

ЛЕКЦИЯ 1.

ТЕМА: «ВВЕДЕНИЕ»

- 1. Исторические вехи развития теории надежности.**
- 2. Основные понятия и определения.**
- 3. Качество и надежность.**
- 4. Математический аппарат теории надежности.**

1 Исторические вехи развития теории надежности

Известен указ Петра I, показывающий, какое значение он придавал качеству изготавливаемого оружия. Этот указ гласил: «Повелеваю хозяина Тульской оружейной фабрики Корнилу Белоглаза бить кнутом и сослать в работу в монастыри, понеже он, подлец, осмелился войску государеву продавать негодные пищали и фузеи.

Старшину олдермана Фрола Фукса бить кнутом и сослать в Азов, пусть не ставит клейма на плохие ружья.

Приказываю ружейной канцелярии из Петербурга переехать в Тулу и денно и нощно блюсти исправность ружей. Пусть дьяки и подьячие смотрят, как олдерман клейма ставит, буде сомнение возьмет, самим проверять и смотром и стрельбою. А два ружья каждый месяц стрелять пока не испортятся.

Буде заминка в войске приключится, особливо при сражении, по недогляду дьяков и подьячих, бить оных кнутами нещадно по оголенному месту:

хозяину – 25 кнутов и пени по червонцу за ружье...

ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Автор мировоззрения, научного положения	Год, государство, страна	Результат, опыт, философское мировоззрение, научное положение, научный труд
Н.Ф. Хоциалов	1929–1931 гг., СССР	Первые работы в области надежности относятся к теории надежности механических систем, посвящены применению теоретико-вероятностных методов к расчету прочности объектов
Г. Майер	1929–1931 гг., Германия	
Н.С. Стрелецкий	30–40 гг., СССР	Разработаны статистические методы строительной механики. Было показано, что вследствие вероятностного характера свойств материалов и внешних нагрузок расчеты элементов конструкций на прочность имеют статистический характер
А.Р. Ржаницын	30–40 гг., СССР	
А.М. Берг, Н.Г. Бруевич, В.И. Сифоров, А.М. Половко, Г.В. Дружинин, Н.А. Шишонок и др.	конец 40-х – начало 60-х годов, СССР	Данный период характеризуется оценкой надежности по числу зафиксированных отказов. Расчет надежности производился по интенсивностям отказов, входящих в систему элементов, полученных по статистике отказов. Такой подход развивался в связи с решением проблемы надежности в радиоэлектронике и автоматике.
Дж. Нейман, К. Шеннон, А. Пирс		

<p>Я.К. Барлоу, С. Прошан, В.В. Болотин, Б.С. Сотсков и др.</p>	<p>60-е годы</p>	<p>Период бурного развития теории надежности, при оценке надежности объектов стали учитывать влияние функциональных связей между элементами системы, влияние режимов работы (внутренних факторов) и факторов окружающей среды – температуры, влажности, давления, вибраций, излучений и т.п. (внешних факторов). В этот период расчеты и оптимизация надежности объектов получили распространение во всех отраслях техники.</p> <p>Многие вопросы надежности были стандартизованы.</p> <p>Большое внимание было уделено физике отказов</p>
	<p>Вторая половина 70-х г.</p>	<p>Рост числа исследований, связанных с решением задач прогнозирования надежности объектов и оценки надежности сложных систем. Этот третий период разработки теории надежности характерен дальнейшим углубленным изучением физико-химических и статистических закономерностей появления отказов как в простых, так и в сложных системах.</p>

Наука и исследования по надежности развивались до последнего времени по двум основным направлениям.

Первое направление, которое возникло в радиоэлектронике, связано с развитием математических методов оценки надежности, особенно применительно к сложным системам, со статистической обработкой эксплуатационной информации, с разработкой структур сложных систем, обеспечивающих высокий уровень надежности.

Второе направление, которое возникло в машиностроении, связано с изучением физики отказов (износа, усталостной прочности, коррозии), с разработкой методов расчета на прочность, износ, теплостойкость и др., с применением технологических приемов, обеспечивающих необходимую надежность машины.

В настоящий период идет процесс взаимного слияния этих двух направлений, перенесение рациональных идей из одной области в другую и формирование на этой основе единой науки о надежности изделий.

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков по оценке надежности технических систем, формирование у будущих специалистов системы профессиональных знаний по использованию эффективных способов повышения надежности технических систем.

2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О НАДЕЖНОСТИ ТС

Теория надежности – молодая наука, ей около 50 лет. Надежность как отдельное требование при проектировании, производстве и эксплуатации сформировалось недавно, хотя изучение последствий отказов той или иной системы началось вместе с зарождением промышленности.

