

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. И. Кузнецова, Н. В. Серова-Нашева

НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

Методические указания
по изучению дисциплины для студентов специальности
14.05.02 «Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг»,
специализация «Системы контроля и управления станций»

Севастополь
СевГУ
2025

УДК 621.311.019.3(07)
ББК 34.414я73
К891

Р е ц е н з е н т ы:

Т. Г. Зацаринная - канд. техн. наук, доцент
А.А. Скидан - канд. техн. наук, доцент

Кузнецова Н. И.

К891 Надежность и диагностирование: методические указания по изучению дисциплины для студентов по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Системы контроля и управления станций» / Н. И. Кузнецова, Н. В. Серова-Нашева; Севастопольский государственный университет, Институт ядерной энергии и промышленности. – Севастополь: СевГУ, 2025. – 39 с. – Текст : электронный.

Разработаны для оказания методической помощи студентам при изучении дисциплины «Надежность и диагностирование». Рассмотрены вопросы роли и значения дисциплины, содержание дисциплины. Даны требования по выполнению курсовой работы и вопросы итогового контроля, задания на самостоятельную работу студентов. Приведен перечень литературы, необходимой для изучения дисциплины.

Предназначены для студентов, выполняющих расчёты надёжности оборудования и систем СКУ АЭС в дипломном и курсовом проектировании, в расчётно-графических и контрольных работах по дисциплине «Надёжность и диагностирование», а также может быть использованы в части, касающейся студентов других специальностей, изучающих учебные дисциплины «Надежность и безопасность АЭС», «Надежность электрооборудования АЭС».

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Ядерные энергетические установки», протокол № 6 от 29 ноября 2024 г.

© Кузнецова Н. И., Серова-Нашева Н. В., 2025
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1	Рекомендации студентам по самостоятельной работе над курсом «Надежность и диагностирование»	4
1.1	Общие положения	4
1.2	Методические указания по изучению дисциплины	5
1.3	Образовательные технологии	7
1.4	Контроль знаний и его характеристика	11
Глава 2	Структура и содержание дисциплины	14
2.1	Структура и объем дисциплины	14
2.2	Содержание учебной дисциплины	14
2.3	Курсовая работа на тему «Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения»	26
Глава 3	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	28
3.1	Перечень основной и дополнительной литературы	28
3.2	Электронные образовательные ресурсы (ЭОР)	30
3.3	Электронно-библиотечные системы (ЭБС)	30
Глава 4	Вопросы итогового контроля по дисциплине «Надежность и диагностирование»	31
4.1	Теоретические вопросы	31
4.2	Практические задания	38
Список сокращений		39
Литература		

Глава 1

РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ НАД КУРСОМ «НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ»

1.1 Общие положения

Непрерывное возрастание требований к контролю и управлению, вызванное необходимостью повышения безопасности и надежности АЭС, высокой единичной мощности энергоблоков требует широкого применения технических средств автоматизации – электронных вычислительных машин, устройств логического управления, автоматизированных систем технического диагностирования энергетического оборудования.

Предметов изучения дисциплины являются методы и средства технической диагностики и надежности систем и энергетического оборудования

Дисциплина «Надежность и диагностирование» относится к числу дисциплин, изучаемых при подготовке специалистов и магистров по специальности. Её изучение совместно с другими дисциплинами обеспечивает фундаментальную подготовку студентов по специальности, в объеме, достаточном для самостоятельного выполнения обязанностей по первичной должности.

Дисциплина «Надежность и диагностирование» предназначена для подготовки студентов по специальности 14.05.02. «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» специализации «Системы контроля и управления атомных станций».

Цели изучаемого курса:

1. Усвоение основ теории надежности, технического обслуживания и технического диагностирования автоматизированных систем и энергетического оборудования АЭС.

2. Подготовить студентов к самостоятельному решению задач по расчету и экспериментальному использованию показателей надежности автоматизированных систем и энергетического оборудования АЭС.

3. Указать методическое направление и обучить методам самостоятельного совершенствования своих знаний и навыков в области использования средств и методов технического диагностирования и надежности оборудования АЭС.

