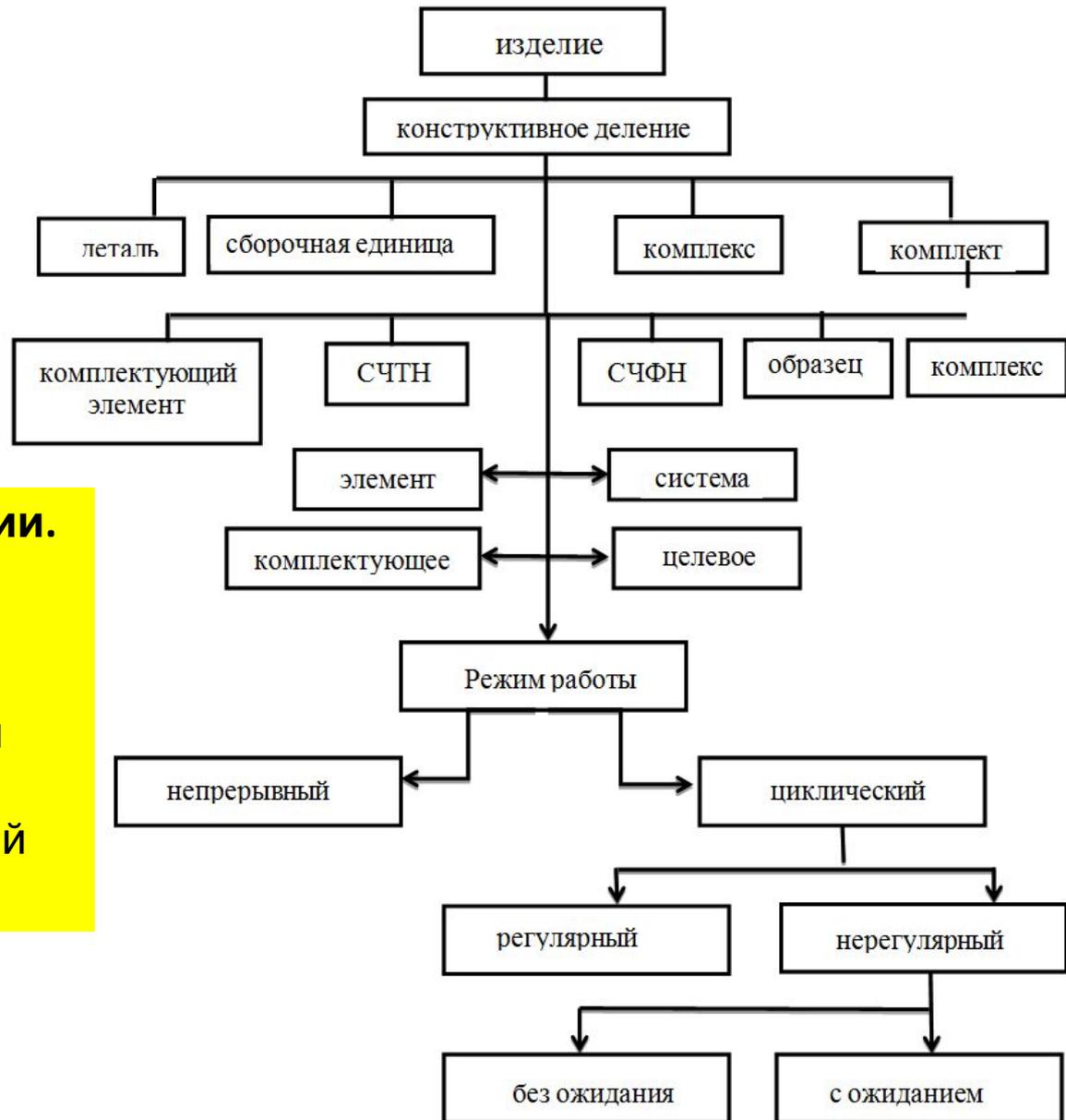
Под эксплуатацией технических систем понимается совокупность ряда этапов его «жизненного цикла» - ввод в эксплуатацию, приведение в готовность к использованию по назначению, его техническое обслуживание и ремонт, использование по назначению, хранение и транспортирование.



