МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ

РАССМОТРЕНО
на заседании ПЦМК
технических дисциплин
протокол № __________
от «___» ________20 г.
Председатель ________/Л.Б. Шаврина

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
________С.В. Клюквина
«_____» ________20 г.

Методические рекомендации для студентов по проведению практических работ по профессиональному модулю ПМ.05 Проведение анализа характеристик и обеспечение надежности систем автоматизации в машиностроении для специальности

15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»

Саратов, 2019

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» **Шаврина Л.Б.**

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 4 курса, специальности **15.02.07** Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практические занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом практических занятий.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют одно или несколько практических заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

– формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;

– обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

– совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

– развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

– выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель практических занятий

В результате освоения ПМ 05 «Проведение анализа характеристик и обеспечение надёжности систем автоматизации (по отраслям)» обучающийся должен **иметь практический опыт**:

- расчета надёжности систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;

уметь:

- рассчитывать надёжность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;

- определять показатели надёжности систем управления;

- осуществлять контроль соответствия устройств и функциональных блоков мехатронных и автоматических устройств и систем управления;

- проводить различные виды инструктажей по охране труда;

знать:

- показатели надёжности;

- назначение элементов систем автоматизации и элементов мехатронных устройств и систем;

- нормативно-правовую документацию по охране труда.

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению дисциплины ПМ 05 «Проведение анализа характеристик и обеспечение надёжности систем автоматизации (по отраслям)» основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 5.1 Осуществлять контроль параметров качества систем автоматизации.

ПК 5.2 Проводить анализ характеристик надёжности систем автоматизации.

ПК 5.3 Обеспечивать соответствие состояния средств и систем автоматизации требованиям надёжности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

А также формированию общих компетенций:

ОК.2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК.3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК.4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК.5 Использовать информационно- коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК.6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК.7Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий

ОК.8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК.9Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Критерии оценки выполнения практической и лабораторной работы:

№	**Критерии оценки**	**Оценка**
1	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите работы ответил на все вопросы	Отлично
2	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите ответил не на все вопросы	Хорошо
3	Студент выполнил работу полностью, при выполнении работы проявил недостаточную самостоятельность, пользовался помощью преподавателя, при защите работы ответил не на все вопросы	Удовлетворительно
4	Студент не закончил выполнение работы, самостоятельности при выполнении работы не проявил, на вопросы при защите не ответил	Неудовлетворительно

Организация практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - кабинет (В соответствии с УП).

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент *практические занятия. (с использованием персональных компьютеров).*

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Методические рекомендации к практическим работам разработаны на основе рабочей программы ПМ 05 «Проведение анализа характеристик и обеспечение надёжности систем автоматизации (по отраслям)».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению ПМ 05 «Проведение анализа характеристик и обеспечение надёжности систем автоматизации (по отраслям)» основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практические занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом практических занятий.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют одно или несколько практических заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

– формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;

– обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

– совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

– развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

– выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель практических занятий

В результате освоения профессионального модуля «ПМ.04 Разработка и моделирование несложных систем с учетом специфики технологических процессов» обучающийся должен **уметь:**

- определять наиболее оптимальные формы и характеристики систем управления;
- составлять структурные и функциональные схемы различных систем автоматизации, компонентов мехатронных узлов и систем управления;
- применять средства разработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием, автоматизированными и мехатронными системами;
- составлять типовую модель АСР (автоматической системы регулирования) с использованием информационных технологий;
- рассчитывать основные технико-экономические показатели, проектировать мехатронные системы и системы автоматизации с использованием информационных технологий.

Обучающийся должен **знать:**

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;
- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путём анализа выполнения технологических операций;
- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;
- физическую сущность изучаемых процессов, объектов и явлений, качественные показатели реализации систем управления, алгоритмы управления и особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ;
- основы организации деятельности промышленных организаций;

- основы автоматизированного проектирования технических систем.

Код	**Наименование результата обучения**
ПК 4.1	Проводить анализ систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов.
ПК 4.2	Выбирать приборы и средства автоматизации с учетом специфики технологических процессов.
ПК 4.3	Составлять схемы специализированных узлов, блоков, устройств и систем автоматического управления.
ПК 4.4	Рассчитывать параметры типовых схем и устройств.
ПК 4.5	Оценивать и обеспечивать эргономические характеристики схем и систем автоматизации устройств.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.
ОК 4.	Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себбя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения задания.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

Организация практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - лаборатории «Автоматизации технологических процессов».

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент *практические занятия (с использованием персональных компьютеров).*

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер,* отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;

- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Практическое занятие № 1

Тема: «Определение единичных показателей надежности невосстанавливаемых объектов»

Цели и задачи урока: научиться определять единичные показатели надежности невосстанавливаемых объектов

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Задачи обучения:

- ознакомить с показателями безотказности и основными методами их определения;
- привить навыки определения показателей безотказности невосстанавливаемых объектов;
- обучить давать характеристику находимых показателей безотказности.

Пример 1.1. На промысловые испытания поставлено 60 буровых лебедок. Испытания проводились в течение 2000 часов. В ходе испытаний отказало 6 буровых лебедок. Определить статистическую оценку вероятности безотказной работы изделий за время 2000 часов.

Решение.

Вероятность безотказной работы R(t_1, t_2) – вероятность выполнить требуемую функцию при данных условиях в интервале времени (t_1, t_2). Вероятность безотказной работы определяется в предположении, что в начале интервала времени (момент начала исчисления наработки) изделие находится в работоспособном состоянии.

Статистическая оценка вероятности безотказной работы определяется по формуле

$$\tilde{R}(t) = 1 - \frac{n(t)}{N},$$

где N – число объектов, работоспособных в начальный момент времени;

п(t) – число объектов, отказавших на отрезке от 0 до t.

Подставляем исходные данные в формулу (1.1)

$$\tilde{R}(t) = 1 - \frac{n(t)}{N} = 1 - \frac{6}{60} = 0{,}9.$$

Ответ. Вероятность безотказной работы $\tilde{R}(t) = 0{,}9$. Вероятность безотказной работы является:

- показателем безотказности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – безотказность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- групповым, так как характеризует надежность партии изделий.

Пример 1.2. На промысловые испытания поставлено 60 буровых лебедок. Испытания проводились в течение 2000 часов. Зафиксированы отказы буровых лебедок в моменты времени t_1 = 1210 ч; t_2 = 480 ч; t_3 = 900 ч; t_4 = 700 ч; t_5 = 1900 ч; t_6 = 1100 ч; остальные буровые лебедки не отказали. Найти статистическую оценку среднего значения наработки до первого отказа.

Решение:

Средняя наработка до первого отказа – это математическое ожидание наработки по первого отказа.

Средняя наработка до первого отказа по статистическим данным определяется по формуле

$$\tilde{T}_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_i = \frac{1}{60}\left(1210+480+900+700+1900+1100+2000\cdot 54\right) = 1904{,}83\textit{ч} \sim 1905 \text{ ч}$$

Ответ: Средняя наработка до первого отказ T_0 = 1905 ч. Средняя наработка до первого отказа является:

- показателем безотказности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – безотказность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- групповым, так как характеризует надежность партии изделий.

Пример 1.3. На испытания поставили 200 изделий. За 100 часов работы отказало 25 изделий. За последующие 10 часов отказало еще 7 изделий. Определить статистическую оценку вероятности безотказной работы и вероятности отказа на моменты времени t_1 = 100 ч и t_2 = 110 ч, оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между t_1 = 100 ч и t_2 = 110 ч.

Решение. Статистическую оценку вероятности безотказной работы на момент времени t_1 = 100 ч определяем по формуле

$$\tilde{R}(100) = 1 - \frac{n(100)}{N} = 1 - \frac{25}{200} = 0{,}875;$$

Определяем количество отказавших изделий на момент времени t_2 = 110 ч

$$n(110) = n(100) + \Delta n = 25 + 7 = 32 \text{ изд.}$$

и вероятность безотказной работы на момент времени t_2 = 110 ч

$$\tilde{R}(110) = 1 - \frac{n(110)}{N} = 1 - \frac{32}{200} = 0{,}84.$$

Статистическая оценка вероятности отказа на соответствующие моменты времени определяется по формуле (1.2)

$$\tilde{Q}(100) = \frac{n(100)}{N} = \frac{25}{200} = 0{,}125,$$

$$\tilde{Q}(110) = \frac{n(110)}{N} = \frac{32}{200} = 0{,}16.$$

Плотность распределения отказов во времени определяем по формуле (1.3)

$$\tilde{f}(110) = \frac{\Delta n(110)}{N\Delta t} = \frac{7}{200\cdot 10} = 0{,}0035 \ \ 1/\text{ч}.$$

Оценку интенсивности отказов можно определить по формуле (1.4)

$$\tilde{a}(110) = \frac{\Delta n(110)}{\left(N - n(110)\right)\Delta t} = \frac{7}{(200-32)10} = 0{,}00417 \ 1/\text{ч}.$$

Ответ: $\tilde{R}(100) = 0{,}875$; $\tilde{R}(110) = 0{,}84$; $\tilde{Q}(100) = 0{,}125$; $\tilde{Q}(110) = 0{,}16$; $\tilde{f}(110) = 0{,}0035$ 1/ч; $\tilde{a}(110) = 0{,}00417$ 1/ч. Данные показатели являются:

- показателями безотказности;
- единичными, так как характеризуют только одно свойств – безотказность;
- экспериментальными, так как определяются по результатам испытаний;
- групповыми, так как характеризуют надежность партии изделий.

Задания для самостоятельной работы

Задача 1.1. На испытание поставлено 200 однотипных изделий. За 2000 ч отказало 50 изделий. За последующие 100 часов отказало ещё 5 изделий. Требуется определить:

1. статистическую оценку вероятности безотказной работы за время работы t_1 = 2000 час и t_2 = 2100 час;
2. статистическую оценку вероятности отказа за время работы t_1 = 2000 час и t_2 = 2100 час;

3. оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между t_1 = 2000 час и t_2 = 2100 час.

Задача 1.2. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов работы отказало 50 изделий. Определить статистические оценки вероятности безотказной работы и вероятности отказа за время работы 4000 часов.

Задача 1.3. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часов работы отказало 50 изделий. За последующие 50 часов еще 5 изделий. Дать оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между t_1 = 4000 час и t_2 = 4050 час.

Задача 1.4. В течение 500 часов работы из 20 буровых насосов отказало 2. За интервал времени 500 – 520 часов отказал еще один буровой насос. Дать оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между t_1 = 500 час и t_2 = 520 час.

Задача 1.5. На испытание поставлено 2000 подшипников качения. За первые 3000 часов отказало 80 изделий. За интервал времени 3000 – 4000 часов отказало еще 50 подшипников. Требуется определить статистическую оценку вероятности безотказной работы за время 4000 часов.

З**адача 1.6.** В течение 500 часов работы из 20 буровых насосов отказало 2. За интервал времени 500 **–** 520 часов отказал еще один буровой насос. Требуется определить статистическую оценку вероятности отказа за время 520 часов.

Задача 1.7. На испытание поставлено 600 изделий. За время 1200 часов вышло из строя 125 штук изделий. За последующий интервал времени 1200 – 1250 часов вышло из строя еще 13 изделий. Необходимо определить статистическую оценку вероятности безотказной работы и вероятности отказа за время работы t_1 = 1200 час и t_2 = 1250 час; оценку плотности распределения отказов и интенсивности отказов в промежутке времени между t_1 = 1200 час и t_2 = 1250 час.

Задача 1.8. На испытание поставлено 10 однотипных изделий. Получены следующие значения времени безотказной работы: t_1 = 580 час; t_2 = 720 час; t_3 = 860 час; t_4 = 550 час; t_5 = 780 час; t_6 = 830 час; t_7 = 910 час; t_8 = 850 час; t_9 = 840 час; t_{10} = 750 час. Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.

Контрольные вопросы:

1. Что такое надежность автоматизированной системы
2. Назовите основные составляющие надежности
3. Что такое работоспособность и исправность автоматизированной системы

Практическая работа № 2

Тема: «Определение единичных и комплексных показателей восстанавливаемых объектов»

Цели и задачи урока: научиться определять показатели надежности по статистическим данным

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Задачи обучения:

– ознакомиться с методикой определения единичных и комплексных показателей по статистическим данным;

– выработать навыки расчета показателей надежности;

– научиться давать характеристику находимых показателей надежности.

Теоретический материал:

Пример 3.1. На промысловые испытания поставлено 3 буровых насоса. В ходе испытаний у первого насоса было зафиксировано 144 отказа, у второго – 160 отказов, у третьего – 157 отказов. Суммарная наработка на отказ для первого насоса составила 3250 часов, для второго – 3600 часов, для третьего – 2800 часов. Определить среднюю наработку до отказа и средний ресурс бурового насоса.

Решение. Средняя наработка до отказа определяется по формуле

$$\hat{T}_{cp} = \frac{t_{\text{сум}}}{n(t_{сум})} = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{\sum_{i=1}^{N} m_i} = \frac{3250+3600+2800}{144+160+157} = 20{,}9 \text{ час.}$$

Средний ресурс определяем по формуле

$$T_{р} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_{pi}}{N} = \frac{3250+3600+2800}{3} = 3216{,}7 \text{ час.}$$

Ответ. Средняя наработка до отказа равна $\hat{T}_{cp} = 20{,}9$ час, данный показатель является:

- показателем безотказности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – безотказность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- смешанным, так как характеризует надежность небольшой партии изделий.

Средний ресурс равен , $T_{р} = 3216{,}7$ час, данный показатель является:

- показателем долговечности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – долговечность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- смешанным, так как характеризует надежность небольшой партии изделий.

Пример 3.2. На испытания поставлено 500 изделий. Результаты определения ресурса представлены в таблице 1.4. По данным испытаний определить гамма-процентный ресурс для γ = 95 %, 90 % и 80 %.

Таблица 3.1 – Результаты испытаний изделий

№№	Интервал времени, час	Количество отказавших изделий n(t)
1	0 – 100	24
2	100 – 200	29

3	200 – 300	35
4	300 – 400	15
5	400 – 500	16
6	500 – 600	20
7	600 – 700	35
8	700 – 800	57
9	800 – 900	133
10	900 – 1000	136

Решение. Для определения гамма-процентного ресурса необходимо найти значение наработки, вероятность которой равна 0,95; 0,90; 0,80, согласно формуле

$$P(T_{p¥}) = \frac{¥}{100}.$$

Определим количество работоспособных изделий и вероятность безотказной работы на конец каждого временного интервала, результаты расчета сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты расчета

№№	Интервал времени, час	Количество отказавших изделий n(t)	Количество работоспособных изделия N(t) к концу периода	Вероятность безотказной работы P(t)
1	0 – **100**	24	476	**0,952**
2	100 – **200**	29	447	**0,894**
3	200 – 300	35	412	0,824
4	300 – **400**	15	397	**0,794**
5	400 – 500	16	381	0,762
6	500 – 600	20	361	0,722
7	600 – 700	35	326	0,652
8	700 – 800	57	269	0,538
9	800 – 900	133	136	0,272
10	900 – 1000	136	0	0

По представленному расчету вероятностям 0,95; 0,90 и 0,80 соответствуют значения наработки равные 100, 200 и 400 часов соответственно (выделены в таблице 3.2).

Ответ: гамма-процентные ресурсы равны T_{p95} = 100 часов; T_{p90} = 200 часов; T_{p95} = 400 часов, показатели являются:

- показателем долговечности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – долговечность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- смешанным, так как характеризует надежность небольшой партии изделий.

Пример 3.3. В результате наблюдений за работой буровой лебедки получены следующие данные о времени, затраченном на смену тормозных лент, в часах: 2,5; 1,8; 1,8; 2,6; 0,8; 1,2; 0,6; 2,0; 1,6; 3.2. Всего 10 наблюдений. Определить среднее время восстановления буровой лебедки.

Решение: Статистическая оценка среднего времени восстановления вычисляется по формуле (1.13)

$$T_в = \frac{\sum_{i=1}^{m} T_{вi}}{m} = \frac{2,5+1,8+1,8+2,6+0,8+1,2+0,6+2,0+1,6+3,2}{10} = \frac{18,1}{10} = 1,81 \text{ часа},$$

Ответ: среднее время восстановления равно $T_в = 1,81$ часа, показатель является:

- показателем ремонтопригодности;

- единичным, так как характеризует только одно свойств – ремонтопригодность;
- эксплуатационным, так как определяется по результатам эксплуатации;
- единичным, так как характеризует надежность одного изделия.