Основные задачи курса:

1. Научить студентов фундаментальным и теоретическим положениям дисциплины, привить студентам практические навыки определения надежности АС и ее диагностирования для определения работоспособности системы.

2. Сформировать навыки самостоятельного анализа физических процессов при диагностировании оборудования АС.

3. Указать методическое направление и обучить методам самостоятельного совершенствования своих знаний и навыков в области определения надежности и диагностирования оборудования АС.

4. Научить использовать справочную и научную литературу, техническую документацию.

В результате изучения дисциплины «Надежность и диагностирование» студенты должны:

ЗНАТЬ:

- знание принципов диагностирования оборудования, организации проведения технического обслуживания и ремонта, поверки и калибровки КИПиА и аппаратуры СУЗ;

- количественные характеристики надежности и аналитические зависимости между ними;

- основы расчетов на надежность;

- влияние диагностирования на безопасность работы СКУ АЭС.

УМЕТЬ:

- уметь диагностировать оборудование, организовывать проведение технического обслуживания и ремонта, поверку и калибровку КИПиА и аппаратуры СУЗ;

- использовать законы распределения теории надежности для определения количественных показателей надежности;

- построение алгоритмов диагностирования оборудования;

- правильно выбирать диагностическую аппаратуру.

ВЛАДЕТЬ:

- способность диагностировать оборудование, организовывать проведение технического обслуживания и ремонта, поверку и калибровку КИПиА и аппаратуры СУЗ.

- методами технического обслуживания, диагностированием работоспособности автоматизированных систем и энергетического оборудования.

- основными тенденциями развития отечественных и зарубежных средств диагностирования.

1.2 Методические указания по изучению дисциплины

При изучении материала по курсу «Надежность и диагностирование» требуется систематическая работа, при этом необходимо относиться к учебному материалу, дифференцировано:

- в курсе имеется материал, о котором достаточно иметь лишь общее представление (это различные исторические данные, сведения о работе ученых, факты, привлекаемые из смежных отраслей знаний и т.д.);

- в каждом разделе курса есть материал, который необходим запомнить. К таким сведениям относятся: постоянные величины, формулы, определения, условные графические обозначения и т.д.

- значительное место занимает материал, который требует понимания (физический смысл явлений и процессов, происходящих в элементах, и функциональных узлах измерительных приборов и т.д.).

В процессе изучения курса студенты выполняют КР, а после усвоения учебного материала сдают экзамен.

При изучении материала курса рекомендуется составлять краткий конспект, записывать основные правила и определения, зарисовывать схемы и графики.

Для полноценного изучения курса приводится список рекомендованной литературы.

При изучении курса рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой, в которой шире и глубже рассматриваются достижения современной науки и техники.

Необходимо учесть, что в связи со сложностью курса материал рекомендуется изучать по темам в последовательности, приведенной в программе.

Самостоятельная работа студентами над учебным материалом по дисциплине «Надежность и диагностирование» проводится в часы самостоятельных занятий с целью более глубокого овладения знаниями по программе дисциплины. Главным содержанием этих занятий является самостоятельная индивидуальная работа каждого студента при решении поставленных задач.

Перечень вопросов, рассматриваемых на самостоятельном занятии и методика его выполнения, доводятся до студентов в конце каждого аудиторного занятия.

Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на аудиторных занятиях. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины. В случае отсутствия рекомендуемой литературы возможно использование других учебных изданий по теме задания.

Необходимо помнить, что изучение любой темы начинается всегда с освоения основных понятий и определений, изложенных в аудиторные часы.

Для определения степени усвоения студентами изученного материала вопросы по теме заданий включаются в перечень вопросов контрольных работ и итогового контроля по дисциплине.

На консультациях студент может получить от преподавателя ответы на вопросы, возникшие у него при самостоятельном изучении учебного материала. Прежде чем обратиться к преподавателю за консультацией, необходимо четко представлять те вопросы, которые Вы хотите задать преподавателю.

Не может быть такой консультации, когда студент обращается к преподавателю, чтобы он рассказал ему весь материал!