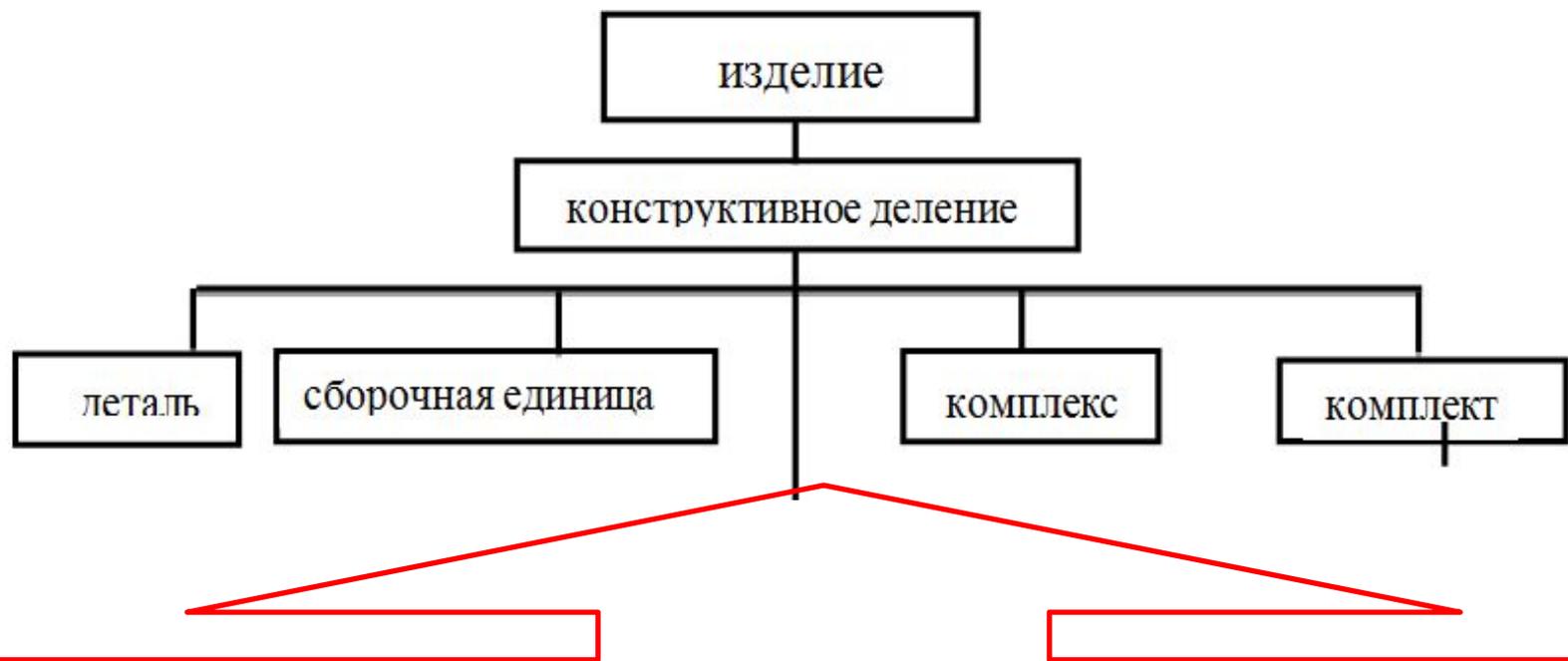
Организация эксплуатации включает следующие основные мероприятия:

- 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;

3. Основные понятия эксплуатации и надежности технических систем.