Пример 3.4. Определить коэффициент готовности системы при среднем времени восстановления равном 2 часа и средней наработке на отказ равной 100 часов.

Решение: Среднее значение коэффициента готовности $К_г$ вычисляют по формуле (1.16)

$$К_г = \sum_{i=1}^{N} t_i \Bigg/ \left(\sum_{i=1}^{N} t_i + \sum_{i=1}^{N} 2_i \right) = \frac{100}{100+2} = \frac{100}{102} = 0{,}984 .$$

Ответ: Коэффициент готовности равен $К_г = 0{,}984$.

- показателем готовности;
- комплексным, так как характеризует безотказность, ремонтопригодность и готовность;
- эксплуатационным, так как определяется по результатам эксплуатации;
- единичным, так как характеризует надежность одного изделия.

Пример 3.5. Определить коэффициент технического использования, если известно, что система эксплуатируется в течение 1 года, годовой фонд времени системы составляет 8760 часов. Время проведения ежегодного техосмотра составляет 20 суток, суммарное время, затраченное на ремонтные работы, составляет 20 часов.

Решение: Коэффициент технического использования определяется по формуле (1.17)

$$К_{т.и} = \frac{Т_0}{Т_0 + 2_{т.и} + 2_р + 2_в} = \frac{8760}{8760 + 20 \cdot 24 + 20} = 0{,}943 .$$

Ответ: Коэффициент технического использования равен $К_{т.и} = 0{,}943$, показатель является:

- показателем готовности;
- комплексным, так как характеризует безотказность, ремонтопригодность и готовность;
- эксплуатационным, так как определяется по результатам эксплуатации;
- единичным, так как характеризует надежность одного изделия.

Задания для самостоятельной работы

Задача 3.1. На промысловые испытания поставлено 3 вертлюга. В ходе испытаний у первого насоса было зафиксировано 37 отказа, у второго – 29 отказов, у третьего – 48 отказов. Суммарная наработка на отказ для первого вертлюга составила 3100 часов, для второго – 2200 часов, для третьего – 2700 часов. Определить среднюю наработку до отказа.

Задача 3.2. На эксплуатацию поставлено 250 изделий. На моменты времени t_1 – t_7 зафиксировано определенное количество отказов (таблица 1.6). Остальные изделия не отказали. Определить средний ресурс.

Таблица 1.6.

t_i, час	50	100	150	200	250	300	350
$n(t_i)$	5	8	11	15	21	31	9

Задача 3.3. На промысловые испытания поставлено 3 насоса. В ходе испытаний у первого насоса было зафиксировано 37 отказа, у второго – 29 отказов, у третьего – 48 отказов. Суммарная наработка до отказа для первого насоса составила 3100 часов, для второго – 2200 часов, для третьего – 2700 часов. Определить средний ресурс насоса.

Задача 3.4. Длительность проведения технического обслуживания для бурового насоса составляет 45 часов. Межремонтный цикл составляет 2335 часов. Определить коэффициент готовности бурового насоса.

Задача 3.5. Какую длительность восстановления работоспособности должен иметь объект с межремонтным циклом 2000 часов, чтобы коэффициент готовности объекта составлял 0,95.

Задача 3.6. Определить среднее время восстановления компрессора, если на проведение 5 мелких ремонтов было затрачено 30,5 часа.

Задача 3.7. Годовое время работы одной буровой лебедки составляет 3500 часов. За год проводится 4 технических обслуживания продолжительностью 65 часов каждое и 1 средний ремонт продолжительностью 360 часов. Определить коэффициент технического использования буровой лебедки.

Задача 3.8. По данным задачи 3.7 определить коэффициент готовности буровой лебедки.

Задача 3.9. В ходе наблюдений за работой турбобура были зафиксированы отказы в следующие моменты времени: 110, 167, 284, 365, 512, 650 часов работы. Определить среднюю наработку между отказами турбобура.

Задача 3.10. По данным задачи 3.9 определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа за 300 и 600 часов работы.

Контрольные вопросы:

1. дайте определение средней наработки до отказа и средней наработки на отказ;
2. какие показатели используются при определении долговечности;
3. как определяются средний и гамма-процентный ресурс;
4. как определяются средний и гамма-процентный срок службы,
5. дайте характеристику показателям ремонтопригодности: вероятности восстановления, интенсивности восстановления, среднему сроку восстановления;
6. дайте характеристику показателям сохраняемости: среднему сроку сохраняемости, гамма-процентному сроку сохраняемости;
7. приведите определение и дайте характеристику коэффициенту готовности;
8. приведите определение и дайте характеристику коэффициенту оперативной готовности;
9. приведите определение и дайте характеристику коэффициенту технического использования;

Литература:

1. В.Ю. Шишмарев Надежность технических систем, учебник для ВУЗов, Академия, 2010.

Практическая работа № 3

Тема: Оценка вероятности отсутствия внезапных отказов механизма

Цели и задачи урока: научиться оценивать вероятность отсутствия внезапных отказов механизма

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Задачи обучения:

- ознакомиться с методикой определения показателей по статистическим данным;
- выработать навыки расчета показателей надежности;
- научиться давать характеристику находимых показателей надежности.

Теоретический материал:

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.

Внезапный отказ. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких параметров состояния машины, называется внезапным. Он вызывается обычно неожиданным изменением внешних условий или воздействий. Чаще всего это перегрузки вследствие попадания посторонних предметов в рабочие органы машины, наезды, рывки при неправильном управлении и т. д. Внезапный отказ может возникнуть с одинаковой вероятностью независимо от длительности предыдущей работы машины, т. е. ее срока службы.

Постепенный отказ. Отказ, характеризующийся постепенным изменением одного или нескольких параметров состояния машины, называется постепенным. Причиной могут быть различные процессы, протекающие в ее деталях (изнашивание, коррозия, накопление усталостных повреждений и т. д.). Вероятность возникновения постепенного отказа повышается с увеличением длительности предыдущей работы машины.

Задача При проведении испытательных работ на различных моделях станков было выявлено следующее количество внезапных отказов (таблица 1). Определить среднее значение внезапных отказов и допустимый интервал отказов.

Таблица 1.

№ испытания	количество отказов
1	12
2	15
3	8
4	11
5	7
6	25
7	16
8	18
9	4
10	9

Решение:

Обозначим количество отказов переменой Х. выполним расчет среднего значения и среднеквадратического отклонения.

x	X – X среднее	(X – X среднее) ^ 2
12	-0,5	0,25
15	2,5	6,25
8	-4,5	20,25
11	-1,5	2,25

7	-5,5	30,25
25	12,5	156,25
16	3,5	12,25
18	5,5	30,25
4	-8,5	72,25
9	-3,5	12,25

X среднее = 12,5
Сложим все числа последнего столбца. Сумма равна 342,5. Разделим сумму на количество испытаний 10. Из полученного числа извлечем квадратный корень, получим значение 5,8.
Ответ: при испытании других моделей станков будет выявлено 12,5+- 5,8 отказов в работе.

Задачи для самостоятельной работы

Задача 1.
При испытании новых поточных линий по розливу и упаковке растительного масла было выявлено следующее число внезапных отказов в работе.

№ линии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число отказов	32	25	28	31	18	14	22	10	7	19

Определить среднее значение внезапных отказов и допустимый интервал отказов.

Задача 2.
На заводские испытания поступило 15 станков с ЧПУ. В течение недели было выявлено некоторое количество внезапных отказов. Определить среднее значение внезапных отказов и допустимый интервал отказов.

№ станка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отказы	3	5	9	4	6	4	5	7	8	11	6	8	12	9	7

Задача 3.
При производстве радиоэлектронной аппаратуры было выявлено некоторое количество бракованных деталей. Определить среднее значение бракованных деталей и допустимый интервал брака.

Резисторы	12	14	19	17	11	12	9	10	7	15	16	18	10	9	10
Диоды	20	21	20	26	28	19	18	12	10	28	22	24	21	20	18
Тиристоры	35	36	30	34	29	18	30	39	36	34	32	25	29	21	17

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды отказов в работе технологического оборудования
2. Что такое внезапный и постепенный отказ
3. Назовите причины внезапных отказов

Литература:

1. В.Ю. Шишмарев Надежность технических систем, учебник для ВУЗов, Академия, 2010.

Практическая работа №4

Тема: «»Расчет надежности системы надежности при наличии мажоритарного резервирования»

Цели и задачи урока: изучить расчет надежности системы надежности при наличии мажоритарного резервирования

Тип урока – практическое занятие.

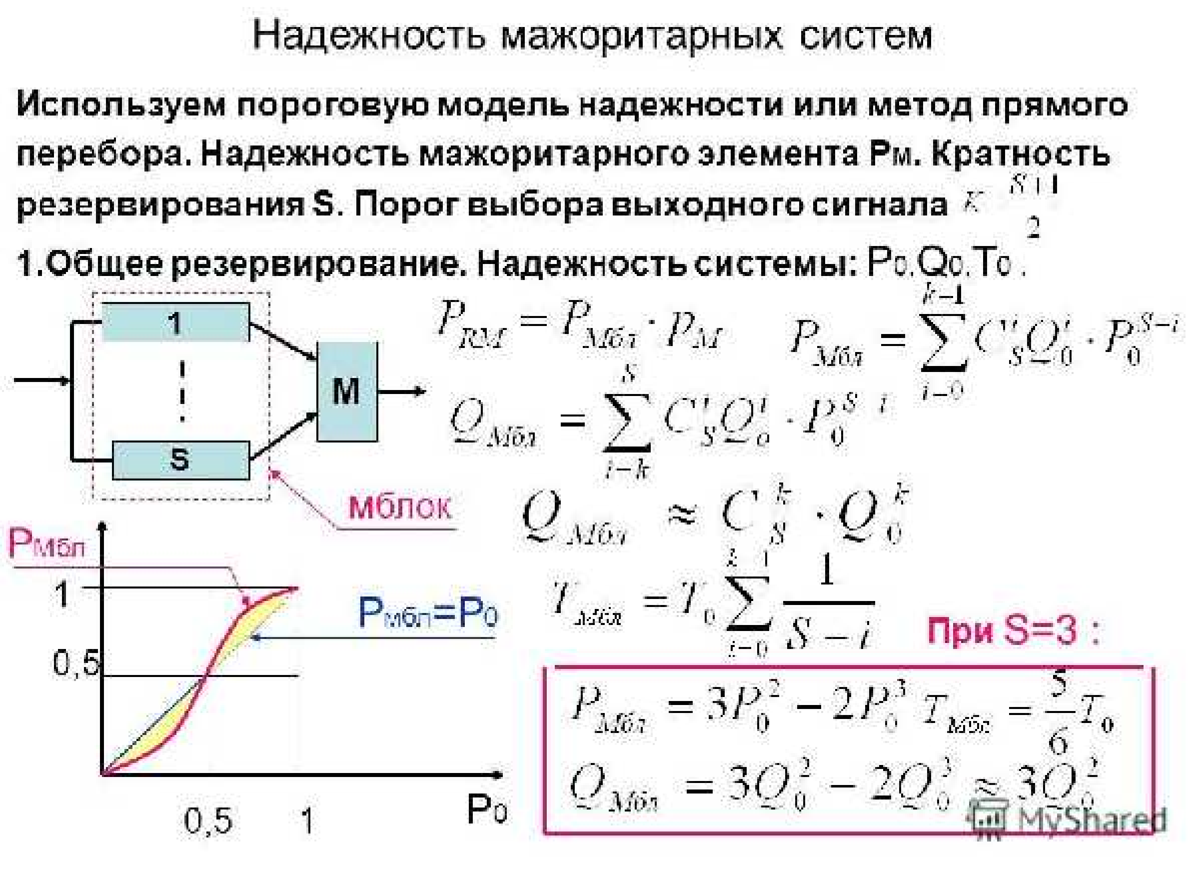
Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Мажоритарный элемент позволяет обеспечить режим одновременного штатного функционирования основного и резервных элементов и исключает применение специальных коммутационных узлов, устраняющих взаимное влияние основного и резервных элементов друг на друга. При этом отказ основного или резервного элементов не влияет на работу оставшихся исправных элементов. В настоящее время нашло весьма широкое применение структурное резервирование с мажоритарным элементом, оно используется для повышения надежности цифровых электронных устройств и цифровых систем.

Мажоритарный элемент — это логическое устройство с нечетным числом входов m=2k+1 (где k = 1, 2 ,3…)и одним выходом. Чаще всего используются элементы с m = 3, реже с m = 5 и совсем редко с m = 7.

Мажоритарный элемент может быть выполнен в виде отдельной микросхемы или собран из нескольких логических микросхем. В дальнейшем для краткости будем называть резервирование с применением мажоритарного элемента просто мажоритарным резервированием.



Практическая работа № 5

Тема: «Расчет надежности системы при наличии временного резервирования»

Цели и задачи урока: научиться выполнять расчет надежности системы при наличии временного резервирования

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

1. Теоретическая часть работы.

Временное резервирование — это способ повышения надёжности, при котором системе в процессе функционирования предоставляется возможность израсходовать некоторое время, называемое резервным, для восстановления технических характеристик. Резерв времени можно израсходовать на переключение структурного резерва, обнаружение и устранение отказов, повторение работ, обесцененных отказами, ожидание загрузки в работоспособном состоянии. Можно указать несколько источников резервного времени.

Резерв времени может создаваться за счёт увеличения времени, выделяемого системе для выполнения задания и называемого оперативным временем. Он возникает и при создании запаса производительности всей системы или её отдельных устройств, причём без увеличения оперативного времени. Запас производительности, в свою очередь, возникает при увеличении быстродействия элементов или при комплексировании нескольких устройств (систем) одинаковой или различной производительности для выполнения общего задания.

В системах, результат работы которых оценивается объёмом производимого (обрабатываемого) продукта, резерв времени можно создать за счёт внутренних запасов выходной продукции. В АСУ такой продукцией является информация, в системах энергоснабжения — электрическая энергия, в системах водоснабжения — водные ресурсы, на машиностроительных предприятиях — детали, узлы, приборы и т.д. Для хранения запасов предусматриваются специальные накопители: запоминающие устройства, аккумуляторные батарее, резервуары, бункеры и др. Пока запас не исчерпан, продукция поступает на выход системы, и смежные с ней системы, не «замечая» частичного или даже полного прекращения её функционирования, считают её работоспособной.

Ещё одним источником резерва времени является функциональная инерционность протекающих в системе процессов. В работе многих технических систем допускаются незначительные перерывы, протекающие без потери качества функционирования (пока управляемые параметры находятся в пределах допусков), которые можно использовать для восстановления её работоспособности. Такими свойствами обладают АСУ ТП, системы термостатирования, диспетчерского управления, жизнеобеспечения летательных и других подвижных аппаратов и др.

Для систем с временным резервированием (СВР) нарушение работоспособности не обязательно сопровождается отказом системы даже при последовательном соединении её элементов, так как есть возможность восстановить работоспособность за резервное время. Отказ системы с временным резервированием — событие, заключающееся в нарушении работоспособности, вызывающем недопустимые последствия или неустранённом за допустимое время. Надёжность СВР оценивается по результатам выполнения установленных временных ограничений по всей траектории функционирования или по результатам выполнения некоторого задания.

Задание задаётся:

— последовательностью и объёмом работ;

— установленными моментами начала и завершения этапов работ;

— ограничениями на использование различных ресурсов, которыми располагает система;

— ограничениями на взаимопомощь и взаимодействие различных устройств.

Поэтому различают задания:

— одноэтапные;

— многоэтапные;

— бригадные;

— индивидуальные (автономные);

— групповые;

— поступающие до начала работы системы (по расписанию);

— поступающие в процессе работы системы (в случайные моменты времени по заявкам).

Выполнение задания — это событие, заключающееся в завершении заданного объёма работ с установленными ограничениями на время выполнения всех работ и отдельных их этапов и при выполнении требований к качеству и ритмичности работы системы. Нарушение установленных требований и ограничений рассматривается как срыв функционирования. Поэтому, отказ системы с временным резервированием можно определить как событие, приводящее немедленно или с некоторой задержкой к срыву выполнения задания, к срыву функционирования.

Для установления признаков отказа СВР необходимо вести статистику потерь времени, проводить специальные измерения, например, запасов продукции в накопителях. Структурно в обобщённой форме системы с временным резервированием может рассматриваться как совокупность исходного объекта и резерва времени.