1.3 Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды занятий в аудиторных часах:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- КР;
- семинар;
- контрольные работы.

Лекционные занятия являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки студента.

Лекции имеют цель дать систематизированную основу научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса электроники и приборостроения, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых проблемах. Проводятся в традиционной форме и с использованием компьютерных презентаций, демонстрационных версий.

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя. Практические занятия на материальной части и ПК проводятся с целью овладения знаниями и выработки необходимых практических навыков и умений при использовании изучаемых методов расчета надежности оборудования СКУ АЭС и ее диагностирования. Главным содержанием этих занятий является практическая индивидуальная работа каждого обучаемого при решении поставленных задач.

Практические занятия проводятся в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными на кафедре.

Лекции и практические занятия содержат только основные сведения по тем темам, которые необходимо изучить студентам в предстоящем семестре. Цель этих занятий – показать структуру курса, взаимосвязь между темами, а также дать студентам методические рекомендации для выполнения контрольных работ по запланированным темам.

Лабораторные занятия имеют продолжительность два академических часа. Требуют от студента большой самостоятельности, активности, воспитывают их в духе строгой ответственности за качество работы, а поэтому заставляют глубоко осмысливать ее, приучают к критической оценке своих действий, учат суммировать и обобщать итоги работы.

Семинарское занятие – форма учебного занятия, при которой преподаватель организует дискуссию по предварительно определённым темам. К семинарам студенты готовят доклады (рефераты) на основании индивидуальных заданий.

Семинарское занятие проводится по основным и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы дисциплины.

Перечень семинарских занятий определяется рабочей учебной программой дисциплины. Занятия проводятся в аудиториях или учебных кабинетах с одним классом.

Основная цель семинарских занятий: превышение и закрепление, расширение и углубление теоретических знаний, приобретённых студентами на лекционных, практических и лабораторных занятиях, в ходе самостоятельных занятий в плановые часы и в период самостоятельной работы в часы, отведённые расписанием дня учебного заведения.

Основные задачи семинарских занятий:

- обсуждение сложных, трудно усваиваемых тем программы;
- формирование у студентов умения четко и кратко формулировать ответы на вопросы, высказывать и отстаивать свои взгляды и убеждения;
- выяснение не усвоенного материала и обсуждение его;
- обсуждение вопросов, связанных с темой семинара;
- контроль формируемых уровней знаний и качеств;
- налаживание обратной связи.

Курсовое проектирование выполняется в аудиторные часы и часы самостоятельной работы студентов с целью:

- Углубить, систематизировать и закрепить полученные теоретические знания путем их практического использования при анализе прототипных схем, выборе технического решения, его аргументации и расчетном обосновании результатов проектирования.

- Получить навыки проведения самостоятельной поисковой работы по материалам научно-технической литературы, включая соответствующие ГОСТы и ЕСКД, при изучении вопросов заданной темы и разработке ее решений.

- Получить навыки по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям ЕСКД, с использованной графической компьютерной программы «AUTOCAD».

1. При получении варианта курсовой работы содержание задания согласовывается с преподавателем.

2. Выполнение курсовой работы рекомендуется начинать только после изучения теоретического материала по рассматриваемой теме.

3. Курсовая работа должна выполняться студентом самостоятельно, это позволит преподавателю объективно оценивать работу, а также дать необходимые советы, на какие моменты студенту необходимо обратить внимание.

4. При выполнении контрольной работы особое внимание необходимо обратить на формулировки терминов, законов и понятий метрологического обеспечения.

Материал, изложенный в работе, должен глубоко освещать основные вопросы задания.

6. При оформлении курсовой работы необходимо указать перечень литературы, используемой при выполнении работы с указанием страниц.

7. Оформление контрольной работы выполняется в соответствии с требованиями, принятыми в институте.

Правильно выполненная курсовая является допуском к итоговому контролю за семестр.

Итоговый контроль проводится для определения степени усвоения студентами пройденного материала и проводится в виде экзамена.

После подготовки к ответу студент должен четко ответить на поставленные вопросы и представить решение предложенного практического вопроса (задачи).