Надежность – одно из основных свойств качества технической системы. Данное свойство проявляется в процессе использования технической системы по назначению, поэтому надежность *отражает способность технической системы сохранять эксплуатационные и потребительские характеристики во времени* в течение задаваемой продолжительности.

Основное понятие надежности определено ГОСТом 27.002.-05.

Надежность - это свойство технической системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

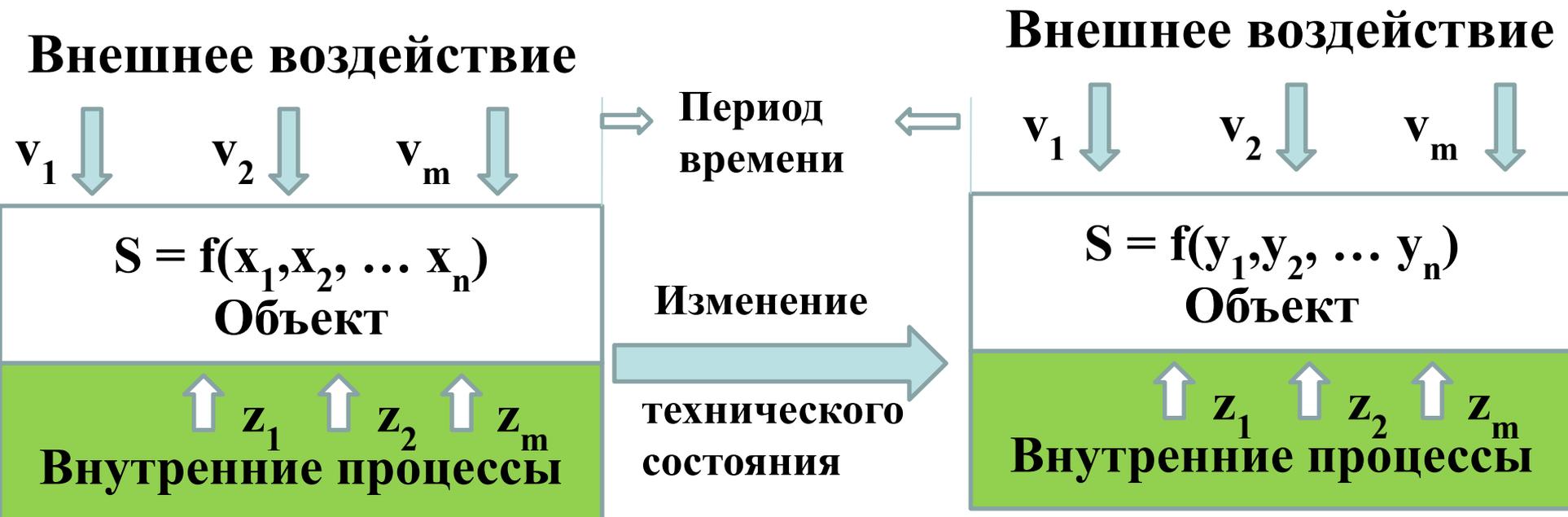
Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения технической системы и условий ее применения может включать

- безотказность,**
- долговечность,**
- ремонтпригодность,**
- сохраняемость**

или определенные сочетания этих свойств.

Технические и эксплуатационные возможности технической системы закладываются при проектировании и обеспечиваются при изготовлении.

В процессе эксплуатации техническая система подвергается влиянию различных воздействий, при этом ее показатели назначения изменяются.



Известны три источника воздействий:

Внешнее воздействие – это действие климатических, дорожных, транспортных условий, а также действие оператора, управляющего технической системой и производящего техническое обслуживание и ремонт.

Внутреннее воздействие – это в основном рабочие процессы, протекающие в технической системе и ее сопряжениях (рабочие процессы в двигателях, гидравлических системах и др.).

Потенциальные воздействия – это напряжение в материале и элементах технической системы, созданные при изготовлении и ремонте и накопленные при эксплуатации (внутренние напряжения в отливке; напряжения, возникающие после проведения ремонта методами сварки и наплавки, монтажные напряжения и др.).

Процессы различают по времени их воздействия:

- 1) *быстрые за доли секунды* – это нагрузка, частота колебаний, температура;**
- 2) *средние в часах* – это, например, температура двигателя;**
- 3) *длительные в днях и месяцах* – это в основном изнашивание.**

Все источники воздействия проявляются в виде

механической,

тепловой

и химической энергии.

Воздействия вызывают в материале элементов технической системы необратимые процессы, которые приводят к изменению ее начальных параметров.

Процессы воздействия, как правило, ухудшают свойства материалов и деталей технической системы.

Техническая система характеризуется отдельными параметрами, поэтому вследствие воздействия изменяются ее параметры. Все это приводит к изменению состояния технической системы.