После отказа системы начинает действовать резерв времени. Отказы системы могут различаться по последствиям. Если отказ вызывает лишь задержку выполнения задания, но не приводит к повторению работ, то его называют необесценивающим или неразрушающим. В противном случае его называют обесцениваищим или разрушающим. Обесценивание выполненных работ может быть полным или частичным. В связи с наличием обесценивающих отказов всю наработку системы разделяют на полезную и обесцененную. Полезной является наработка, не обесцененная отказами системы, а обесцененная наработка — это наработка, не включённая в полезную. Резервирование времени широко используется в компьютерах, вычислительных сетях, системах связи. Особенно эффективным является применение временного резервирования для борьбы со сбоями и помехами. Его часто используют и для повышения эффективности других видов резервирования.

2. <u>Практическая часть работы.</u>

Пример 1. Система содержит n=3 одинаковых элемента – один основной и два резервных (кратность резервирования 2). Интенсивность отказов каждого элемента λ= 0,05 1/час. Постоянное резервирование без перераспределения нагрузки или замещением с нагруженным резервом. Найти вероятность безотказной работы системы и интенсивность отказов при t= 10,20, 50, 100 час, а также среднее время безотказной работы.

Используемые формулы:

$$R_{рез}(t) = 1-(1-e^{-\lambda t})^n$$

$$\lambda_{рез}(t) = \frac{n\lambda(1-e^{-\lambda t})^{n-1}e^{-\lambda t}}{1-(1-e^{-\lambda t})^n}$$

t,час	Rрез	λ, /1час	R̃рез	λ̃, /1час
10	0,939	0,015	0.986	0,00385
20	0,747	0.0296	0,92	0,01
50	0.227	0,0458	0,544	0,0236
100	0,02	0,0497	0,125	0.0338

$$T_{рез} = \frac{1}{\lambda}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{i}$$

Для одного элемента

Т0 = 20 час

Трез = 20(1+1/2+1/3)= 36,7 час

Пример 2.Теже данные, только резерв активный ненагруженный. Найти те же показатели

Используемые формулы:

R̃рез (t) = $e^{-\lambda t}\sum_{i=0}^{n-1}\frac{(\lambda t)^i}{i!}$

λ̃рез (t) = $\frac{\lambda(\lambda t)^{n-1}}{(n-1)!\sum_{i=0}^{n-1}\frac{(\lambda t)^i}{i!}}$.

См. таблицу.

T̃рез = nT0 = 3·20= 60 час

Пример 3. Определить кратность m постоянного резервирования, обеспечивающую вероятность безотказной работы элемента 0,96 в течение t=150 час. Среднее время безотказной работы элемента T0 =300 час. Рассмотреть два варианта: а) экспоненциальный закон и б) закон Рэлея для времени безотказной работы.

Независимо от закона распределения

$$R_{рез}(t) = 1-(1-R(t))^n ,$$

где $R_{рез}(t)$ – вероятность безотказной работы системы с резервом, R(t) – вероятность безотказной работы элемента, а n – общее число элементов в системе (n= m+1). Отсюда

$$m \geq \frac{\ln(1 - R_{рез}(t))}{\ln(1 - R(t))} - 1.$$

Для варианта а)

$R(t) = e^{-\lambda t}$, где λ=1/T0 .

$R(150) = e^{-150/300} = 0{,}607$, и $m \geq \frac{\ln(1-0{,}96)}{\ln(1-0{,}607)} - 1$ =2,45.

Следует взять m = 3.

Для варианта б)

$R(t) = e^{-\frac{\pi t^2}{4T_0^2}}$, $R(150) = e^{-\frac{\pi \cdot 150^2}{4 \cdot 300^2}}$ = 0,822, и $m \geq \frac{\ln(1-0{,}96)}{\ln(1-0{,}822)} - 1$ = 0,87.

Достаточно взять m = 1.

Отметим влияние закона распределения времени безотказной работы.

Пример 4. Система электроснабжения состоит из n=4 генераторов мощностью 18 кВт каждый. Необходимо не менее 30 кВт. Интенсивность отказов каждого генератора λ= 0,15·10-3 1/час. Найти вероятность безотказной работы за время t=600 час и среднее время безотказной работы.

Обозначим через p вероятность безотказной работы одного генератора за время t. В случае экспоненциального закона

p = e-λt .

Для безотказной работы системы необходимо не менее двух работоспособных генераторов (или допустим отказ не более 2-х).

$$R_{рез}(t) = p^n + np^{n-1}(1-p) + C_n^2 p^{n-2}(1-p)^2 .$$

Находим для t= 600 час

$p = e^{-0{,}15 \cdot 10^{-3} \cdot 600}$ = 0,9139 и далее

$$R_{рез}(600) = 0{,}9139^4 + 4 \cdot 0{,}9139^3 \cdot 0{,}0861 + 6 \cdot 0{,}9139^2 \cdot 0{,}0861^2 = 0{,}9976.$$

Среднее время безотказной работы найдем по формуле (для случая экспоненциального распределения с интенсивностью отказов λ)

$$T_{рез} = \frac{1}{\lambda}\sum_{i=0}^{n-k}\frac{1}{k+i}$$,

где k – минимально допустимое число работоспособных элементов. После подстановок получим

Трез = 103/0,15·(1/2+1/3+1/4)= 7220 час.

Без резерва λ = 0,3·10-3 ; R(600) = e-0,18 = 0,835; T = 3333 час.

Пример 6. Система питания состоит из выпрямителя, работающего от сети (λ1= 0,3·10-3 1/час) и резервного аккумулятора (λ2= 5·10-3 1/час). Резерв считать ненагруженным. Найти вероятность безотказной работы в течение t= 100 час. Сравнить с вероятностью безотказной работы нерезервированной системы.

$$R_{рез}(t) = e^{-\lambda_1 t} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}\left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right) = e^{-0,03} + \frac{0{,}3\cdot 10^{-3}}{5\cdot 10^{-3} - 0{,}3\cdot 10^{-3}}\left(e^{-0,03} - e^{-0,5}\right)$$

$$= 069704 - \frac{0{,}3}{4{,}7}(0{,}9704 - 0{,}6065) = 0{,}9936$$.

Для нерезервированной системы

R(t) = e-0,03 = 0,9704.

В конце работы ответьте на вопросы для самоконтроля и сделайте вывод:

1. Что называется временным резервированием?
2. За счет чего создается резерв времени?
3. По каким результатам оценивается надежность СВР?
4. Что включает в себя задание на резервирование?
5. Охарактеризуйте отказ СВР.

Практическая работа № 6

Тема: «Изучение видов резервирования»

Цели и задачи урока: изучить виды резервирования

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Резервирование - способ обеспечения надежности за счет применения дополнительных средств и (или) возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций.. Этот способ предусматривает замену отказавших частей аппаратуры резервными при условии, что резервная аппаратура входит конструктивно и функционально в состав рассматриваемой аппаратуры. Включение резерва может быть произведено в ручную или автоматически, в некоторых случаях резерв может быть функционально связан с основной аппаратурой так, что специального включения не требуется. Если же для восстановления работоспособности аппаратуры требуется удалить отказавшую часть аппаратуры, а вместо нее вставлять или вмонтировать аналогичную исправную, то речь идет не о резервировании, а о ремонте.

Программное обеспечение может быть также быть резервировано. Иногда вместо термина "резервирование" используется "введение избыточности". Под избыточностью понимают превышение веса, габаритов, производительности, стоимости и других технико-экономических характеристик. Введение избыточности не означает автоматического улучшения показателей надежности. Чтобы улучшение произошло, необходимо соответствующим образом управлять избыточными ресурсами, создать определенные условия и правила их использования, а в некоторых случаях предусмотреть специальные технические и программные средства активации этих ресурсов.

В ИС различают 5 видов резервирования: структурное, временное, функциональное, информационное и алгоритмическое.

1. Структурное резервирование- резервирование с применением резервных элементов структуры объекта. Структурное резервирование реализуется введением в систему резервных (избыточных) элементов, которые при абсолютной надежности элементов исходной системы не являются функционально необходимыми, а используются системой после отказа основных элементов. При структурном резервировании элементов (или цепей) системы показатели надежности повышаются дискретно (скачками). Характерной особенностью структурного резервирования является то, что в идеально надежной системе все резервные элементы могут быть удалены из системы без какого-либо ухудшения качества ее функционирования.

В системе со структурным резервом не любой отказ элемента приводит к отказу системы, так как работа системы поддерживается за счет перестройки (реконфигурации) структуры и подключения резервных элементов. Отказ системы наступает только тогда, когда нарушение работоспособности в одном из основных элементов не удается компенсировать своевременным подключением работоспособного резервного элемента (группы элементов).

Преимуществом структурного резервирования, объясняющим его широкое применение, является то, что введение резервной аппаратуры, увеличивая суммарную интенсивность отказов элементов (основных и резервных), существенно уменьшает интенсивность отказов системы. Как следствие, улучшаются другие показатели надежности. При наличии потока отказов элементов структурное резервирование позволяет обеспечить непрерывную работу системы в течение промежутка времени, во много раз превосходящую среднюю наработку до отказа нерезервированной системы. В системах, состоящих из нескольких одновременно работающих устройств одинаковой производительности, в которой отказ одного из устройств снижает общую производительность системы, структурное резервирование стабилизирует производительность системы.

2. Функциональное резервирование- способ повышения надежности, использующий свойство технических систем обеспечивать при отказах элементов безотказное функционирование за счет перераспределения функций и более интенсивной работы элементов, выполнявших до отказа только свои основные функции. Выполнять дополнительные функции они способны лишь временно, и это может сопровождаться некоторым ухудшением общего качества работы, но в допустимых пределах. При функционировании в системе нет лишних элементов - они все необходимы для выполнения требуемого набора функций. Характерной особенностью такого вида резервирования является как раз то, что даже их идеально надежной системы нельзя удалить ни одного элемента, не вызвав перераспределения функций элементов и увеличения их функциональной нагрузки уже на постоянной основе, возможно, с переходом на более тяжелые режимы работы.

3. Временное резервирование- способ повышения надежности, при котором системе в процессе функционирования предоставляется возможность израсходовать некоторое время, называемое резервным, для восстановления технических характеристик. Резервы времени могут быть использованы для переключения структурного резерва,

устранения отказов, технического обслуживания и пр. Резерв времени может быть обеспечен различными способами:

а) увеличением оперативного времени, т.е. времени выделяемого системе для выполнения задания (за счет уменьшения времени на обслуживание, планируемых простоев, повышения сменности работы и др.);

б) созданием запаса производительности (за счет внутренних запасов выходной продукции, в ИС - информации, например в запоминающих устройствах, пока запас не исчерпан, информация поступает на выход системы, и смежные с ней системы считают ее работоспособной);

в) приданием системе свойства функциональной инерционности. Функциональная инерционность - свойство системы, характеризующее ее способность допускать перерывы в работе без потери выходного эффекта, которые можно использовать для восстановления ее работоспособности.

Для систем с временным резервированием (СВР) нарушение работоспособности не обязательно сопровождается отказом системы даже при последовательном соединении ее элементов, так как есть возможность восстановить работоспособность за резервное время. Отказ системы с временным резервированием - событие, заключающееся в нарушении работоспособности, вызывающем недопустимые последствия или не устраненном за допустимое время. Отказы объекта могут отличаться по последствиям. Если отказ вызывает лишь задержку выполнения задания, но не приводит к повторению работ, то его называют обесценивающим или разрушающим. В противном случае его называют обесценивающим или разрушающим. В связи с наличием обесценивающих отказов всю наработку системы разделяют на полезную и обесцененную.

4. Информационное резервирование -резервирование с применением информационной избыточности, используемой для улучшения характеристик системы. Реализуется введением избыточных кодов и символов при передаче, обработке и отображении информации (например, дополнительные единицы информации, позволяющие обнаруживать и устранять ошибки в передаче информации: корректирующие коды, контрольные суммы, проверки на четность и др.). Вводится избыточность массивов данных в составе файла данных, а также избыточность файловой структуры в памяти ЭВМ. Информационная избыточность уменьшает:

- поток отказов системы, так как не все отказы элементов становятся отказами системы; если последствия отказа элемента удается устранить за счет информационной избыточности, то он не считается отказом системы (контроль ошибок в ЗУ);
- время восстановления за счет уменьшения объема работ, обесцененных отказом; при этом уменьшается время, затрачиваемое на повторение обесцененной части работ, и увеличивается полезная наработка;
- время восстановления за счет сокращения времени обнаружения и поиска неисправности.

5. Алгоритмическое резервирование -базируется на параллельной обработке информации алгоритмом минимальной сложности. Оно используется во взаимодействии с другими видами резервирования и в ряде случаев является необходимым условием их реализации (корректирующие коды).

Практическая работа № 7

Тема: «Расчет полной вероятности события»

Цели и задачи урока: аучиться производить оценку полной вероятности событий.

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Вероятность события A, которое может наступить лишь При появлении одного из несовместных событий (гипотез) B_1, B_2 … B_n образующих полную группу событий, равна сумме произведений вероятностей каждой из гипотез на соответствующую условную вероятность события А

$$P(A) = P(B_1)\cdot P_{B1}(A) + P(B_2)\cdot P_{B2}(A) + \cdots + P(B_n)\cdot P_{B}(A) \quad (*)$$

где $P(B_1) + P(B_2) + \ldots + P(B_n) = 1$

Равенство (*) называют *формулой полной вероятности.*

Примеры решения задач

В урну, содержащую 2 шара, опущен белый шар, после чего из нее наудачу извлечен один шар. Найти вероятность того, что извлеченный шар окажется белым, если равновозможны все возможные предположения о первоначальном составе шаров (по цвету).

Решение: Обозначим через A событие—извлечен белый шар. Возможны следующие предположения (гипотезы) о первоначальном составе шаров: B_1 — белых шаров нет, B_2—один белый шар, Вз - два белых шара.

Поскольку всего имеется три гипотезы, причем по условию они равновероятны, и сумма вероятностей гипотез равна единице (так как они образуют полную группу событий), то вероятность каждой из гипотез равна 1/3

$P(B_1) = P(B_2) = P(B_3) = 1/3$

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне не было белых шаров,

$$P_{B1}(A) = \frac{1}{3}$$

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне был один белый шар,

$$P_{B2}(A) = \frac{2}{3}$$

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне было два белых шара,

$$P_{B3}(A) = \frac{3}{3} = 1$$

Искомую вероятность того, что будет извлечен белый шар, находим по формуле полной вероятности

$$P(A) = P(B_1)\cdot P_{B1}(A) + P(B_2)\cdot P_{B2}(A) + P(B_3)\cdot P_{B3}(A) = \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\cdot\frac{2}{3} + \frac{1}{3}\cdot 1 = \frac{2}{3}$$

Три группы станков производят одни и те же детали, но качество деталей различно. Станки первой группы производят 94% стандартных деталей; второй группы – 90%, третьей группы – 85%. Все детали отправлены на выборочный контроль. Определить вероятность того, что произвольно взятая деталь будет соответствовать требрваниям стандарта, если число станков первой группы равно пяти, второй – трем, третьей – двум.

Решение: Событие А – проверенная деталь соответствует требованиям стандарта. Гипотезы B_1 – деталь произведена на станках первой группы, B_2 – второй группы, B_3 – третьей группы. Вероятность каждой гипотезы $P(B_1) = 0{,}5$; $P(B_2) = 0{,}3$; $P(B_3) = 0{,}2$. Условные вероятности при этих гипотезах $P_{B1}(A) = 0{,}94$, $P_{B2}(A) = 0{,}9$, $P_{B3}(A) = 0{,}85$ Вероятность события А:

$$P(A) = P(B_1)\cdot P_{B1}(A) + P(B_2)\cdot P_{B2}(A) + P(B_3)\cdot P_{B3}(A) = 0{,}5\cdot 0{,}94 + 0{,}3\cdot 0{,}9 + 0{,}2\cdot 0{,}8 = 0{,}91$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Два из трех независимо работающих элемента пускорегулирующей аппаратуры отказали. Найти вероятность того, схема работает исправно, если вероятность отказа первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,2; 0,3 и 0,4.

2. Два станка производят одинаковые детали, которые поступают в общий контейнер. Производительность первого станка вдвое больше производительности второго. Первый станок производит 65% деталей высокого качества, а второй – 80%. Найти вероятность того, что взятая из контейнера деталь высокого качества.