При изучении теоретического материала по курсу «Надежность и диагностирование» требуется систематическая работа, при этом необходимо относиться к учебному материалу, дифференцировано:

- в курсе имеется материал, о котором достаточно иметь лишь общее представление (это различные исторические данные, сведения о работе ученых, факты, привлекаемые из смежных отраслей знаний и т.д.)

- но в каждом разделе курса есть материал, который необходимо запомнить. К таким сведениям относятся: постоянные величины, формулы, определения, условные графические обозначения и т.д.

- значительное место занимает материал, который требует понимания (физический смысл явлений и процессов, происходящих в элементах и функциональных узлах измерительных приборов и т.д.).

С целью эффективного усвоения материала необходимо помнить, что:

1. Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на установочной сессии. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины.

2. Изучение любой темы начинается всегда с основных понятий и определений.

3. Не переходите к изучению следующего материала, пока не будете убеждены, что Вы разобрались с предыдущим материалом.

4. Критерием понимания изучаемой темы является умение применять теорию к решению практических задач, умению обосновывать каждый шаг при их решении.

5. При изучении материала курса рекомендуется составлять краткий конспект, записывать основные правила и определения, зарисовывать схемы и графики.

Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на занятиях. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины.

Изучение любой темы начинается всегда с основных понятий и определений. Не переходите к изучению следующего материала, пока не будете убеждены, что Вы разобрались с предыдущим материалом. Критерием понимания изучаемой темы является умение применять теорию к

решению практических задач, умению обосновывать каждый шаг при их решении.

Для полноценного изучения курса приводится список рекомендованной литературы, приведенный в главе 3 данного пособия:

При изучении курса рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой, в которой шире и глубже рассматриваются достижения современной науки и техники.

Необходимо учесть, что в связи со сложностью курса материал рекомендуется изучать по темам в последовательности, приведенной в программе.

Перечень заданий для самостоятельной работы студентов очной формы обучения необходимо выполнять самостоятельно, используя учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, приведенное в главе 3 данного пособия.

Самостоятельная работа студентами над учебным материалом по дисциплине «Надежность и диагностирование» проводится в часы самостоятельных занятий с целью более глубокого овладения знаниями по программе дисциплины. Главным содержанием этих занятий является самостоятельная индивидуальная работа каждого студента при решении поставленных задач.

Перечень вопросов, рассматриваемых на самостоятельном занятии и методика его выполнения, доводятся до студентов в конце каждого аудиторного занятия.

На консультациях студент может получить от преподавателя ответы на вопросы, возникшие у него при самостоятельном изучении учебного материала. Прежде чем обратиться к преподавателю за консультацией, необходимо четко представлять те вопросы, которые Вы хотите задать преподавателю.

Не может быть такой консультации, когда студент обращается к преподавателю, чтобы он рассказал ему весь материал!

Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на аудиторных занятиях. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины. В случае отсутствия рекомендуемой литературы возможно использование других учебных изданий по теме задания.

Необходимо помнить, что изучение любой темы начинается всегда с освоения основных понятий и определений, изложенных в аудиторные часы.

Для определения степени усвоения студентами изученного материала вопросы по теме заданий включаются в перечень вопросов итогового контроля по дисциплине, а после усвоения учебного материала сдают экзамен.

1.4 Контроль знаний и его характеристика

Контроль знаний студентов должен быть непрерывным в течение всего цикла обучения. Он включает в себя следующие виды:

- опрос студентов на каждом практическом занятии и по возможности на лекциях;
- проведение летучек на практических занятиях;
- проведение (возможно!) двухчасовых контрольных работ;
- прием отчетов по индивидуальным заданиям;
- прием и защита курсовых проектов;
- прием семестровых экзаменов.

Оценка усвоения знаний и умений в предлагаемом учебно-методическом курсе осуществляется в процессе повторения и обобщения, выполнения текущих самостоятельных работ на этапе актуализации знаний и на этапе повторения, закрепления и обобщения изученного практически на каждом занятии.