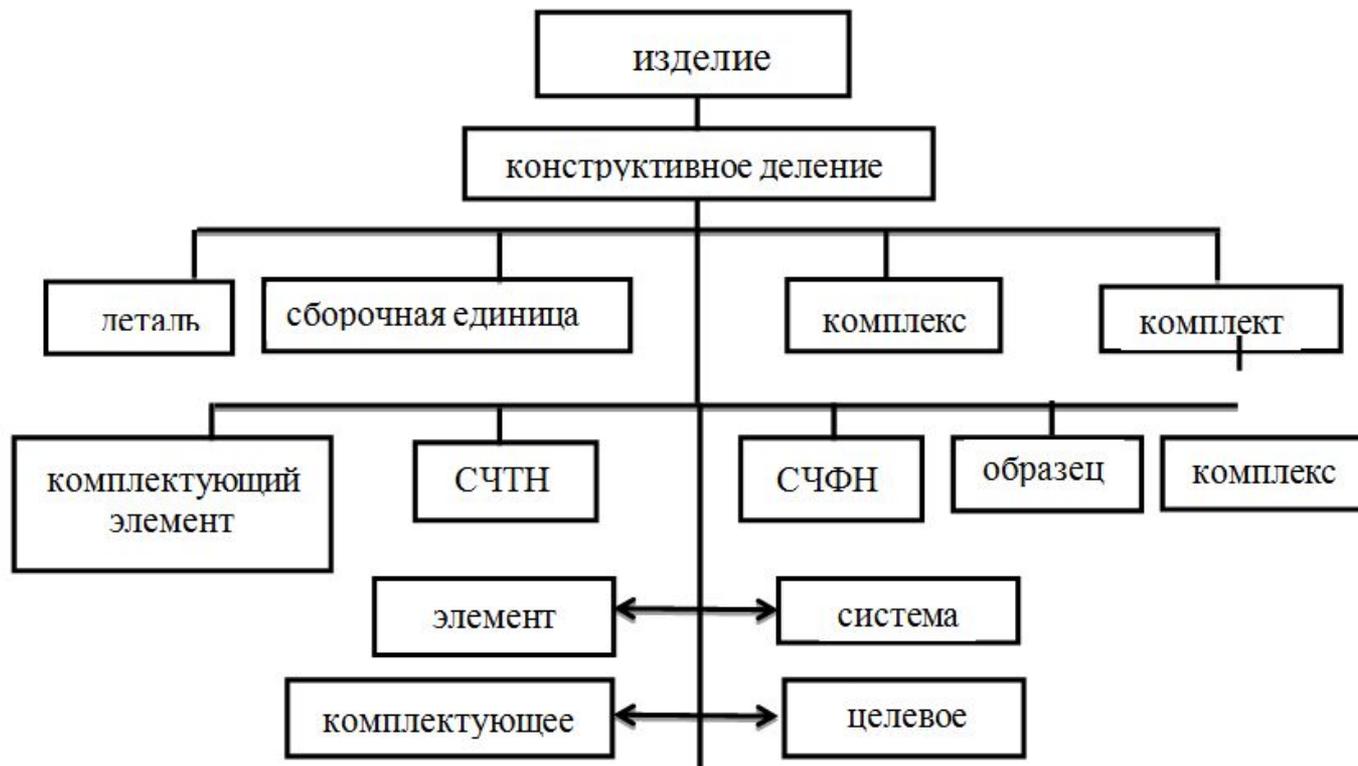


Изделие – это вид продукции.
 Количество **изделий** характеризуется дискретной величиной.
Изделие при использовании расходует свой ресурс в отличие от **продукта**, который расходуется сам.