3. В трех ящиках находятся одинаковые изделия, в первом 10 изделий, из них 3 нестандартных; во втором – 15 изделий, из них 5 нестандартных; в третьем 20 из них 6 нестандартные. Изделия перемешены и предъявлены на контроль. Найти вероятность того, что взятая на удачу деталь оказалась стандартной.

4. Известно, что 95% выпускаемой продукции удовлетворяет требованиям стандарта. По упрощенной схеме контроля признается пригодной стандартная продукция с вероятностью 0,98 и нестандартная с вероятностью 0,06. Определить вероятность того что партия будет принята в результате контроля.

5. Вероятность того, что при работе вычислительной машины произойдет сбой в считывающем устройстве, в оперативной памяти, в других устройствах, относятся как 3:2:5, вероятности обнаружения сбоев 0,8; 0,9; 0,9 Найти вероятность того, что возникший сбой будет обнаружен.

6. Два станка выполняют одну и ту же операцию, производительность станков одинакова. Вероятность брака на первом станке равна 0,05; на втором 01. Найти вероятность того, что взятая для контроля деталь окажется бракованной

7. Из 1000 ламп 380 принадлежат к 1 партии, 270 – ко второй партии, остальные к третьей. В первой партии 4% брака, во второй - 3%, в третьей – 6%. Наудачу выбирается одна лампа. Определить вероятность того, что выбранная лампа – бракованная.

8. Сотрудники отдела маркетинга полагают, что в ближайшее время ожидается рост спроса на продукцию фирмы. Вероятность этого они оценивают в 80%. Консультационная фирма, занимающаяся прогнозом рыночной ситуации, подтвердила предположение о росте спроса. Положительные прогнозы консультационной фирмы сбываются с вероятностью 95%, а отрицательные – с вероятностью 99%. Какова вероятность того, что рост спроса действительно произойдет?

9. Из 30 стрелков 12 попадает в цель с вероятностью 0,6, 8 - с вероятностью 0,5 и 10 – с вероятностью 0,7. Наудачу выбранный стрелок произвел выстрел, поразив цель. с какой вероятностью цель будет поражена с одного выстрела, произведенным случайно выбранным стрелком.

10. Из 40 деталей 10 изготовлены в первом цехе, 25 - во втором, а остальные - в третьем. Первый и третий цехи дают продукцию отличного качества с

вероятностью 0,9, второй цех - с вероятностью 0,7. Какова вероятность того, что взятая наудачу деталь будет отличного качества?

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте как определяется полная вероятность события?
2. Что означает понятие «полная группа событий?
3. Чему равна вероятность каждой из 6 гипотез, если известно, что гипотезы равновероятны?
4. Что понимают под гипотезой?
5. Что называют условной вероятностью события?

Практическая работа № 8

Тема: «Переоценка вероятности события по формуле Бейеса»

Цели и задачи урока: научиться производить переоценку вероятности событий по формуле Бейса

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход урока:

Пусть событие *А* может наступить лишь при условии появления одного из несовместных событий (гипотез) Bi; B2,..., Bп> которые образуют полную группу событий. Если событие *А* уже произошло, то вероятности гипотез могут быть переоценены по *формуле Бейеса*

$$P_a(B_i) = \frac{P(B_i) \cdot P_B\ (A)}{P(A)} \qquad i = 1, 2, 3 \dots n)$$

Где $P(A) = P(B_1) \cdot P_{B1}(A) + P(B_2) \cdot P_{B2}(A) + \dots + P(B_n) \cdot P_B\ (A)$

Примеры решения задач

Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата вдвое больше производительности второго. Первый автомат производит в среднем 60% деталей отличного качества, а второй—84%. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что эта деталь произведена первым автоматом.

Решение: Обозначим через *А* событие — деталь отличного качества. Можно сделать два предположения (гипотезы): B_1 — деталь произведена первым автоматом, причем (поскольку первый автомат производит вдвое больше деталей, чем второй)

$$P(B_1) = \frac{2}{3}$$

B2— деталь произведена вторым автоматом, причем

$$P(B_2) = \frac{1}{3}$$

Условная вероятность того, что деталь будет отличного качества, если она произведена первым автоматом, $P_{B1}(A) = 0{,}6$

Условная вероятность того, что деталь будет отличного качества, если она произведена вторым автоматом, $P_{B2}(A) = 0{,}84$

Вероятность того, что наудачу взятая деталь окажется отличного качества, по формуле полной вероятности равна

$$P(A) = P(B_1) \cdot P_{B1}(A) + P(B_2) \cdot P_{B2}(A) = \frac{2}{3} \cdot 0{,}6 + \frac{1}{3} \cdot 0{,}84 = 0{,}68$$

Искомая вероятность того, что взятая отличная деталь произведена первым автоматом, по формуле Бейеса равна

$$P_A(B_1) = \frac{P(B_1) \cdot P_{B1}(A)}{P(A)} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 0{,}6}{0{,}68} = \frac{10}{17}$$

Имеются три партии деталей по 20 деталей в каждой. Число стандартных деталей в первой, второй и третьей партиях соответственно равно 20, 15, 10. Из наудачу выбранной партии наудачу извлечена деталь, оказавшаяся стандартной. Деталь возвращают в партию и вторично наудачу извлекают деталь, которая также оказывается стандартной. Найти вероятность того, что детали были извлечены из третьей партии.

Решение. Обозначим через A событие — в каждом из двух испытаний (с возвращением) была извлечена стандартная деталь.

Можно сделать три предположения (гипотезы): B_1— детали извлекались из первой партии; B_2 — детали извлекались из второй партии; B_3—детали извлекались из третьей партии.

Так как детали извлекались из наудачу взятой партии, то вероятности гипотез одинаковы:

$$P(B_1) = P(B_2) = P(B_3) = \frac{1}{3}$$

Найдем условную вероятность $P_{B1}(A)$, т. е. вероятность того, что из первой партии будут последовательно извлечены две стандартные детали. Это событие достоверно, так как в первой партии все детали стандартны, поэтому $P_{B1}(A) = 1$

Найдем условную вероятность $P_{B2}(A)$, т. е. вероятность того, что из второй партии будут последовательно извлечены (с возвращением) две стандартные детали: $P_{B2}(A) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{1}$

Найдем условную вероятность $P_{B3}(A)$, т. е. вероятность того, что из третьей партии будут последовательно извлечены (с возвращением) две стандартные детали: $P_{B3}(A) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Искомая вероятность того, что обе извлеченные стандартные детали взяты из третьей партии, по формуле Бейеса равна

$$P(A) = P(B_1) \cdot P_{B1}(A) + P(B_2) \cdot P_{B2}(A) + P(B_3) \cdot P_{B3}(A) = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{9}{16} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = 0{,}662$$

$$P_A(B_3) = \frac{P(B_3) \cdot P_{B3}(A)}{P(A)} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}}{0{,}662} = \frac{4}{29}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Два из трех независимо работающих элемента пускорегулирующей аппаратуры отказали. Найти вероятность того, откажут первый и второй элементы, если вероятность отказа первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,2; 0,3 и 0,4.

2. Два станка производят одинаковые детали, которые поступают в общий контейнер. Производительность первого станка вдвое больше производительности второго. Первый станок производит 65% деталей высокого качества, а второй – 80%. Найти вероятность того, что взятая из контейнера деталь высокого качества выпущена на втором заводе

3. В трех ящиках находятся одинаковые изделия, в первом 10 изделий, из них 3 нестандартных; во втором – 15 изделий, из них 5 нестандартных; в третьем 20 из них 6 нестандартные. Изделия перемешены и предъявлены на контроль. Найти вероятность того, что взятая на удачу деталь оказалась стандартной и она изначально находилась в третьем ящике

4. На склад поступило 2 партии изделий: первая – 4000 штук, вторая – 6000 штук. Средний процент нестандартных изделий в первой партии составляет 20%, а во второй – 10%. Наудачу взятое со склада изделие оказалось стандартным. Найти вероятность того, что оно: а) из первой партии, б) из второй партии

5. Вероятность того, что при работе вычислительной машины произойдет сбой в считывающем устройстве, в оперативной памяти, в других устройствах, относятся как 3:2:5, вероятности обнаружения сбоев 0,8; 0,9; 0,9 Найти вероятность того, что возникший сбой будет обнаружен в оперативной памяти

6. Два станка выполняют одну и ту же операцию, производительность станков одинакова. Вероятность брака на первом станке равна 0,05; на втором 0,1. Найти вероятность того, что взятая для контроля деталь окажется годной и будет произведена на первом станке

7. Из 1000 ламп 380 принадлежат к 1 партии, 270 – ко второй партии, остальные к третьей. В первой партии 4% брака, во второй - 3%, в третьей – 6%. Наудачу выбирается одна лампа. Определить вероятность того, что выбранная лампа – бракованная и принадлежит третьей партии.

8. Двигатель работает в трёх режимах: нормальном, форсированном и на холостом ходу. В режиме холостого хода вероятность его выхода из строя равна 0,05, при нормальном режиме работы – 0,1, а при форсированном – 0,7. 70% времени двигатель работает в нормальном режиме, а 20% – в форсированном. Какова вероятность выхода из строя двигателя во время работы?

9. Из 30 стрелков 12 попадает в цель с вероятностью 0,6, 8 - с вероятностью 0,5 и 10 – с вероятностью 0,7. Наудачу выбранный стрелок произвел выстрел, поразив цель. с какой вероятностью цель будет поражена с одного выстрела стрелками из разных групп

10. Из 40 деталей 10 изготовлены в первом цехе, 25 - во втором, а остальные - в третьем. Первый и третий цехи дают продукцию отличного качества с вероятностью 0,9, второй цех - с вероятностью 0,7. Какова вероятность того, что взятая наудачу деталь будет отличного качества будет произведена в третьем цехе.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте теорему гипотез? Для чего используется формула Бейеса?
2. Чему равна вероятность каждой из 7 гипотез, если известно, что гипотезы равновероятны?
3. Что понимают под гипотезой?
4. Что называют условной вероятностью события?

Практическое занятие № 9

Тема: «Расчет показателей надежности мехатронных узлов при нормальном законе распределения вероятности безотказной работы»

Цель работы: научиться определять показатели надежности, которые подчиняются нормальному закону распределения

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Одним из наиболее часто встречающихся распределений является нормальное распределение. Оно играет большую роль в теории вероятностей и занимает среди других распределений особое положение. Нормальный закон распределения является предельным законом, к которому приближаются другие законы распределения при часто встречающихся аналогичных условиях.

Если предоставляется возможность рассматривать некоторую случайную величину как сумму достаточно большого числа других случайных величин, то данная случайная величина обычно подчиняется нормальному закону распределения. Суммируемые случайные величины могут подчиняться каким угодно распределениям, но при этом должно выполняться условие их независимости (или слабой зависимости). При соблюдении некоторых не очень жестких условий указанная сумма случайных величин подчиняется приближенно нормальному закону распределения и тем точнее, чем большее количество величин суммируется.

Ни одна из суммируемых случайных величин не должна резко отличаться от других, т. е. каждая из них должна играть в общей сумме примерно одинаковую роль и не иметь исключительно большую по сравнению с другими величинами дисперсию.

Для примера рассмотрим изготовление некоторой детали на станке-автомате. Размеры изготовленных деталей несколько отличаются от требуемых. Это отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами, которые более или менее независимы друг от друга. К ним могут относиться: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; упругие деформаций узлов станка; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т. д. Каждая из перечисленных и подобных им причин влияет на отклонение размера изготовляемой детали от стандарта. Таким образом, общее отклонение размера, фиксируемое измерительным прибором, является суммой большего числа отклонений, обусловленных различными причинами. Если ни одна из этих причин не является доминирующей, то суммарное отклонение является случайной величиной, имеющей нормальный закон распределения.

Так как нормальному закону подчиняются только непрерывные случайные величины, то это распределение можно задать в виде плотности распределения вероятности.

Определение: Непрерывная случайная величина X имеет нормальное распределение (распределена по нормальному закону), если плотность распределения вероятности f(x) имеет вид

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}.$$

где a и σ—некоторые постоянные, называемые параметрами нормального распределения.

Функция распределения F(x) в рассматриваемом случае принимает вид

$$F(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x}e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}}dt.$$

Параметр a- есть математическое ожидание НСВХ, имеющей нормальное распределение, σ - среднее квадратическое отклонение, тогда дисперсия равна

$$D(X)=\sigma^2.$$

Выясним геометрический смысл параметров распределения a и σ . Для этого исследуем поведение функции f(x). График функции f(x) называется нормальной кривой.

Рассмотрим свойства функции f(x):

1°. Областью определения функции f(x) является вся числовая ось.

2°. Функция f{x) может принимать только положительные значения, т. е. f(x}>0.

3°. Предел функции f(x) при неограниченном возрастании |x| равен нулю, т. е. ось OX является горизонтальной асимптотой графика функции.

4°. Функция f{x) имеет в точке x = a максимум, равный

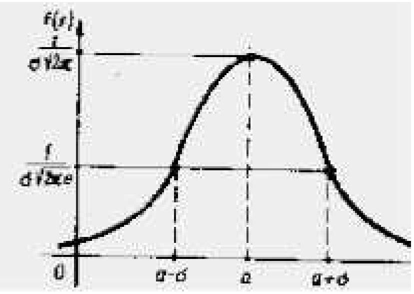
$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}.$$

5°. График функции f(x) симметричен относительно прямой x = a.

6°. Нормальная кривая в точках x = a +σ имеет перегиб,

$$f(a \pm \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi e}}.$$

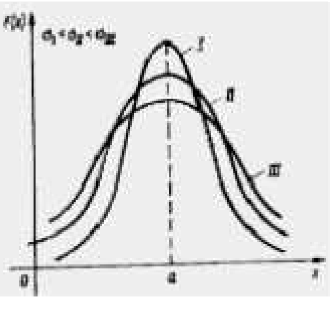
На основании доказанных свойств построим график плотности нормального распределения f(x).



Как видно из рисунка, нормальная кривая имеет колоколообразную форму. Эта форма является отличительной чертой нормального распределения. Иногда нормальную кривую называют кривой Гаусса.

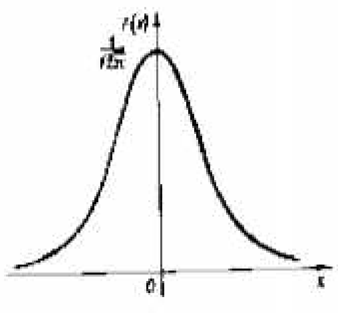
При изменении параметра a форма нормальной кривой не изменяется. В этом случае, если математическое ожидание (параметр a) уменьшилось или увеличилось, график нормальной кривой сдвигается влево или вправо .

При изменении параметра sизменяется форма нормальной кривой. Если этот параметр увеличивается, то максимальное значение функции f(x) убывает, и наоборот. Так как площадь, ограниченная кривой распределения и осью Ox, должна быть постоянной и равной 1, то с увеличением параметра кривая приближается к оси Ox и растягивается вдоль нее, а с уменьшением s кривая стягивается к прямой x=a .



Использование формул f(x) и F(x) для практических расчетов затруднительно. Но решение задач по этим формулам можно упростить, если от нормального распределения с произвольными параметрами a и s перейти к нормальному распределению с параметрамиa=0, σ = 1.

Функция плотности нормального распределения f(x) с параметрами a=0, σ =1называется плотностью стандартной нормальной случайной величины и ее график имеет вид:



Функция плотности и интегральная функция стандартной нормальной СВ будут иметь вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}, F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Для вычисления вероятности попадания СВ в интервал (a, b) воспользуемся функцией Лапласа: $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

Перейдем к стандартной нормальной случайной величине

$$u = \frac{X - a}{\sigma}.$$

Тогда

$$P(\alpha < X < \beta) = P(\frac{\alpha - a}{\sigma} < \frac{X - a}{\sigma} < \frac{\beta - a}{\sigma}) = P(u_1, u_2) = \Phi(u_2) - \Phi(u_1)$$

Значения функции Φ(u) необходимо взять из таблицы приложений "Таблица значений функции Φ(x)" .

Примеры решения задач

По результатам наблюдений за работой средняя наработка на отказ равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа для значения наработок 1000, 2500 и 3000 часов, закон распределения отказов – нормальный.

Решение: Определяем значение квантили нормированного нормального распределения Up по формуле (2.14) и соответствующей ей функции Лапласа.