В курсе предусмотрена многоуровневая система контроля знаний: самоконтроль - при введении нового материала, «взаимоконтроль» - в процессе его отработки, поучительный контроль - в системе обучающих самостоятельных работ, текущий контроль - при проведении контрольных, лабораторных работ, итоговый контроль - при проведении экзамена.

Текущий контроль проводится с целью разносторонней проверки уровней знаний и качеств обучаемых, определение путей дальнейшего совершенствования преподавания дисциплины в форме устных опросов.

1. Проверка результатов обработки лекционного материала производится путем контрольного опроса: индивидуального или фронтального (письменная работа).

2. Проверка самостоятельно разработанных вопросов по соответствующим темам проводится путем проверки конспекта и контрольного опроса по соответствующему вопросу.

3. Проверка выполнения практических заданий для самостоятельной работы студентов проводится путем контроля над своевременным их выполнением и проведение с их тематики текущих самостоятельных работ (в течение 10 - 15 мин).

4. Проверка самостоятельного выполнения индивидуальных заданий проводится в виде их защиты (письменного или устного).

Использование указанных видов занятий и текущего контроля позволяет организовать технологию обучения и достижение конечного уровня овладения знаниями по дисциплине «Надежность и диагностирование».

Организация выполнения КР и его защита. Выполнение студентом курсовой работы определяется заданием, методическими рекомендациями и преподавателем кафедры.

После проверки и подписи работы преподавателем, осуществляющим прием КР, студент должен защитить свою работу перед экзаменационной комиссией.

Типовые вопросы к курсовой работе и рекомендации по выполнению приведены в учебном пособии Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2016. - 116 с.: ил.

В ходе защиты студент должен сделать доклад и ответить на вопросы комиссии по существу выполненной работы. Зачитывать во время защиты доклад с текста недопустимо!

Прием и защита КР осуществляется в течении семестра, в срок указанный учебным планом.

Оценка за КР вносится в отдельную ведомость. Получение положительного результата является допуском к семестровому экзамену по дисциплине. Итоговая оценка за семестр осуществляется на основе экзамена в конце 10 семестра. В приложение к диплому вносится оценка за 10 семестр.

Соотношение шкал оценивания ECTS с системой оценивания в Российской Федерации приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Соотношение шкал оценивания ECTS с системой оценивания в РФ

Сумма баллов по видам учебной деятельности (по 100 балльной системе)	Оценка ECTS	По шкале РФ	Характеристика критерия оценивания
1	2	3	4
90 – 100	A	5	«Отлично» - выполнены все требования-компетенции, а именно: теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены качественно и оценено высоким, близким к максимальному, числом баллов.
82 – 89	B	4	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, выполнены все предусмотренные программой обучения учебные задания, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
74 – 81	C	4	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
64 – 73	D	3	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки.
60 – 63	E	3	«Достаточно (посредственно)» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
35 – 59	FX	2	«Условно неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, но при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
0 – 34	F	2	«Безусловно неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

Глава 2

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Структура и объем дисциплины

Структура и объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий, представляется в виде следующей таблицы 2.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Распределение объема дисциплины по видам работ приведено в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Распределение объема дисциплины по видам работ (трудоемкость в часах)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Контр. работа, шт.	Курсовой работа	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия, КП	Лабораторные занятия					
Очная форма обучения										
5	10	7 (252)	34	34	34	150	-	КР	-	10

Соотношение количества часов самостоятельной работы студента к общему объему часов составляет для очной формы обучения – 150/252 (60 %).

2.2 Содержание учебной дисциплины

1 Раздел Надежность элементов и их влияние на надежность АСУ ТП

Тема 1. Основные термины и определения теории надежности. Основные понятия надежности. Нарушения работоспособности объекта. Отказ и сбой. Показатели надежности. Количественные характеристики надежности и аналитические зависимости между ними. Критерии надежности невосстанавливаемых изделий. Критерии надежности восстанавливаемых изделий.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 1 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Основные термины и определения теории надежности

2. Основные понятия надежности.
3. Показатели надежности.
4. Количественные характеристики надежности и аналитические зависимости между ними.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить математическое ожидание дискретной случайной величины. [5] стр. 66 - 77.
2. Изучить состав и общие правила задания требований по надежности. [1] стр. 14 - 66.
3. Изучить номенклатуру показателей надежности невосстанавливаемых изделий. [1] стр. 26-28. ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
4. Решить задачи № 1.131 - 1.152. [12] стр. 58 - 59.