Все термины и определения в теории надежности даются применительно к техническим объектам целевого назначения, рассматриваемым в периоды **проектирования, производства, эксплуатации и испытания на надежность.**

Система - это совокупность технических объектов, предназначенных для выполнения определенных функций. Отдельные объекты системы (конструктивно обособленные, как правило) называются ***элементами***.

Однако необходимо заметить, что один и тот же объект в зависимости от той задачи, которую решает, может рассматриваться **как система или как элемент.**

Элемент - это объект, представляющий собой простейшую часть системы, отдельные части которой не представляют самостоятельного интереса в рамках конкретного рассмотрения.

При проектировании система (устройство) должна удовлетворять всем техническим требованиям. *Эти требования можно разделить на:*

основные, обеспечивающие выполнение заданных функций;

вспомогательные, связанные с удобством эксплуатации, внешним видом и т.д.

В соответствии с этим все элементы системы делят на основные и вспомогательные.

Вспомогательные элементы не связаны непосредственно с выполнением заданных функций системы и не влияют на возникновение отказа.

Техническая система



Исправное состояние – объект соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической и конструкторской документацией (НТКД).

Неисправное состояние – объект не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической и конструкторской документацией.

Работоспособное состояние – значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Неработоспособное состояние - значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность объекта выполнять заданные функции, не отвечает требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Схема изменения состояния ТС



Исходное состояние

Исправное

Работоспособное

Событие

Повреждение

Отказ

Исчерпание ресурса

Новое состояние

Неисправное

Неработоспособное

Предельное

Не соответствие хотя бы одному требованию НТД

Не способность выполнять функции с заданными параметрами

Недопустимость или нецелесообразность дальнейшего использования

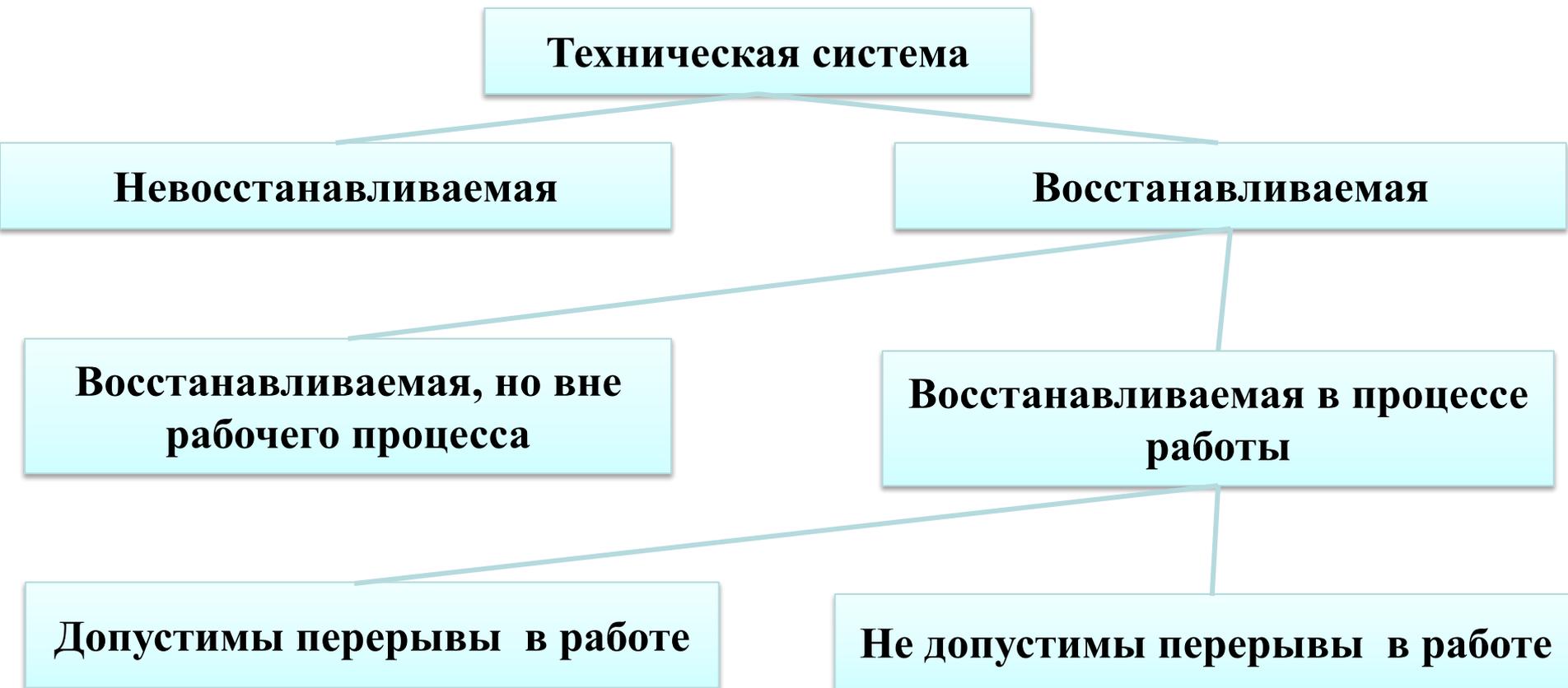
Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния.