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

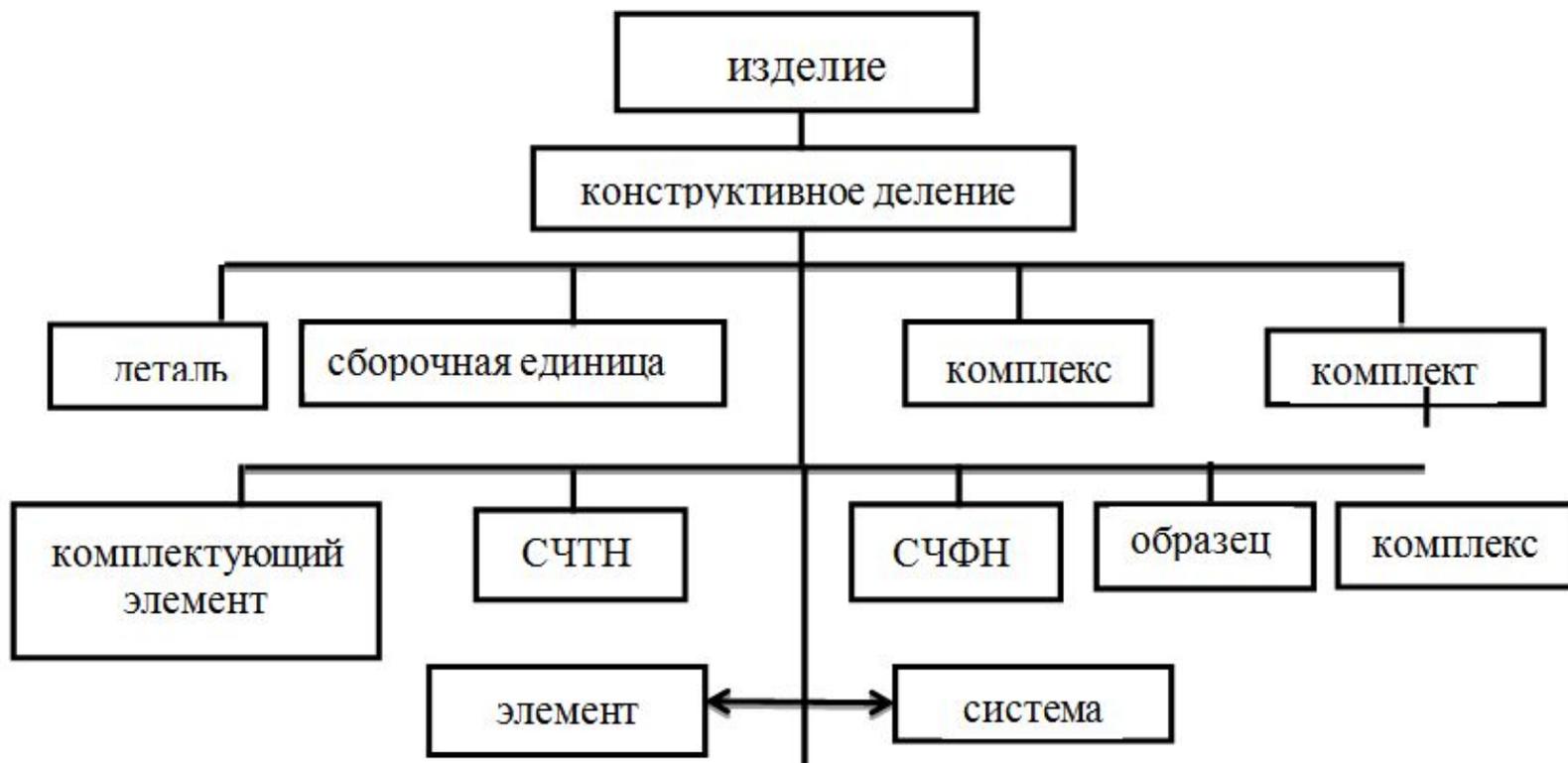


При оценке надежности и качества изготовления изделий широко используется деление изделий на целевые и комплектующие.

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

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

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



С точки зрения теории надежности различают два вида изделий:

- системы**
- элементы.**

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.