Для наработки 1000 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{1000 - 2000}{400} = -0{,}25; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(-0{,}25) = 0{,}4013.$$

Для наработки 2500 часов

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{2500 - 2000}{400} = 1{,}25; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(1{,}25) = 0{,}8944.$$

Для наработки 3000 часов

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{3000 - 2000}{400} = 2{,}5; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(2{,}5) = 0{,}9938.$$

Вероятность безотказной работы для показателей подчиняемых закону нормального распределения определяем по формуле (2.12):

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}4013 = 0{,}5987$ – при наработке 1000 часов;

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}8944 = 0{,}1056$; – при наработке 2500 часов;

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}9938 = 0{,}0062$. – при наработке 3000 часов.

Вероятность отказа определяем по формуле (2.15):

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}4013$ – при наработке 1000 часов;

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}8944$; – при наработке 2500 часов;

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}9938$. – при наработке 3000 часов.

Ответ: при наработке 1000 часов: $P(t) = 0{,}5987$; $Q(t) = 0{,}4013$; при наработке 2500 часов: $P(t) = 0{,}1056$; $Q(t) = 0{,}8944$; при наработке 3000 часов $P(t) = 0{,}0062$; $Q(t) = 0{,}9938$.

На испытания установлено 100 изделий. Средняя наработка на отказ составила 600 часов, коэффициент вариации ресурса 0,1. Определить количество отказавших изделий при наработке 720 часов.

Решение. Так как коэффициент вариации равен 0,1 – закон распределения наработки нормальный.

Находим среднее квадратичное отклонение, выразив его из формулы (2.6),

$$\neg_x = \frac{\pm_x}{M_x},$$

$$\pm_x = \neg_x \cdot M_x = 0{,}1 \cdot 600 = 60$$

Для наработки 720 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно равны

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{720 - 600}{60} = 2{,}0; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(2{,}0) = 0{,}9772.$$

Вероятность отказа при наработке 720 часов определяем по формуле (2.15):

$$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}9772.$$

Количество отказов при наработке 720 часов равно

$n(t) = Q(t) \cdot N = 0{,}9772 \cdot 600 = 586{,}32 \approx 587$ изд.

Ответ: 587 изделий.

Задачи для самостоятельного решения

1. По результатам наблюдений за работой объекта средняя наработка до отказа равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить значения наработок до отказа, которые соответствуют вероятности отказа 0,9; 0,5; 0,005. Закон распределения отказов – нормальный.
2. Предельно допустимое значение ресурса составляет 7000 часов, среднее квадратическое отклонение 1000 часов. Определить средний ресурс, вероятность отказа и вероятность безотказной работы при 5000 часах.
3. В результате изучения процесса изнашивания клыка роторного экскаватора установлено, что средняя величина износа соответствует 5 мм, дисперсия 0,01 мм^2. Какова вероятность того, что найденное значение износа превышает среднее, не более чем на 5 %.
4. Средняя наработка на отказ соответствует 1500 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.
5. Среднее квадратическое отклонение ресурса равно 400 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.
6. На испытания установлено 200 задвижек. Через 1000 часов работы отказало 50 задвижек, через 2000 часов еще 20 задвижек. Определить количество отказавших задвижек в промежутке времени от 1500 часов до 3000 часов работы, если среднее квадратическое отклонение ресурса 500 часов.
7. На испытания установлено 100 долот. Через 150 часов работы отказало 50 долот, через 50 часов еще 2 долота. Определить количество отказавших долот в промежутке времени от 200 часов до 250 часов работы, если коэффициент вариации ресурса 0,1.
8. Минимальная наработка на отказ составляет 3000 часов, средняя наработка 1200 часов. Определить количество отказавших изделий при наработке 9000 часов и характеристики надежности.

9. Определить вероятность отказа изделия при наработке 1500 часов, если коэффициент вариации равен 0,2, нижнее предельно-допустимое значение наработки составляет 2000 часов.

10. Предельно допустимое значение наработки на отказ составляет 1600 часов, максимальное значение 2000 часов. Определить вероятность отказа при наработке 1200 часов и характеристики данного распределения.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой закон распределения случайной величины?
2. Для расчета каких показателей и технических систем применяется нормальный закон распределения?
3. Расчет показателей надежности, подчиняющихся нормальному закону распределения.
4. Для расчета каких показателей и технических систем применяется логарифмически нормальное распределение?
5. Расчет показателей надежности, подчиняющихся логарифмически нормальному распределению.

Практическое занятие № 10

Тема: «Расчет показателей надежности мехатронных узлов при нормальном законе распределения вероятности безотказной работы»

Цель работы: научиться определять показатели надежности, которые подчиняются нормальному закону распределения

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Одним из наиболее часто встречающихся распределений является нормальное распределение. Оно играет большую роль в теории вероятностей и занимает среди других распределений особое положение. Нормальный закон распределения является предельным законом, к которому приближаются другие законы распределения при часто встречающихся аналогичных условиях.

Если предоставляется возможность рассматривать некоторую случайную величину как сумму достаточно большого числа других случайных величин, то данная случайная величина обычно подчиняется нормальному закону распределения. Суммируемые случайные величины могут подчиняться каким угодно распределениям, но при этом должно выполняться условие их независимости (или слабой зависимости). При соблюдении некоторых не очень жестких условий указанная сумма случайных величин подчиняется приближенно нормальному закону распределения и тем точнее, чем большее количество величин суммируется.

Ни одна из суммируемых случайных величин не должна резко отличаться от других, т. е. каждая из них должна играть в общей сумме примерно одинаковую роль и не иметь исключительно большую по сравнению с другими величинами дисперсию.

Для примера рассмотрим изготовление некоторой детали на станке-автомате. Размеры изготовленных деталей несколько отличаются от требуемых. Это отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами, которые более или менее независимы друг от друга. К ним могут относиться: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; упругие деформаций узлов станка; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т. д. Каждая из перечисленных и подобных им причин влияет на отклонение размера изготовляемой детали от стандарта. Таким образом, общее отклонение размера, фиксируемое измерительным прибором, является суммой большего числа отклонений, обусловленных различными причинами. Если ни одна из этих причин не является доминирующей, то суммарное отклонение является случайной величиной, имеющей нормальный закон распределения.

Так как нормальному закону подчиняются только непрерывные случайные величины, то это распределение можно задать в виде плотности распределения вероятности.

Определение: Непрерывная случайная величина X имеет нормальное распределение (распределена по нормальному закону), если плотность распределения вероятности f(x) имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}.$$

где a и σ—некоторые постоянные, называемые параметрами нормального распределения.

Функция распределения F(x) в рассматриваемом случае принимает вид

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt.$$

Параметр a- есть математическое ожидание НСВХ, имеющей нормальное распределение, σ - среднее квадратическое отклонение, тогда дисперсия равна

$$D(X) = \sigma^2.$$

Выясним геометрический смысл параметров распределения a и σ . Для этого исследуем поведение функции f(x). График функции f(x) называется нормальной кривой.

Рассмотрим свойства функции f(x):

1°. Областью определения функции f(x) является вся числовая ось.

2°. Функция f{x) может принимать только положительные значения, т. е. f(x}>0.

3°. Предел функции f(x) при неограниченном возрастании |x| равен нулю, т. е. ось OX является горизонтальной асимптотой графика функции.

4°. Функция f{x) имеет в точке x = a максимум, равный

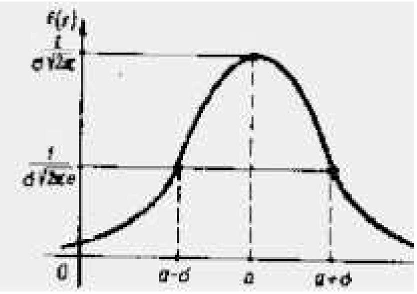
$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}.$$

5°. График функции f(x) симметричен относительно прямой x = a.

6°. Нормальная кривая в точках x = a +σ имеет перегиб,

$$f(a \pm \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi e}}.$$

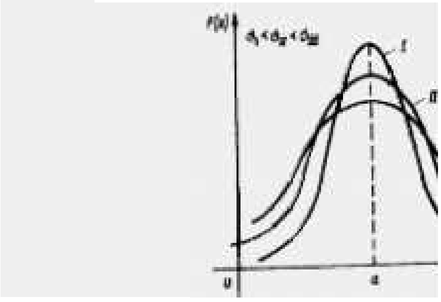
На основании доказанных свойств построим график плотности нормального распределения f(x).



Как видно из рисунка, нормальная кривая имеет колоколообразную форму. Эта форма является отличительной чертой нормального распределения. Иногда нормальную кривую называют кривой Гаусса.

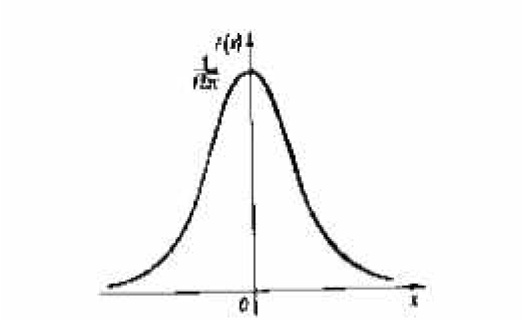
При изменении параметра а форма нормальной кривой не изменяется. В этом случае, если математическое ожидание (параметр а) уменьшилось или увеличилось, график нормальной кривой сдвигается влево или вправо .

При изменении параметра sизменяется форма нормальной кривой. Если этот параметр увеличивается, то максимальное значение функции f(x) убывает, и наоборот. Так как площадь, ограниченная кривой распределения и осью Ох, должна быть постоянной и равной 1, то с увеличением параметра кривая приближается к оси Ох и растягивается вдоль нее, а с уменьшением s кривая стягивается к прямой х=а .



Использование формул f(x) и F(x) для практических расчетов затруднительно. Но решение задач по этим формулам можно упростить, если от нормального распределения с произвольными параметрами а и s перейти к нормальному распределению с параметрамиа=0, σ = 1.

Функция плотности нормального распределения f(x) с параметрами а=0, σ =1называется плотностью стандартной нормальной случайной величины и ее график имеет вид:



Функция плотности и интегральная функция стандартной нормальной СВ будут иметь вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}},\ F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Для вычисления вероятности попадания СВ в интервал (a, b) воспользуемся функцией Лапласа:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Перейдем к стандартной нормальной случайной величине

$$u = \frac{X - a}{\sigma}.$$

Тогда

$$P(\alpha < X < \beta) = P\left(\frac{\alpha - a}{\sigma} < \frac{X - a}{\sigma} < \frac{\beta - a}{\sigma}\right) = P(u_1, u_2) = \Phi(u_2) - \Phi(u_1)$$

Значения функции Φ(u) необходимо взять из таблицы приложений "Таблица значений функции Φ(x)" .

Примеры решения задач

По результатам наблюдений за работой средняя наработка на отказ равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа для значения наработок 1000, 2500 и 3000 часов, закон распределения отказов – нормальный.

Решение: Определяем значение квантили нормированного нормального распределения Up по формуле (2.14) и соответствующей ей функции Лапласа.

Для наработки 1000 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{1000 - 2000}{400} = -0{,}25; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(-0{,}25) = 0{,}4013.$$

Для наработки 2500 часов

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{2500 - 2000}{400} = 1{,}25; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(1{,}25) = 0{,}8944.$$

Для наработки 3000 часов

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{3000 - 2000}{400} = 2{,}5; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(2{,}5) = 0{,}9938.$$

Вероятность безотказной работы для показателей подчиняемых закону нормального распределения определяем по формуле (2.12):

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}4013 = 0{,}5987$ – при наработке 1000 часов;

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}8944 = 0{,}1056$; – при наработке 2500 часов;

$P(t) = 1 - \Phi(U_p) = 1 - 0{,}9938 = 0{,}0062$. – при наработке 3000 часов.

Вероятность отказа определяем по формуле (2.15):

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}4013$ – при наработке 1000 часов;

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}8944$; – при наработке 2500 часов;

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0{,}9938$. – при наработке 3000 часов.

Ответ: при наработке 1000 часов: $P(t) = 0{,}5987$; $Q(t) = 0{,}4013$; при наработке 2500 часов: $P(t) = 0{,}1056$; $Q(t) = 0{,}8944$; при наработке 3000 часов $P(t) = 0{,}0062$; $Q(t) = 0{,}9938$.

На испытания установлено 100 изделий. Средняя наработка на отказ составила 600 часов, коэффициент вариации ресурса 0,1. Определить количество отказавших изделий при наработке 720 часов.

Решение. Так как коэффициент вариации равен 0,1 – закон распределения наработки нормальный.

Находим среднее квадратичное отклонение, выразив его из формулы (2.6),

$$\neg_x = \frac{\pm_x}{M_x},$$

$$\pm_x = \neg_x \cdot M_x = 0{,}1 \cdot 600 = 60$$

Для наработки 720 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно равны

$$U_p = \frac{t - M_t}{\pm_t} = \frac{720 - 600}{60} = 2,0 \quad ; \qquad \Phi(U_p) = \Phi(2,0) = 0,9772 \; .$$

Вероятность отказа при наработке 720 часов определяем по формуле (2.15):

$Q(t) = \Phi(U_p) = 0,9772$.

Количество отказов при наработке 720 часов равно

$n(t) = Q(t) \cdot N = 0,9772 \cdot 600 = 586,32 \approx 587$ изд.

Ответ: 587 изделий.

Задачи для самостоятельного решения

11. По результатам наблюдений за работой объекта средняя наработка до отказа равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить значения наработок до отказа, которые соответствуют вероятности отказа 0,9; 0,5; 0,005. Закон распределения отказов – нормальный.

12. Предельно допустимое значение ресурса составляет 7000 часов, среднее квадратическое отклонение 1000 часов. Определить средний ресурс, вероятность отказа и вероятность безотказной работы при 5000 часах.

13. В результате изучения процесса изнашивания клыка роторного экскаватора установлено, что средняя величина износа соответствует 5 мм, дисперсия 0,01 мм^2. Какова вероятность того, что найденное значение износа превышает среднее, не более чем на 5 %.

14. Средняя наработка на отказ соответствует 1500 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.

15. Среднее квадратическое отклонение ресурса равно 400 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.

16. На испытания установлено 200 задвижек. Через 1000 часов работы отказало 50 задвижек, через 2000 часов еще 20 задвижек. Определить количество отказавших задвижек в промежутке времени от 1500 часов до 3000 часов работы, если среднее квадратическое отклонение ресурса 500 часов.

17. На испытания установлено 100 долот. Через 150 часов работы отказало 50 долот, через 50 часов еще 2 долота. Определить количество отказавших долот в промежутке времени от 200 часов до 250 часов работы, если коэффициент вариации ресурса 0,1.

18. Минимальная наработка на отказ составляет 3000 часов, средняя наработка 1200 часов. Определить количество отказавших изделий при наработке 9000 часов и характеристики надежности.

19. Определить вероятность отказа изделия при наработке 1500 часов, если коэффициент вариации равен 0,2, нижнее предельно-допустимое значение наработки составляет 2000 часов.

20. Предельно допустимое значение наработки на отказ составляет 1600 часов, максимальное значение 2000 часов. Определить вероятность отказа при наработке 1200 часов и характеристики данного распределения.

Контрольные вопросы:

6. Что представляет собой закон распределения случайной величины?
7. Для расчета каких показателей и технических систем применяется нормальный закон распределения?
8. Расчет показателей надежности, подчиняющихся нормальному закону распределения.

9. Для расчета каких показателей и технических систем применяется логарифмически нормальное распределение?
10. Расчет показателей надежности, подчиняющихся логарифмически нормальному распределению.

МДК 05.02 «Технология контроля соответствия и надежности устройства и функциональных блоков меха тронных и автоматических систем управления»

Практическая работа №1

Тема: «Классификация видов контроля над техническим состоянием изделий в процессе их эксплуатации»

Цель работы: изучить классификацию видов контроля над техническим состоянием изделий в процессе их эксплуатации.