При изучении темы 1 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [5] стр. 66 - 77.
 2. [6] стр. 5 - 26;
 3. [7] стр. 7 - 24;
 4. [11] стр. 5 - 17;
 5. [13] стр. 13 - 15.
- ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Термины и определение.
ГОСТ 27.003-89 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите проблемы надежности АСУ и диагностирования оборудования.
2. Приведите критерии надежности невосстанавливаемых изделий.
3. Дайте определения системы и её объектов (элемент, блок, устройство, прибор)
4. Приведите блок-схему и дайте определения основных состояний системы.
5. Дайте определение основных событий восстанавливаемой системы.
6. Объясните восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы.
7. Приведите определение отказа и объясните классификацию отказов.
8. Приведите виды и признаки отказов.
9. Приведите показатели надёжности.
10. Объясните безотказность объекта.
11. Объясните долговечность объекта.
12. Объясните ремонтпригодность объекта.
13. Объясните сохраняемость объекта.
14. Приведите комплексные показатели надежности.

15. Приведите критерии надежности невосстанавливаемых изделий.
16. Объясните вероятность безотказной работы.
17. Объясните вероятность отказа.
18. Объясните частота отказа.
19. Объясните интенсивность отказа.
20. Объясните средняя наработка до первого отказа.
21. Приведите критерии надежности восстанавливаемых изделий.
22. Объясните поток отказов и основные свойства потока.
23. Объясните параметр потока отказов.
24. Объясните наработка на отказ.
25. Объясните коэффициент готовности.
26. Объясните коэффициент вынужденного простоя.

Тема 2. Основные законы распределения теории надежности. Экспоненциальный закон. Закон Рэлея. Гамма-распределение. Модель Вейбулла. Нормальное распределение. Модель Пуассона. Применение законов распределения теории надежности.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 2 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Основные законы распределения теории надежности.
2. Применение законов распределения теории надежности.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить экспоненциальное распределение для оценки надежности и выполнить задачи. [6] стр. 288 - 293
2. Решение задач с применением законов распределения теории надежности № 1.153 - 1.170. [12] стр. 59 - 62.

При изучении темы 2 рекомендуется использовать литературу:

1. [6] стр. 34 - 73; 250 - 360;
2. [12] стр. 6 - 62;
3. [13] стр. 86 - 107.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите экспоненциальный закон теории надежности.
2. Приведите закон распределения Релея.
3. Приведите гамма-распределение.
4. Приведите нормальный усеченный закон распределения.
5. Приведите распределение Вейбулла.
6. Приведите Модель Пуассона.

Тема 3. Основы расчетов на надежность. Общие сведения. Основные этапы расчета надежности. Расчет надежности с использованием математической логики. Расчет надежности с использованием математического аппарата вероятности. Структурный анализ и структурное преобразование при расчетах надежности. Оценка точности расчета надежности.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 3 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Основные этапы расчета надежности. Расчет надежности при основном соединении элементов
2. Расчет надежности с использованием математической логики и математического аппарата вероятности.
3. Расчет надежности с использованием математического аппарата вероятности.
4. Структурный анализ и структурное преобразование при расчетах надежности.
5. Оценка точности расчета надежности.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить аналитические методы расчета надежности без учета восстановления. [1] стр. 56 - 77.

При изучении темы 3 рекомендуется использовать литературу:

1. [1] стр. 56 - 84
2. [6] стр. 75 - 89;
3. [3] стр. 17 - 28;
4. [12] стр. 66 - 105;
5. [13] стр. 139 - 186
6. [16] стр. 40 - 59.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите стадии полного расчета на надежность объекта.
2. Приведите основные этапы расчета надежности.
3. Объясните расчет надежности при основном соединении элементов.
4. Объясните расчет надежности с использованием математической логики и математического аппарата вероятности.
5. Объясните структурный анализ и структурное преобразование при расчетах надежности.
6. Приведите оценку точности расчета надежности.