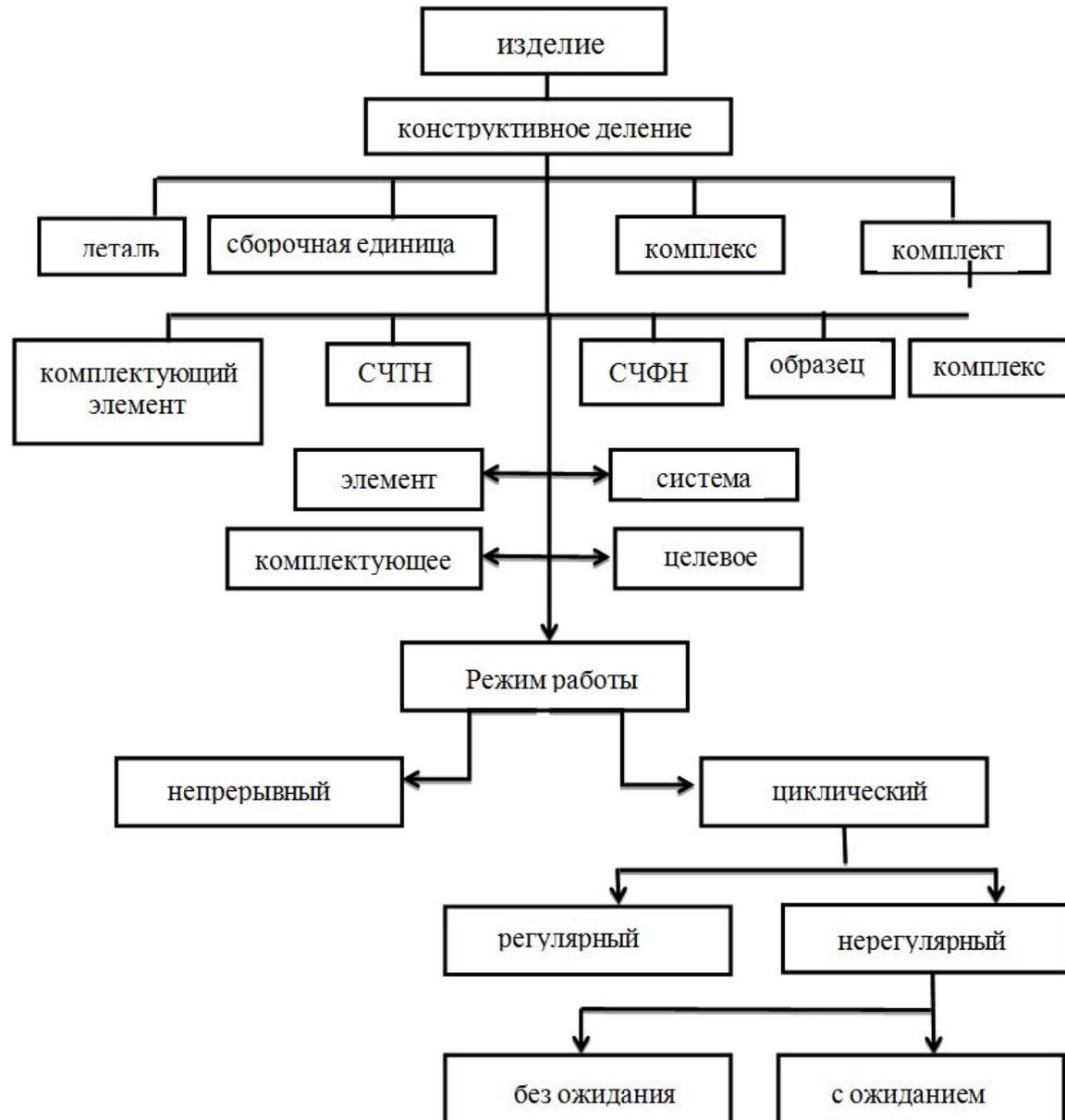
Для оценки надежности принципиальное значение имеет режим работы.

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.