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Стандартом на термины и определения в области испытаний и контроля качества продукции понятие контроль формулируется как проверка соответствия качества продукции (изделия) установленным требованиям. Технический контроль проводится с целью: получения первичной информации о фактическом состоянии объекта и показателях его качества; сопоставления первичной информации с заранее установленными в технической документации требованиями, критериями, нормами. Полученная таким образом информация об отклонении фактических показателей качества от заданных, называется вторичной. Вторичная информация используется для выработки управляющего решения и направлена на объект контроля. При этом решается главная задача управления качеством - совершенствование конструкции изделия и сведение к минимуму выявленных отклонений в технологическом процессе. Методы контроля - это совокупность правил применения определенных принципов для осуществления контроля: технология проведения, количество контролируемых параметров, требуемая точность измерений. Средства контроля - это изделия (контрольные и исполнительные стенды, измерительная и регистрирующая аппаратура и т. п.) и материалы, применяемые при контроле. Классификационная группировка контроля по определенному признаку называется видом контроля. Классификация основных видов контроля качества продукции представлена в таблице 1 и схеме, показанной на рис. 1.

Таблица 1-Виды контроля РЭСИ

Признак классификации	Вид контроля
Стадия технического контроля	Контроль опытного образца, производственный контроль, контроль при эксплуатации
Стадия производственного процесса	Входной, операционный, контроль качества готовой продукции, транспортирования, хранения
Вид воздействия	Разрушающий, неразрушающий
Объем контролируемой продукции	Сплошной, выборочный
Цель контроля	Приемочный. Управление качеством продукции
Характер контроля	Инспекционный, летучий
Принимаемое решение	Активный, пассивный
Применение средств	Органолептический, визуальный,

контроля	инструментальный
Характер поступления продукции на контроль	Партиями, непрерывный
Контролируемый параметр	По количественному признаку, по качественному признаку, по альтернативному признаку
Степень участия оператора в контроле	Ручной, автоматизированный

В зависимости от технической сложности контролируемых изделий различают сплошной контроль, при котором контролируется каждая единица продукции (например, проверка качества функционирования бортовой радиолокационной станции самолета, компьютерной техники, систем управления и т. п.), и выборочный, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки одной или нескольких выборок из большой партии продукции (микросхем, резисторов, трансформаторов, плат, приборных корпусов, штампованных или пластмассовых литых деталей и т. д.). В зависимости от возможностей дальнейшего использования проконтролированной продукции методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие. Разрушающий контроль применяется для оценки показателей качества материалов, деталей, сборочных единиц и изделий в целом. После проведения разрушающего контроля продукция считается непригодной для дальнейшего использования по назначению. Неразрушающий контроль осуществляется такими методами, которые не оказывают влияния на работоспособность изделия (например, электрических параметров, цветовых, звуковых параметров и качества изображения телевизоров, проверка качества компьютерной техники и т. п.). Поэтому после проведения неразрушающего контроля изделие считается, в случае положительных результатов, годным к эксплуатации.

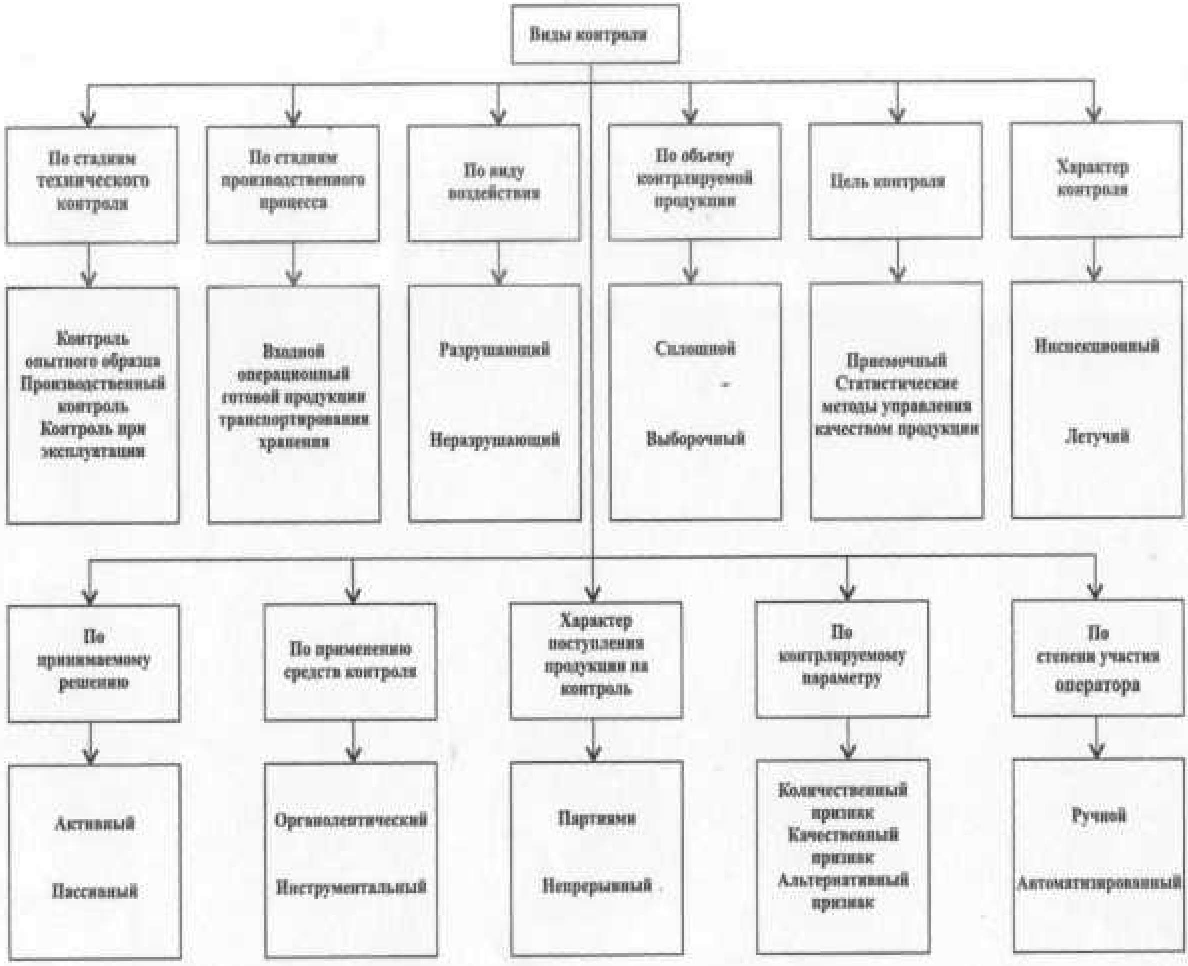


Рис. 9.1. Классификация основных видов контроля РЭС

Рис. 1 - По цели контроля различают приемочный контроль продукции (не обязательно готовой), по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам или к использованию, и контроль технологических процессов на соответствие качества выпускаемой продукции заданным техническим требованиям.

Последний вид контроля включает в себя задачи статистического контроля технологических процессов. В зависимости от стадии производственного процесса выделяют: входной контроль качества - контроль сырья, полуфабрикатов, покупных изделий, в том числе и комплектующих, деталей, сборочных единиц и изделий, получаемых предприятием по кооперации; операционный контроль - операционный контроль деталей, сборочных единиц в ходе технологического процесса (во время выполнения или после завершения определенной операции.

Операционный контроль направлен на своевременное выявление дефектных деталей и сборочных единиц, с тем, чтобы они не попадали на последующие технологические операции технологического процесса. Этот вид контроля не только для выявления таких дефектных деталей, но и для определения характера и причин отклонения от требований конструкторской и технологической документации при изготовлении изделий, а также для разработки мероприятий по обеспечению качества технологического процесса и качества выпускаемых изделий. К сфере деятельности инженера-технолога относится главным образом, операционный контроль, осуществляемый с помощью выборок методом математической статистики. Метод выборок позволяет также своевременно определить систематические погрешности технологического процесса и сводить их к минимуму. - контроль качества готовой продукции (приемочный контроль) имеет целью проверку качества выпускаемой продукции, ее составляющих, требованиям нормативно-технической документации и принятие решения о ее пригодности к поставкам и применению в эксплуатации. В процессе приемочного контроля, проводимого работниками ОТК, проверяют: качество сборки, наладки, регулировки готовых изделий, их комплектность, наличие сопроводительной, технической и эксплуатационной документации, маркировку и упаковку. По характеру организации контроль подразделяется на инспекционный и летучий. Инспекционный контроль выполняется специально уполномоченными сотрудниками ОТК в целях проверки эффективности ранее выполненного контроля. Его проводят в случаях необходимости проверки качества работы ОТК. Инспекционный контроль может осуществляться представителями заказчика при приемке особо важных видов продукции. Летучий контроль проводится с произвольной периодичностью и также носит инспекционный характер. Летучим контролем охватываются все стороны деятельности предприятия по выпуску контролируемой продукции, не предусмотренные «Перечнем обязательных контрольных операций». По принимаемым решениям различают активный и пассивный контроль. Под активным контролем подразумеваются конкретные меры по улучшению качества продукции или технологического процесса. Пассивный контроль связан только с фиксацией брака. По средствам контроля и методам получения статистических данных различают: визуальный, органолептический и инструментальный контроль. Органолептический метод, как было показано выше, основан на получении информации об объекте контроля посредством рецепторов человека-оператора. Визуальный контроль, в силу своего широкого распространения, выделен из органолептического в самостоятельный вид контроля. Наиболее совершенным из средств измерения является инструментальный контроль, осуществляемый с помощью разнообразных технических средств измерений. По характеру поступления продукции на контроль он может быть непрерывным (контроль изделий на конвейере, в поточном производстве), или осуществляться по партиям (выборкам). В зависимости от контролируемого параметра контроль подразделяется по количественному, качественному и альтернативному признакам. Контроль по количественным признакам - это технологические операции измерения значений физических величин (параметров) с применением технических средств измерений. В условиях производства из контроля по качественным признакам выделен самый простой метод - «годен - брак» и называется альтернативным. По степени участия оператора в процессе контроля выделяют ручной контроль и автоматизированный. Ручной контроль подразумевает индивидуальный контроль с применением индивидуальных средств контроля параметров РЭСИ оператором-контролером. При автоматизированном контроле применяются автоматизированные системы контроля, которые обеспечивают проведение контроля оператором-контролером с использованием автоматизированных средств контроля или автоматических систем контроля, которые обеспечивают проведение контроля с использованием автоматических измерительных средств без участия оператора-контролера. В зависимости от того, на каких стадиях разработки и производства проводится контроль, он подразделяется на контроль разработки изделия, производственный контроль и эксплуатационный контроль. Контроль разработки изделия предполагает контроль соответствия разработанной конструкторско-технологической документации техническим заданиям и требованиям ЕСKD и ЕСТD, а также контроль качества опытного образца. Производственный контроль предусматривает, прежде всего, контроль качества технологических процессов (их параметров), контроль технологического инструмента, материалов, контроль организации производства, а также затрагивает контроль комплектности, упаковки и маркировки изделия. Эксплуатационный контроль предполагает проверку соблюдения организационных и технологических требований, эксплуатационной и ремонтной документации. Объектами эксплуатационного контроля являются эксплуатируемые изделия РЭСИ и технологические процессы их эксплуатации.

Практическая работа №2

Тема: «Методика проведения контроля»

Цель работы: изучить методику проведения контроля

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

В зависимости от способа получения исходных данных методы контроля показателей надежности подразделяют на расчетные, экспериментальные и расчетно-экспериментальные:

1) Расчетные методы основаны на вычислении показателей надежности изделия по справочным данным о надежности его составных частей с учетом функциональной структуры изделия и видов разрушения, по данным о надежности изделий-аналогов, по результатам экспертной оценки надежности и другой информации, имеющейся к моменту расчета надежности.

2) Экспериментальные методы основаны на использовании статистических данных, получаемых при испытаниях изделий на надежность, или данных опытной или подконтрольной эксплуатации.

План контроля показателей надежности должен содержать число испытуемых образцов, стратегию проведения испытаний с восстановлением и (или) заменой отказавших изделий, без восстановления и (или) замены отказавших изделий, правила прекращения испытания, число независимых наблюдений и отрицательных исходов этих наблюдений, позволяющих принять решение о соответствии или несоответствии изделий заданным требованиям к уровню надежности, а также правила принятия решения.

При испытаниях на надежность наблюдением может быть время безотказной работы изделия, продолжительность его восстановления и т.п., отрицательным исходом – наступление отказа (предельного состояния) и т.п.

3) Рассчетно-экспериментальные методы основаны на вычислении показателей надежности по исходным данным, определяемым экспериментальными методами. Исходными данными служат:

– Информация о надежности изделия, полученная в ходе предществующих испытаний, эксплуатации;

– Экспериментальные значения единичных показателей надежности, определяющих контролируемый комплексный показатель надежности.

– Экспериментальные данные об изменении параметров, характеризующих работоспособное состояние изделия;

Контроль показателей надежности проводят методами и по планам установленным в ГОСТ 27.410 с учетом требований РД 50-707-91 и испытания на надежность включают:

– испытания на безотказность

– испытания на долговечность

– испытания на сохраняемость

– испытания на ремонтопригодность

Допускается для контроля показателей надежности применение методов ускоренных испытаний.

Испытания на надежность медицинских инструментов и другого крупносерийного и массового производства имеющих ряд типовых размеров допускается по согласованию с заказчиком проводить на базовых образцах или моделях изделий. Испытания на надежность проводят в условиях максимального приближения к условиям эксплуатации изделия.

Во время испытаний на безотказность должно быть обеспечено функционирование и техническое обслуживание изделий в соответствии с эксплуатационной документацией.

В качестве дополнительных данных используют разнородную информацию о надежности изделия, накапливаемую в процессе разработки, производства, испытаний и эксплуатации изделия. Основная методика проведения контроля изложена в межгосударственном стандарте ГОСТ 27.410-87. Надежность в технике методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность.

Источники экспериментальной информации о надежности на различных стадиях жизненного цикла изделия

Стадия жизненного цикла изделия	Источник основной информации	Источник дополнительной информации
Исследование и обоснование разработки, разработка	Предварительные испытания	Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа. Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов
	Приемочные испытания	Исследовательские испытания изделия. Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа. Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов. Испытания изделия в процессе отработки (доводочные испытания)
Производство	Квалификационные, периодические, типовые и самостоятельные испытания	Предыдущие приемосдаточные и приемочные испытания изделия. Типовые испытания изделия или его модернизированных составных частей. Эксплуатация изделия. Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа
Эксплуатация	Эксплуатационные испытания	Испытания и (или) эксплуатация изделия-прототипа. Испытания и (или) эксплуатация изделий-аналогов

Практическая работа №3

Тема: «Изучение факторов, влияющих на надежность изделия»

Цель работы: изучить факторы, влияющие на надежность изделия

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Факторы, влияющие на надежность, можно подразделить на две большие группы: субъективные и объективные. Субъективные факторы определяются деятельностью обслуживающего персонала. Объективные факторы определяются временем и условиями эксплуатации и включают: время эксплуатации, климатические, механические и биологические условия работы изделия.

Время эксплуатации является одним из основных факторов, который необходимо учитывать на всех этапах эксплуатации технического устройства. В начальный период эксплуатации выявляются технологические и конструкционные недостатки, что приводит к возрастанию интенсивности отказов. Длительность этого периода для различного оборудования может колебаться от нескольких десятков до сотен часов. Для уменьшения числа отказов в начальный период эксплуатации проводят предварительную тренировку объектов в течение определенного времени, чтобы до ввода в эксплуатацию они прошли приработку и ненадежные узлы были своевременно заменены. После достаточно длительной эксплуатации (несколько тысяч часов работы) на состоянии изделий начинает сказываться старение (износ), причиной которого являются физико-химические процессы, происходящие в элементах оборудования в течение всего времени эксплуатации. Оборудование начинает чаще отказывать. Например, у переменных резисторов и щеток электрических машин со временем изменяется сопротивление проводящего слоя; электропроводка приходит в негодность из-за высыхания и растрескивания изоляции проводов. Механические и электромеханические элементы и узлы больше подвержены износу, чем старению (редукторы, реле, подшипники и т. п.). Скорость износа и старения определяется режимами работы и интенсивностью воздействия других факторов (температуры, влажности). С целью замедления процесса старения широко применяют герметизацию элементов или целых узлов. Износ механических элементов замедляется своевременным проведением профилактических мероприятий. В несущих элементах и конструкциях накапливаются усталостные повреждения, что может привести к появлению трещин.