Тема 4. Расчет надежности при основном соединении элементов. Общие сведения о методах расчета надежности. Прикидочный расчет.

Ориентировочный расчет. Окончательный расчет. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при основном соединении элементов. Методы расчета надежности резервированных систем Резервирование систем. Расчетно-логическая схема резервированной системы. Методы расчета надежности. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых резервированных изделий.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 4 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Расчет надежности при основном соединении элементов.
2. Общие сведения о методах расчета надежности.
3. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при основном соединении элементов.
4. Методы расчета надежности резервированных систем
5. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых резервированных изделий.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить основные количественные характеристики надежности при поэлементном резервировании замещением. [13] стр. 304 - 307.
2. Решить задачи № 2.1 - 2.10. [12] стр. 84 - 85.

При изучении темы 4 рекомендуется использовать литературу:

1. [1] стр. 56 - 80;
2. [12] стр. 66 - 105;
3. [13] стр. 139 - 186.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните структурную надежность системы
2. Приведите сложные системы и их анализ
3. Объясните анализ системы методом перебора состояний
4. Объясните метод разложения относительно ключевого элемента
5. Объясните расчетно-логическую схему резервированной системы
6. Приведите общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью
7. Приведите раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью
8. Приведите общее резервирование замещением с целой кратностью
9. Приведите раздельное резервирование замещением с целой кратностью
10. Приведите общее резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом
11. Приведите скользящее резервирование

Тема 5. Надежность элементов и ее влияние на автоматизированные системы управления. Надежность элементов. Влияние надежности элементов на надежность автоматизированной системы. Надежность элементов АСУ ТП энергоблоков.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 5 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Надежность элементов и ее влияние на автоматизированные системы управления.
2. Влияние надежности элементов на надежность автоматизированной системы.
3. Надежность элементов АСУ ТП энергоблоков.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить влияние режимов работы на количественные характеристики надежности элементов. [13] стр. 128 - 134.
2. Решить задачи № 3.1 - 3.5. [12] стр. 136 - 138.

При изучении темы 5 рекомендуется использовать литературу:

1. [1] стр. 93 - 103;
2. [6] стр. 428 - 437;
3. [13] стр. 108 - 138

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите факторы, влияющие на надежность АСУ ТП.
2. Объясните надежность элементов и ее влияние на автоматизированные системы управления.
3. Объясните влияние надежности элементов на надежность автоматизированной системы.
4. Объясните надежность элементов АСУ ТП энергоблоков.
5. Изучить влияние режимов работы на количественные характеристики надежности элементов.
6. Приведите и объясните классификационную схему основных мероприятий по обеспечению надежности АСУ.

2 Раздел. Методы повышения надежности АСУ ТП

Тема 6. Оценка надежности АСУ. Факторы, влияющие на надежность АСУ. Общий порядок оценки надежности АСУ. Мероприятия по обеспечению надежности АСУ ТП. Оценка надежности АСУ ТП энергоблока. Технические факторы, влияющие на надежность АСУ ТП

энергоблока. Эксплуатационные факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 6 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Оценка надежности АСУ.
2. Факторы, влияющие на надежность АСУ.
3. Мероприятия по обеспечению надежности АСУ ТП.
4. Оценка надежности АСУ ТП энергоблока.
5. Факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить применение ЭВМ в АСУ ТП АЭС. [23] стр. 202 - 218.

При изучении темы 6 рекомендуется использовать литературу:

1. [13] стр. 268 - 312; ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления».

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните надежность АСУ энергоблока.
2. Приведите факторы, влияющие на надежность АСУ.
3. Приведите общий порядок оценки надежности АСУ.
4. Перечислите мероприятия по обеспечению надежности АСУ ТП.
5. Объясните оценку надежности АСУ ТП энергоблока.
6. Перечислите технические факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.
7. Перечислите эксплуатационные факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.