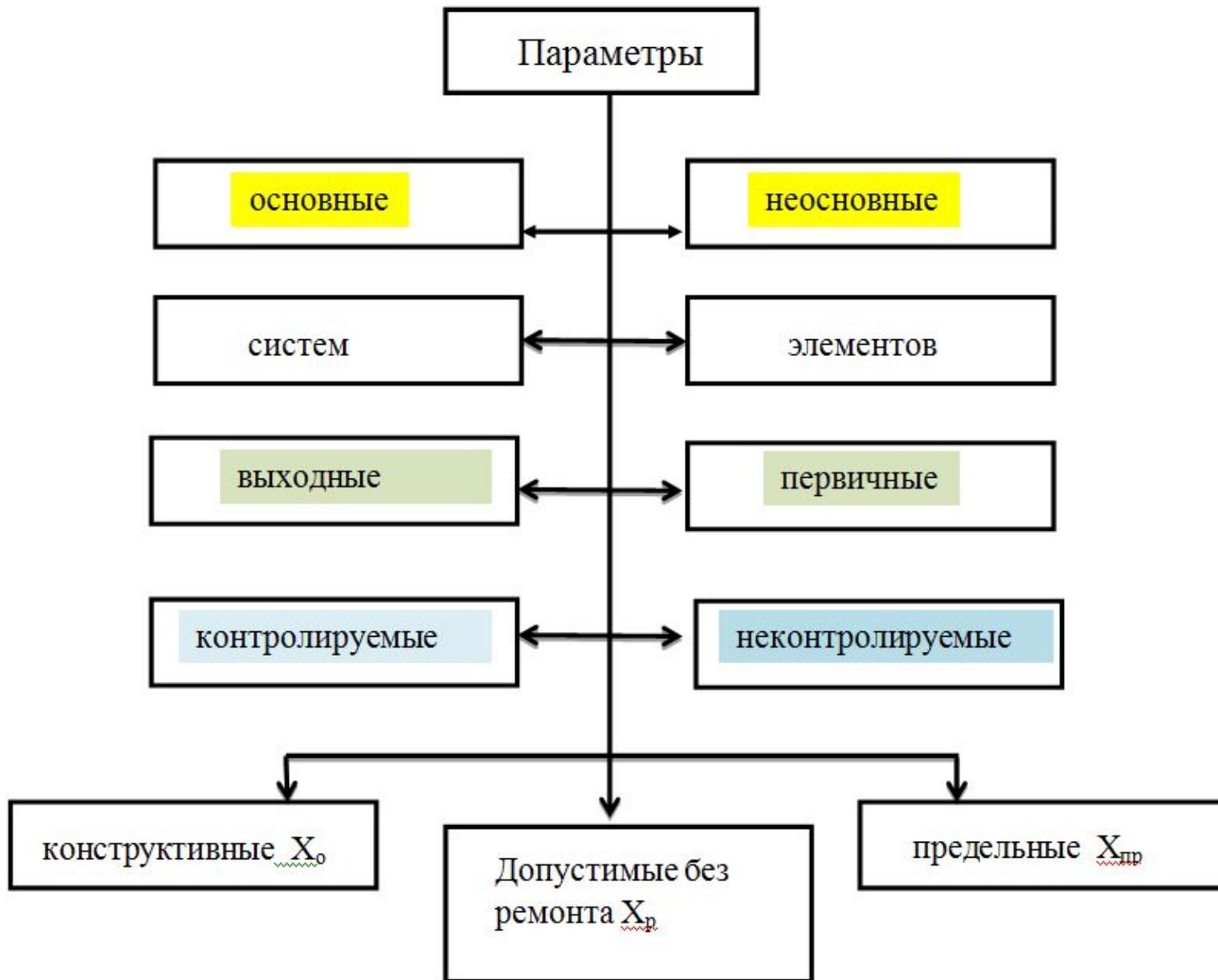
4. Классификация параметров изделий.

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).



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.

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.

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

В конструкторской документации, как правило, приводятся 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) параметра 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.

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

Считается, что если параметры изделия X_i находится в поле пределы

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

то такие изделия работоспособны.