К климатическим факторам относятся температура окружающей среды, влажность и атмосферные осадки, атмосферное давление, солнечная радиация. Температурное влияние тем больше, чем больше скорость и частота изменения температуры. В наихудших (в этом смысле) условиях находится оборудование, расположенное вне помещений. При низких температурах пластмассы теряют прочность, резиновые изделия становятся хрупкими и растрескиваются, металлы делаются ломкими, нарушается пайка, регулировка зазоров и т. п. Повышенная температура способствует ускорению распада органических изоляционных материалов, перегреву и выходу из строя полупроводниковых элементов.

Влажность также является одним из наиболее сильно действующих факторов; ее влияние сказывается на ускоренном разрушении лакокрасочных защитных покрытий, нарушении герметизации и заливок, электрической прочности изоляции и элементов электроники, окислении контактов. Атмосферные осадки способствуют возрастанию влажности со всеми вытекающими последствиями.

Атмосферное давление воздействует на оборудование как непосредственно, так и косвенным путем. С изменением давления изменяются значения допустимых пробивных электрических напряжений, искажается форма сигналов. С понижением давления ухудшается отвод тепла от элементов, что может привести к их перегреву.

Инфракрасная составляющая солнечного излучения ухудшает условия охлаждения аппаратуры и способствует ее местному или общему перегреву. Воздействие ультрафиолетовых лучей приводит к активизации процессов старения.

Механические факторы обусловлены ударами и вибрациями в процессе эксплуатации, которые могут привести к нарушению целостности паек, контактов, разрушению элементов электроники, крепежных и несущих деталей и т. п.

Биологические факторы воздействуют на объекты посредством живых организмов: грибковых образований (плесени), насекомых, грызунов и т. п. Грибковые образования возникают во влажной атмосфере на деталях из органических материалов и питаются продуктами их разложения. Для исключения их возникновения необходимо регулярно выполнять осмотры, постоянно поддерживать условия эксплуатации, установленные эксплуатационной документацией.

Знание и учет факторов, влияющих на надежную работу изделий, позволяют обеспечивать достаточно высокую их надежность при проектировании и поддерживать ее на необходимом уровне в эксплуатации. Полученная в процессе эксплуатации информация позволяет быстрее совершенствовать технические средства, улучшать показатели их качества, лучше организовать систему технического обслуживания, обоснованно обеспечивать оборудование запасными частями и предупреждать возможные отказы.

Влияние субъективных факторов на надежность изучено в меньшей степени, хотя оно может быть в ряде случаев более значительным, чем воздействие остальных групп факторов. Среди факторов, определяющих степень влияния обслуживающего персонала на надежность изделий, следует отметить квалификацию работников, соблюдение ими правил эксплуатации, степень организованности системы технического обслуживания. Квалификация персонала определяется степенью его профессиональной подготовленности, знанием назначения и устройства оборудования, условий и правил эксплуатации, умением поддерживать его в работоспособном состоянии, устранять возникающие отказы и предупреждать появление новых. Хорошо подготовленный персонал обеспечивает эксплуатацию оборудования с меньшими затратами сил и средств. Недостаточная квалификация может быть в некоторой степени компенсирована автоматизацией операций по определению состояния устройств, уменьшением числа регулировок. Строгое соблюдение правил эксплуатации способствует содержанию изделий в работоспособном состоянии.

Практическая работа №4

Тема: «Профилактическое обслуживание аппаратуры»

Цель работы: изучить профилактическое обслуживание аппаратуры

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

ПОА может быть регламентным, календарным или комбинированным.

Регламентное обслуживание – обслуживание, которое проводится по достижению параметрами изделия некоторых регламентированных показателей. В качестве технических параметров могут быть сила тока, напряжение, сопротивление, яркость и т.д.

Календарное обслуживание – это обслуживание, которое проводится в строго определенные календарные сроки вне зависимости от состояния изделия. Такое обслуживание применяется к изделиям, работоспособность которых главным образом определяется временем в течение которого изделия эксплуатируются и хранятся.

В инженерной практике большое распространение получил комбинированный метод профилактики обслуживания (проводятся и регламентное, и календарное обслуживание).

В процессе эксплуатации устройств автоматики особое внимание обращают на профилактические работы, предупреждающие выход из строя элементов автоматики и в значительной степени исключающие аварии. Цель этих работ заключается в следующем:

— добиваться гарантийных уровней изоляции всех частей установок;
— поддерживать в исправном состоянии кабельное хозяйство, провода, электромагнитные и моторные механизмы, реле, контакты и другую аппаратуру;
— добиваться соответствия параметров защит заданным уставкам;
— поддерживать в исправном состоянии и 100%-ной готовности к включению устройства резервного питания;
— обеспечивать соответствующую надежность действия блокировок и сблокированных частей схем, сигнализации и т. п.

Перед пуском средств автоматизации установок в эксплуатацию проводят технический (внешний) осмотр, в результате которого выявляют ошибки монтажа и наладки. Техническому осмотру предшествует предварительное изучение документации на автоматизацию, актов на скрытые работы, актов и протоколов ревизий и паспортов оборудования и т. д.

В системах автоматического управления (САУ) чаще всего выходят из строя пультовые переключатели и датчики, датчик контроля скорости, диоды, проводка вторичной коммутации пультов, особенно в случаях заниженной площади поперечного сечения проводов коммутации, предохранители, цепи вторичной коммутации и такое оборудование, как сбрасывающая тележка со всеми ее устройствами и механизмами, электромагнитные приводы клапанов, защитная аппаратура приводов задвижек и механизма задвижек. Менее распространены повреждения мест присоединения на клеммниках конечных и путевых выключателей, а также релейноконтактной аппаратуре.

Все неисправности в САУ сводятся к ограниченному числу элементарных неисправностей, которые классифицируют следующим образом:

— обрывы цепей в кабеле, проводе, в местах присоединения (аппарат, реле, клеммник и др.) и внутри аппарата или прибора;

— короткое замыкание между разными цепями одного напряжения, цепями разных полюсов в системе одного напряжения и полюсов разных систем напряжений, токоведущими частями и корпусом или на землю, сигнальными или рабочими контактами реле и аппаратов (ложные замыкания);

— нарушение функции контактов (повышено переходное сопротивление контактов, переключающие контакты не дают надежного соединения, запаздывают в действии, перекрываются или замкнулись между собой);

— неисправность электрических элементов: резисторов, конденсаторов, полупроводниковых приборов (диод, триод), катушек реле и аппаратов, сигнальных ламп и арматуры, вспомогательных электродвигателей, предназначенных для управления или регулирования, измерительных приборов;

— нарушение работы механической части аппаратуры, установленной в рабочих помещениях (кнопка управления, конечный выключатель, датчик контроля скорости, исполнительный механизм и др.), аппаратуры, установленной на пульте управления (переключатель, тумблер, кнопка управления и др.), аппаратуры, установленной в распределительных пультах (реле, автоматический выключатель, магнитный пускатель).

Для предупреждения преждевременного выхода из строя элементов автоматики и поддержания их в работоспособном состоянии проводят ряд профилактических мероприятий, в систему которых входит следующее.

1. Текущее обслуживание и надзор за работой САУ, результаты работы фиксируют в журналах эксплуатации.

2. Периодическое обслуживание и испытания, выполняемые по графику. Они позволяют выявить как общее состояние САУ и ее отдельных элементов, так и очаги скрытых повреждений или признаки, указывающие на возможность их появления. При этом фиксируют состояние изоляции, аппаратуры, основного оборудования и его отдельных частей, а также выявляют ненадежные элементы и оборудование или его отдельные части, которые нужно заменить. Это делают мастера-наладчики.

3. Планово-предупредительные ремонты (часто выполняемые после приведенных выше испытаний), позволяющие немедленно устранить выявленные дефекты и обеспечить исправное состояние всех элементов САУ.

При выполнении ремонтных работ руководствуются протоколами испытаний и записями в журналах эксплуатации, где отмечают неисправности, обнаруженные дежурным персоналом.

4. Профилактическая замена изношенного оборудования или его отдельных частей в случаях, когда, по данным ремонтной бригады, такая замена требуется до истечения срока начала нового очередного ремонта. Эту работу проводит обслуживающий персонал, руководствуясь предписанием руководителя ремонтной бригады, в сроки, согласованные с поставкой запасных частей и возможностями эксплуатации. До замены изношенных частей или оборудования за ними наблюдает дежурный персонал. Изъятие ненадежных элементов оборудования в межремонтный период позволяет повысить надежность работы САУ и удлинить межремонтный период.

Контрольные вопросы:
1. Какова цель профилактических работ, выполняемых на средствах автоматизации установок?
2. Какие элементарные неисправности возникают в САУ?
3. Что входит в систему профилактических мероприятий, проводимых в САУ?

Практическая работа №5

Тема: «Регламентное обслуживание»

Цель работы: изучить регламентное обслуживание.
Тип урока – практическое занятие.
Методы обучения – репродуктивный
Ход работы:

Регламентные работы включают следующие мероприятия:
- контроль технического состояния;
- техническое обслуживание (ТО);
- снабжение;
- сбор и обработка результатов эксплуатации.

Выполнение регламентных работ можно подразделить на три этапа:
- подготовка технологического оборудования, объекта (элемента) к ТО;
- выполнение регламентных работ;
- передача объекта (объектов) производственному персоналу.

Типовой график сетевого выполнения наиболее объемных регламентных работ на объекте приведен на рисунке 1

Рисунок 1 – Типовой сетевой график выполнения Р.Р. на объекте.

На этапе I в производственном подразделении производится подготовка и передача объектов от производственного персонала персоналу эксплуатационного подразделения для проведения Р.Р. При этом выполняются:
- уточнение наработки объекта и элементов (блоков);

- выяснение в потребности замены элементов или объекта;

- определение работ, которые необходимо выполнить дополнительно к Р.Р.;

- внешний осмотр объектов вместе с работниками производственного подразделения;

- заполнение технической документации.

После этого объекты передаются из производственного подразделения (участка, цеха, где осуществляется технологический процесс) в эксплуатационную группу (группу тех. обслуживания КИП и А, например) для выполнения Р.Р.

В период передачи специалистами группы ТО производится изучение технических документов на объекты (со сверкой номеров), уточнение особенностей конструкций, наработки, замечаний в процессе их работы и т.п. По результатам осмотра и изучения документации оценивается техническое состояние объектов и качество их эксплуатации в период участия в технологическом процессе производства в межрегламентный период.

Кроме того, изучение документации и осмотр объектов позволяет уточнить объем предстоящих работ по регламенту, внести необходимые коррективы в установленную последовательность выполнения Р.Р., определить предварительную потребность в запасных частях и расходных материалах, установить время выполнения Р.Р., доработок (при необходимости) и определить срок выхода объектов из технического обслуживания по данному виду Р.Р.

На втором этапе происходит производство профилактики, т.е. Р.Р. Этот этап является основным. Его продолжительность зависит от типов и состояния объектов и вида Р.Р. К выполнению Р.Р. приступают только после принятия соответствующих мер, обеспечивающих техническую и пожарную безопасность работ на объектах.

Р.Р. на некоторых объектах выполняют без их демонтажа (снятия) с технологических линий, используя для этого специальные приспособления в виде имитаторов, контрольно – поверочную аппаратуру переносного типа и др. При необходимости объект или его отдельные элементы демонтируются для производства текущего ремонта, разборки, поверки, испытаний, регулировки и других работ, производимых, как правило, в специализированных лабораториях, участках.

После технического обслуживания снятые элементы и объекты монтируются на технологическое оборудование, автоматизированные системы, после чего отдельные объекты (элементы) проходят индивидуальное испытание (проверку работоспособности, соответствие основных параметров).

Все выявленные в процессе Р.Р. неисправности учитываются в технической документации и устраняются методами, согласованными с руководителем производства Р.Р. Контроль за полнотой и качеством Р.Р. в ходе их выполнения осуществляет начальник эксплуатационного подразделения (начальник, мастер КИП и А, например), его заместитель, руководители групп производства Р.Р.

На III этапе производятся:

- контрольные осмотры полноты и качества выполнения Р.Р. и состояние объектов начальником эксплуатационного подразделения и руководителями групп производства Р.Р.;

- оформляется соответствующая техническая документация.

После полного монтажа и проверки комиссией качества выполнения профилактики производится комплексное испытание объектов совместно с технологическим оборудованием. Все выявленные неисправности учитываются в специальном журнале и устраняются силами групп производства Р.Р. по результатам комплексного испытания оценивается качество выполнения Р.Р., а объекты передаются по акту производственному подразделению.

ТО (профилактикой, в том числе Р.Р.) объектов и элементов занимаются специальные группы, в которые входят инжинерно-технические работники, квалифицированные рабочие, имеющие соответствующую подготовку, помещение, необходимое для выполнения Р.Р., оборудование, устройства и приспособления для проведения ремонта, поверки, диагностики технического состояния объектов и их элементов (средств и систем автоматики).

Ко всем контрольно-проверочным устройствам и приспособлениям, используемых при производстве Р.Р. специализированными группами профилактики, предъявляются следующие основные требования:

- возможность проверки агрегатов и изделий преимущественно без съемки их с технологического оборудования, систем;
- пригодность к максимальной автономности, проверок отдельных элементов и объектов;
- универсальность, обеспечивающая комплексную проверку по всем параметрам наибольшего числа объектов;
- максимальная приспособленность к проведению проверок элементов на различных объектах (системах);
- пригодность использования в условиях стационарного и переносного базирования;
- транспортабельность, малогабаритность; как правило, пригодность для размещения в стандартных контейнерах.

Количество и оборудование рабочих мест определяется перечнем и объемом работ, предусмотренных технологией. На рабочих местах и в лабораториях размещаются стенды с контрольно-поверочной аппаратурой (КПА), приспособления, инструмент, тех. документация. В целях повышения ответственности за состояние рабочего места и инструмента они закрепляются за определенными специалистами.

Практическая работа №6

Тема: «Планирование профилактического обслуживания»

Цель работы: изучить планирование профилактического обслуживания

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Профилактические мероприятия планируют на 1...2 года. Сроки проведения отдельных видов работ определяют в зависимости от особенностей САУ и условий эксплуатации предприятия, исходя из требований действующих правил и инструкций.

График проведения профилактических работ должен быть привязан ко времени (декады, месяцы). Нарушения предусмотренных сроков и отступления от графика рассматриваются как аварийная ситуация.

Техническое обслуживание (ТО) устройств автоматики включает в себя следующее: комплекс профилактических работ, направленных на предотвращение отказов (замена элементов, смазочные и крепежные работы и т. д.); работы, связанные с контролем технического состояния, цель которых — проверить соответствие параметров, характеризующих работоспособное состояние устройств автоматики, требованиям нормативно-технической документации (формуляр, паспорт и др.); регулировочные и настроечные работы, предназначенные для доведения параметров устройств автоматики (блоков, датчиков, узлов) до значений, установленных нормативно-технической документацией.

Текущий ремонт направлен на восстановление работоспособности или исправности устройств автоматики путем устранения отказов и повреждений.

В зависимости от условий эксплуатации, конструктивных особенностей аппаратуры и характера отказов при организации ТО могут быть использованы три принципа: календарный, наработки и смешанный.

Календарный принцип состоит в том, что ТО назначают и проводят по истечении определенного календарного срока (день, неделя, месяц, квартал и т. д.), независимо от интенсивности использования устройств автоматики. Объем каждого ТО определяется эксплуатационной документацией (инструкцией по ТО, инструкцией по эксплуатации и т. д.).

Принцип наработки предполагает назначение сроков ТО по достижении аппаратурой определенной наработки. При этом наработка может исчисляться в часах работы, числе включений. Этот принцип может быть использован для организации ТО в тех случаях, когда отказы обусловлены процессами износа, аппаратура работает в тяжелых условиях, значительно отличающихся от нормальных, или длительное время.

Смешанный принцип организации ТО применяют для устройств автоматики, у которых отказы обусловлены как процессами износа, так и старения.

В организации ТО можно выделить три этапа: подготовительный, основной и заключительный.

На подготовительном этапе решают следующие вопросы:

планирование работ по ТО и постановка задач исполнителям;

подготовка обслуживающего персонала (изучение инструкций, технических описаний, правил и мер безопасности, отработка практических навыков на тренажерах и т. д.);

подготовка контрольно-измерительных приборов, инструментов, материалов;

? подготовка устройств автоматики к проведению ТО;

проведение организационно-контрольных мероприятий (контроль знаний обслуживающего персонала, состояния контрольно-измерительных приборов).

На основном этапе в соответствии с планом (сетевым графиком, технологическими картами) проводят всю совокупность работ по данному виду ТО. На этом этапе решают задачи контроля полноты и качества проведения ТО и обеспечения мер безопасности.