Повреждение – это событие, заключающееся в нарушении исправного состояния.

Исчерпание ресурса – это событие, заключающееся в переходе технической системы в предельное состояние.

Предельное состояние – дальнейшая эксплуатация технической системы недопустима или нецелесообразна, либо восстановление ее работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

При возникновении отказа работоспособность технической системы может восстанавливаться или не восстанавливаться в зависимости от ситуации, поэтому при анализе надежности различают восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.



3 Надежность связана со всеми свойствами изделия, характеризует проявление всех показателей качества машины в процессе ее работы.

Сама по себе надежность еще не означает высокого качества изделия. Машина может быть очень надежна, но обладать весьма низкими техническими характеристиками.

Но зато если машина не обладает необходимой надежностью, то все ее высокие технические данные, все остальные показатели теряют свое практическое значение, ибо они не могут быть полноценно использованы в работе.

Специфическими особенностями вопросов надежности являются:

- а) фактор времени, поскольку оценивается изменение начальных параметров в процессе эксплуатации машины;**
- б) прогнозирование поведения объекта с точки зрения сохранения его выходных параметров (показателей качества).**

Следует иметь в виду, что изменение показателей качества машины во времени может быть *абсолютным* и *относительным*.

Абсолютное изменение качества связано с различными процессами, действующими на машину и изменяющими свойства или состояние материалов, из которых она выполнена, за счет чего и понижаются показатели машины и происходит ее физическое старение.

Относительное изменение качества

машины связано с появлением новых машин с более совершенными характеристиками, и ее показатели становятся более низкими по сравнению со средним уровнем, хотя в абсолютных значениях они могут и не измениться, т. е. происходит моральный износ машины.

Наука о надежности изучает изменения показателей качества машины под влиянием тех причин, которые приводят только к абсолютным изменениям ее свойств.

Наука о надежности не рассматривает вопросов достижения определенного уровня показателей качества машин — их точности, мощности, КПД, производительности — это задача других наук, а рассматривает процесс изменения этих показателей с течением времени.

4 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Математическим аппаратом

теории надежности являются теория вероятности, математическая статистика, теория случайных процессов, теория массового обслуживания, теория информации, математическая логика, теория планирования эксперимента и другие математические дисциплины.

На основе теории вероятностей и математической статистики, а также смежных с ними дисциплин, созданы и разрабатываются специальные методы расчета, связанные с основными аспектами проблемы надежности изделий. При этом, как справедливо указывает академик **Б.В. ГНЕДЕНКО, «математика является лишь средством исследования и расчета, но не самоцелью. Во главе всегда должна быть инженерная проблема, и для ее решения должен привлекаться тот научный аппарат, который ближе всего соответствует природе изучаемого явления».**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Острейковский, В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М.:1 Высш. школа, 2003. – 463 с.
- 2. Решетов, Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М.: Высш. школа, 1988. – 236 с.
- 3. Голинкевич, Т.А. Прикладная теория надежности: Учеб. для студ. вузов, обучающ. по спец. «Автоматизированные системы управления» / Т.А. Голинкевич. – М.: Высшая школа, 1977. – 160 с.
- 4. Гуськов, А.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 427 с.
- 5. Щурин, К.В. Основы теории надежности мобильных машин: Учебное пособие / К.В. Щурин. – М.: МГУЛ, 2004. – 216 с.
- 6. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин : учеб. пособие / Ю.В. Баженов; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с.

- 7. Калявин, В.П. Основы теории надежности и диагностики : Учебник. – СПб.: Элмор, 1998. – 172 с.
- 8. Крагельский, И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1968. – 480 с.
- 9. Кравченко, И.Н. Основы надежности машин / И.Н. Кравченко, В.А. Зорин, Е.А. Пучин [и др.]; Учеб. пособие для вузов. – Часть I. – М.: Изд-во, 2007. – 224 с.
- 10. Кравченко, И.Н. Основы надежности машин / И.Н. Кравченко, В.А. Зорин, Е.А. Пучин [и др.]; Учеб. пособие для вузов. – Часть II. – М.: Изд-во, 2007. – 260 с.
- 11. Попов, С.Н. Надежность и ремонт машин : учеб. пособие : самост. учеб. электрон. изд. / С.Н. Попов; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.
- 12. Анилович, В.Я. Надежность машин в задачах и примерах / В.Я. Анилович, О.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко; Под ред. В.Я. Аниловича. – Харьков: Око, 2001. – 320 с.