Событие, при котором параметр изделия X_i выходит

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

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

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

5. 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

В процессе длительного периода эксплуатации изделия могут находиться в следующих

1) Изделие исправно и работоспособно, если

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

2) Изделие неисправно, но работоспособно, если

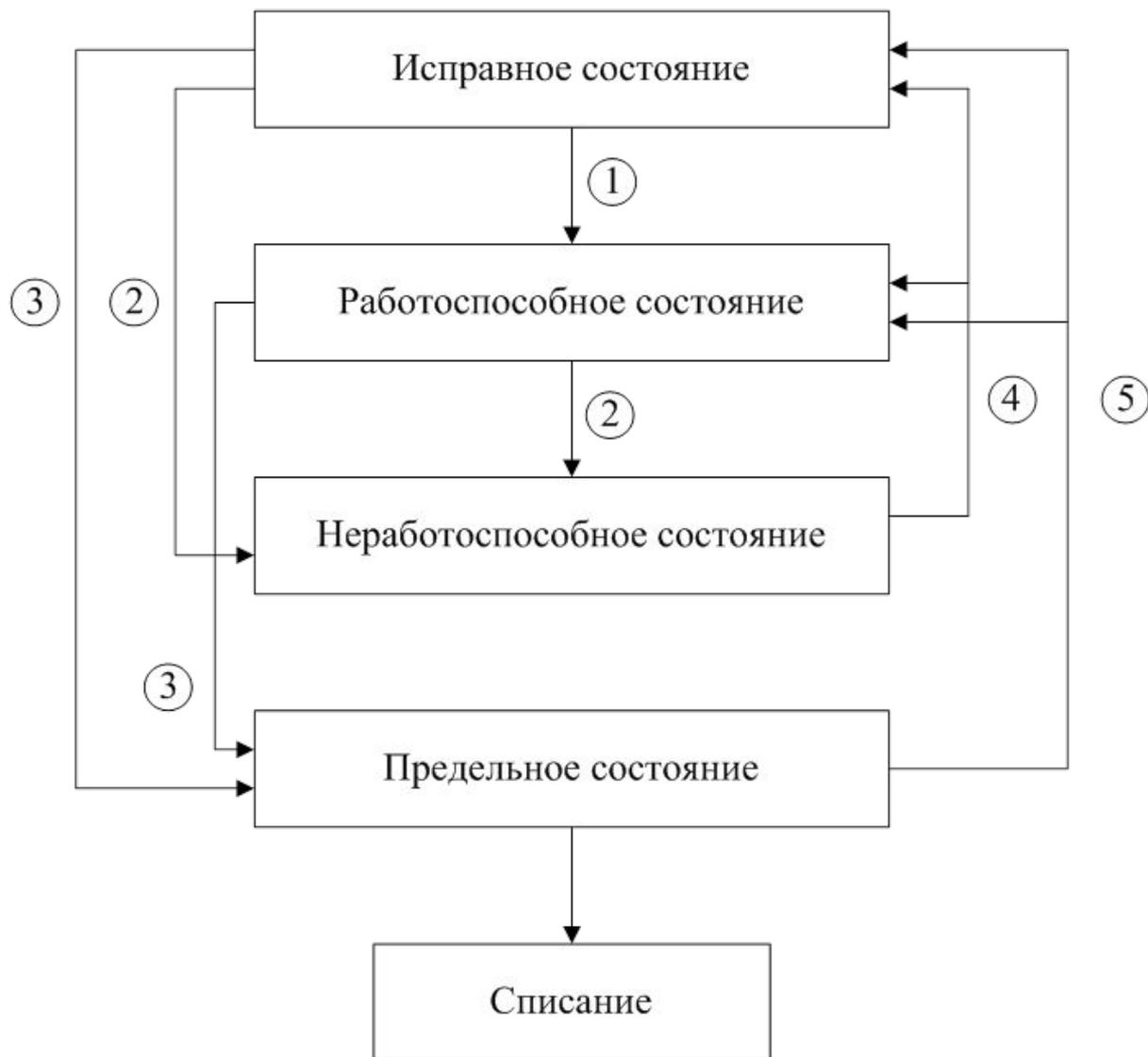
$$Z(t) > Z_{\text{пр}} \text{ и } X(t) < X_{\text{пр}}$$

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

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).



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.