На заключительном этапе переводят устройства автоматики в заданное состояние, делают записи в учетной документации о проделанных работах и выявленных неисправностях, убирают помещения, территорию и подводят итоги.

Заключение о техническом состоянии устройств автоматики делают по результатам измерения и контроля совокупности параметров, определяющих работоспособность устройств автоматики и системы в целом. Различают виды контроля: работоспособности, диагностический и др.

Контроль работоспособности проводят при подготовке устройств автоматики и системы в целом к применению (работе), при ТО и ремонте, периодически в процессе хранения. Основная задача — определение технического состояния системы автоматики в целом. В процессе контроля выполняют настройку и регулировку.

Диагностический контроль автоматизированной или автоматической системы проводят для отыскания неисправностей и установления причин их возникновения.

Одна из важнейших задач при проведении диагностического контроля — выбрать такую стратегию (программу) поиска неисправностей, при которой требуется минимальное время для обнаружения неисправного элемента. Программа поиска неисправностей зависит от принятого метода. Наибольшее распространение получили методы последовательных поэлементных проверок, последовательных групповых проверок и комбинированный.

Метод последовательных поэлементных проверок состоит в том, что поиск неисправности ведут путем проверки элементов системы по одному в определенной, заранее установленной последовательности. При обнаружении неисправного элемента поиск прекращают и заменяют элемент, а затем проводят комплексную проверку работоспособности всей системы. Если комплексная проверка показала, что работоспособность не восстановлена, продолжается поиск следующей неисправности с той позиции, на которой был обнаружен неисправный элемент. При нахождении второго неисправного элемента снова проверяют систему и т. д. до восстановления работоспособности автоматизированного устройства.

Метод последовательных поэлементных проверок применим для любых функциональных схем аппаратуры и вариантов ее конструкции. Недостаток его —

сравнительно большое число проверок, что, в свою очередь, приводит к большим затратам времени на поиск даже при оптимальных программах. Им удобно пользоваться при малом числе элементов в автоматизированной системе.

Метод последовательных групповых проверок состоит в том, что всю систему делят на отдельные группы элементов, устройств, блоков, узлов и т. д. Поиск неисправности начинают с измерения одного или нескольких параметров — так выявляют группу элементов, в которой имеется неисправность. Затем путем последовательного деления этой группы на подгруппы область неисправной части сужают до тех пор, пока не будет выявлен неисправный элемент.

Основная задача, которую решают при разработке программы поиска, сводится к определению, с какой контрольной точки следует начинать проверку групп и какие шаги должны быть сделаны после анализа результатов контроля, чтобы получить минимальное время поиска. В практике эксплуатации при решении этой задачи используют три способа разделения структурной схемы автоматизированной установки на группы элементов схемы автоматики: средней точки, половинной вероятности половинного времени.

Наибольшее распространение получил способ средней точки, который состоит в том, что схему автоматики разбивают на две примерно равные части и измерения делают в средней точке. Определив группу, содержащую неисправный элемент, снова разбивают ее примерно на равные части и т. д. до определения отказавшего элемента. Этот метод дает оптимальное решение в том случае, если элементы равнонадежны и среднее время проверок групп элементов примерно одинаково (триггерные ячейки). В остальных случаях минимизируется только число проверок, необходимых для отыскания отказавшего элемента.

Комбинированный метод применяют для сложных систем. Он заключается в том, что в процессе поиска неисправностей измеряют определенную совокупность параметров и • по результатам этих измерений дают заключение о неисправном элементе. После контроля всей совокупности параметров анализируют состояние системы и принимают решение. Последовательность проверок значения не имеет.

Практическая работа №7

Тема: «Изучение технику безопасности при обслуживании устройств и функциональных блоков мехатронных и автоматических устройств и систем управления»

Цель работы: изучить технику безопасности при обслуживании устройств и функциональных блоков мехатронных и автоматических устройств и систем управления

Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Цель работы: изучить технику безопасности при обслуживании устройств и функциональных блоков мехатронных и автоматических устройств и систем управления

Ход работы:

Безопасность труда при эксплуатации приборов и средств автоматизации обеспечивается системой организационно-технических мероприятий. Ее основу составляют система стандартов безопасности (ССБТ) и требования техники безопасности (ТБ), положения которые должен знать и выполнять персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и персонал, контролирующий выполнение этих работ. При работе с устройствами автоматизации необходимо пользоваться специальным инструментом с изолированными ручками.

Проверку цепей вторичной коммутации осуществляют с помощью источника безопасного напряжения – омметра, тестера или других приборов с питанием от сухих элементов напряжения до двенадцати Вольт. Проверяемые цепи должны быть полностью обесточены.

Измерение сопротивления изоляции, испытание электрической прочности изоляции повышенным напряжением производится только на полностью отключенных средствах автоматизации.

В качестве мероприятий по предотвращению облучения электромагнитными излучениями (радиоволнами) предусматривают использование отдельных помещений для настройки и регулировки приборов и средств автоматизации, ограждение опасных зон предупредительными знаками и надписями, включением в технологические карты ремонта указаний по применению средств индивидуальной защиты.

При наладке, монтаже, поверке и ремонте используют защитные средства, приборы, аппараты, приспособления и устройства, которые служат для защиты работающего персонала от поражения электрическим током, воздействия дуги и продуктов ее горения. Перед применением защитного средства проверяют возможность его использования для конкретных условий и исправность.

Все операции, по установке и присоединению измерительных приборов следует производить осторожно, при этом во время измерений касаться включенных приборов, трансформаторов, сопротивлений и других элементов системы автоматизации запрещается.

Переносные приборы располагают таким образом, чтобы можно было снимать их показания, не прикасаясь к частям находящимся под напряжением.

Работники цехов КИП и А при эксплуатации действующих установок должны знать и соблюдать допуски по значениям токов и напряжений. Безопасным напряжением в сухих помещениях считается 42 В, в сырых помещениях 36 В, в особо опасных помещения 12 В. Уровни допуска по току следующие: ощутимый - 2 мА, не отпускания - 10 – 15 мА, опасный - 50 мА, смертельный - 100 мА. Перед началом работы:

-убедится в достаточной освещенности шкафа;

-освободить пространство вокруг шкафа от предметов препятствующих его открытию на всю ширину;

-застегнуть рукава спецодежды, заправить волосы под головной убор;

-визуально проверить отсутствие внешних механических повреждений шкафа, монитора, пульта дистанционного управления и функциональной клавиатуры; проверить целостность заземляющих проводников;

-устранить выявившиеся неполадки, при отсутствии такой возможности не приступать к работе, доложить непосредственному руководителю. Во время работы необходимо соблюдать следующие требования:

-работы по обслуживанию автоматизированных систем выполнять по принципиальным электрическим схемам и инструкциям по эксплуатации системы;

-открывать двери шкафа на всю ширина и поставить их на фиксатор;

-комбинированный электроизмерительный прибор – тестер установить на подставку, а измерения контрольных параметров производить только с лицевой стороны монтажной плоскости шкафа согласно принципиальной электрической схеме;

-для проведения работ внутри шкафа нужно выполнить следующие требования: перевести систему в режим управления с «места»; отключить автоматы питания шкафа 220 В и 380 В, в соответствии с электрической принципиальной схемой автоматизированной системой управления (АСУ); при помощи указателя напряжения убедится в отсутствии напряжения на токоведущих частях шкафа АСУ; открыть и зафиксировать поворотную раму, приступить к обслуживанию;

Отчистить от пыли путем продувки АСУ сжатым воздухом, производить это в исправных защитных очках и респираторе.

В случае аварийных ситуаций:

к аварийным случаям при работе по техническому обслуживанию АСУ относятся: возгорание электрооборудования и внезапное отключение освещения;

-в случае возгорания (появление огня, дыма, запаха горящей изоляции, искрения) отключить шкаф АСУ от сети питания 220 В или 380 В, при наличии пламени принять меры по тушению пожара, используя средства пожаротушения которыми располагает помещение. При невозможности ликвидации пожара собственными силами сообщить о возгорании в пожарную часть, расположенную на производстве или по телефону 01;

-при внезапном отключении освещения прекратить работу, при свете фонаря закрыть шкаф и покинуть рабочее место;

-о любом случае возникновения аварийной ситуации сообщить непосредственно руководителю работ.

По окончании работ надо выполнить следующие мероприятия:

-убрать из шкафа комбинированный прибор, инструменты и вспомогательные приспособления;

-освободить фиксаторы дверей и вернуть поворотную рам шкафа АСУ в исходное положение;

-закрыть шкаф на ключ;

-передать ключ от шкафа технологическому персоналу, обслуживающему данное оборудование, управляемое данной АСУ;

-покинуть рабочее место, о выполнении работ доложить непосредственному руководителю;

-оформить окончание работы в оперативном журнале.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрический ток, не смотря на свое широкое применение в промышленности, является причиной случаев травматизма. Они происходят при нарушении условий электробезопасности.

Следует помнить, что поражение электротоком даже незначительной силы вызывает опасность. Необходимо помнить, что ток в 0,1 А и напряжением выше 40 В являются смертельными.

Для защиты от поражения электрическим током при замыкании на корпус применяются следующие меры безопасности: зануление, ограждения, заземления. Зануление - это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануленные части с глухо-заземленной нейтральной точкой обмотки источника тока.

Ограждение - защита от прикосновения к токоведущим частям. К этой мере относятся: выполнение аппаратов и приборов в закрытых корпусах, применение закрытых распределительных устройств, во многих случаях они снабжаются блокировками, не допускающими снятия корпусов или ограждений, если предварительно отключено напряжение.

Заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под

Практическая работа №8

Тема: «Факторы, представляющие собой опасность для жизни и здоровья человека при обслуживании автоматизированного производства»

Цель работы: изучить факторы, представляющие собой опасность для жизни и здоровья человека при обслуживании автоматизированного производства Тип урока – практическое занятие.

Методы обучения – репродуктивный

Ход работы:

Выражение "**опасные и вредные производственные факторы**" описывает всю совокупность неблагоприятных **производственных факторов и** подчеркивает большую значимость "**опасных**" **факторов**, могущих привести к внезапной смерти, по сравнению с "**вредными**" **факторами**.

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья, потомства.

Вредные производственные факторы подразделяются на следующие виды:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

Схема видов опасных и вредных производственных факторов

Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ) – уровни вредных производственных факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

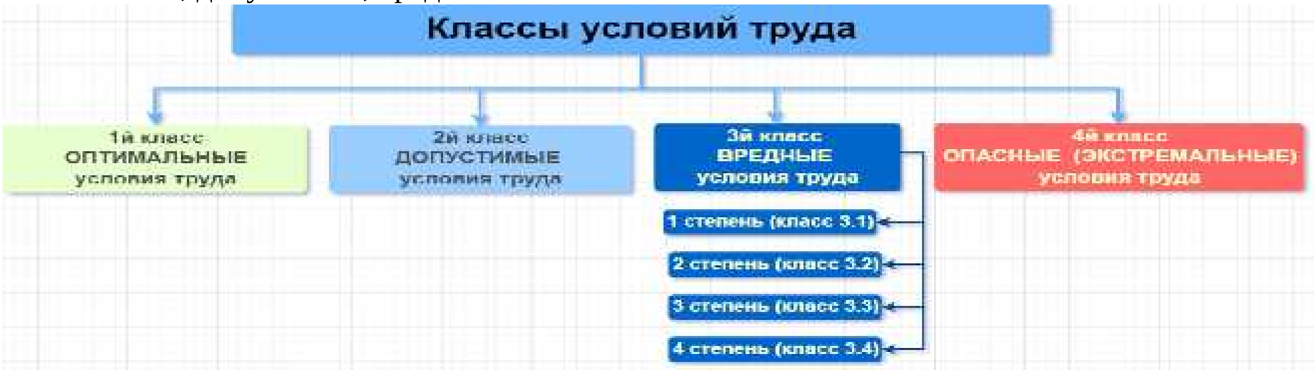


Схема классов условий труда

- **Оптимальные условия труда (класс 1)** – такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.
- **Допустимые условия труда (класс 2)** характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного воздействия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относя к безопасным.
- **Вредные условия труда (класс 3)** характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

  Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

  1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья.

  2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающих стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет).

  3 степень 3 класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

4 степень класса 3 (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

- **Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс)** характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных заболеваний, в том числе и тяжелых форм.

Меры защиты от воздействия вредных и опасных производственных факторов

Организация современного производства немыслима без четкого соблюдения норм, правил безопасности и производственной санитарии.

В решении этих вопросов должны участвовать все, кто создает и осваивает новые технику и технологию, кто контролирует их соответствие требованиям системы стандартов безопасности труда (ССБТ), гигиены и психологии труда.

Организационно-технические средства обеспечения безопасности защищают человека от производственных травм и профессиональных заболеваний.

Все средства защиты от воздействия вредных и опасных факторов производственной среды подразделяются на два больших класса: **средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты.**

Все СИЗ подразделяются на 12 классов, например средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), специальная одежда, средства защиты рук и ног, средства защиты глаз, лица и головы, средства защиты органов слуха, средства защиты от вибрации. Для защиты от поражения электрическим током применяются диэлектрические средства защиты. При работе на высоте, в емкостях, колодцах и т.п. применяются предохранительные пояса со страховочной цепью или веревкой. Для защиты от вредных и ионизирующих излучений служат специальные индивидуальные средства защиты.

К коллективным средствам защиты относятся, например, знаки безопасности, предупредительные плакаты для электроустановок, предупреждающая окраска, знаки опасности для грузов и т.д.

Станочное оборудование обязательно должно иметь защитное ограждение и предохранительные устройства.

Ионизирующие излучения. К средствам коллективной защиты от ионизирующих излучений относятся боксы, камеры, ниши, колодцы, сейфы, вытяжные шкафы, передвижные и стационарные щиты, ширмы, фартуки, металлические кожухи, манипуляторы и другие средства дистанционного управления, а также защитные покрытия.

Колебания тел, передаваемые непосредственно или через окружающие нас твердые, жидкие и газообразные среды, вызывают шум, вибрацию и ультразвук.

Шум. Наиболее эффективным способом борьбы с шумом является устранение его в самом источнике образования, т.е. в конструкциях машин, агрегатов и оборудования. Устранение или уменьшение шума достигается при изменении технологических процессов и замене шумящего оборудования на бесшумное.

Снижение шума достигается также различными средствами звукопоглощения (глушители, капоты, кожухи и т.д.).

Коллективная защита от шума должна осуществляться техническими средствами, т.е. применением малошумящих узлов, незвучных материалов, правильным выбором кинематических схем, использованием звукопоглощающих материалов, звукоизоляции источников шума т.д.

Вибрация. Средства коллективной защиты – виброгашение и виброизоляция. Виброгашение достигается установкой оборудования на фундаменты, изолированные от пола. Виброизоляция осуществляется введением промежуточного звена между источником вибрации и рабочим местом или той частью инструмента, которая имеет непосредственный контакт с телом работающего.

Ультразвук. К средствам коллективной защиты от ультразвука относится уменьшение вредного излучения звуковой энергии в источнике за счет повышения номинальных рабочих частот источников ультразвука и исключения паразитного излучения.

Локализация действия ультразвука возможна при соответствующих конструктивных и планировочных решениях: применение звукоизолирующих кожухов, полукожухов и экранов; размещение оборудования в отдельных помещениях и кабинах; применение дистанционного оборудования; облицовка отдельных помещений и кабин звукопоглощающими материалами.

Электрический ток. Безопасность эксплуатации электроустановок обеспечивается применением ряда технических способов и средств, используемых по отдельности или в сочетании друг с другом.

При нормальном режиме работы это выравнивание потенциалов, электрическое разделение полей, изоляция токоведущих частей, применение оградительных устройств, предупредительная сигнализация, блокировка, использование знаков безопасности, средств защиты и предохранительных приспособлений.

В аварийном режиме – это защитное заземление, зануление, защитное отключение, дополнительная (двойная изоляция), применение пробивных предохранителей.

Список рекомендуемой литературы

1. Александровская А.Н. Автоматика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – 3-е изд., стер – М.: «Издательский центр «Академия», 2018. – 256с.
2. Шишмарёв В.Ю. Автоматизация технологических процессов : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – 3-е изд., стер – М.: «Издательский центр «Академия», 2018. – 352
3. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. Образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.