Тема 7. Методы повышения надежности сложных систем. Требования, предъявляемые к надежности сложных систем. Резервирование, как средство повышения надежности. Уменьшение интенсивности отказов системы. Эксплуатационная надежность АСУ. Помехоустойчивость аппаратуры. Обслуживание, как средство повышения надежности.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 7 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы повышения надежности сложных систем.
2. Требования, предъявляемые к надежности сложных систем.
3. Эксплуатационная надежность АСУ.
4. Помехоустойчивость аппаратуры.
5. Обслуживание, как средство повышения надежности.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить профилактику электронного оборудования. [24] стр. 108 - 111.

При изучении темы 7 рекомендуется использовать литературу:

1. [6] стр. 22 - 23; 428 - 437;
 2. [13] стр. 361 - 394;
 3. [24] стр. 108 - 111;
- ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления»;
Технологический регламент.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите методы повышения надежности сложных систем.
2. Перечислите требования, предъявляемые к надежности сложных систем.
3. Объясните резервирование, как средство повышения надежности.
4. Объясните способы уменьшения интенсивности отказов системы.
5. Объясните эксплуатационную надежность АСУ.
6. Объясните помехоустойчивость аппаратуры.
7. Объясните обслуживание, как средство повышения надежности.
8. Объясните профилактику электронного оборудования.

3 Раздел. Анализ методов диагностики и контроля АСУ ТП

Тема 8. Основы теории технического диагностирования. Основные термины и определения технической диагностики. Техническая диагностика и прогнозирование. Тестовое и функциональное диагностирование. Нормативная и техническая документация при диагностировании. Техническое диагностирование энергетического оборудования. Классификация методов диагностирования. Системы тестового диагностирования. Системы функционального диагностирования. Эксплуатация средств диагностирования энергетического оборудования.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 8 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Основные термины и определения технической диагностики.
2. Тестовое и функциональное диагностирование.
3. Техническое диагностирование энергетического оборудования.
4. Классификация методов диагностирования.
5. Системы тестового диагностирования.
6. Системы функционального диагностирования.

7. Эксплуатация средств диагностирования энергетического оборудования.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Особенности управляющих систем как объекта диагностирования. [14] стр. 5 - 8.
2. Модели прогнозирования технического состояния оборудования. [17] стр. 49 - 56.
3. Основные показатели систем тестового диагностирования. [17] стр. 21 - 26.
4. Тестовое диагностирование элементов управляющих систем. [4] стр. 74 - 104.

При изучении темы 8 рекомендуется использовать литературу:

1. [4] стр. 74 - 104;
2. [8] стр. стр. 7 - 24, 219 - 227;
3. [10] стр. 5 - 29;
4. [11] стр. 36 - 40;
5. [14] стр. 3 - 7;
6. [15] стр. 158 - 165;
7. [17] стр. 5 - 14, 49 - 56.

Карты оперативного учета отказов технических средств АСУТП.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните основы теории технического диагностирования.
2. Приведите основные термины и определения технической диагностики.
3. Объясните техническую диагностику и прогнозирование.
4. Тестовое и функциональное диагностирование.
5. Приведите нормативную и техническую документацию при диагностировании.
6. Объясните техническое диагностирование энергетического оборудования.
7. Приведите классификацию методов диагностирования.
8. Объясните системы тестового диагностирования.
9. Объясните системы функционального диагностирования.
10. Объясните эксплуатацию средств диагностирования энергетического оборудования.

Тема 9. Декомпозиция ядерного энергоблока на объекты диагностирования. Унификация технологических объектов диагностирования. Аномалии объектов диагностирования. Цели и задачи диагностирования энергоблока.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 9 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Декомпозиция ядерного энергоблока на объекты диагностирования.
2. Унификация технологических объектов диагностирования.
3. Аномалии объектов диагностирования.
4. Цели и задачи диагностирования энергоблока.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Обзор методов диагностики двухфазных потоков ЯЭУ. [10] стр. 2 - 29.

При изучении темы 8 рекомендуется использовать литературу:

1. [14] стр. 8 - 10;
2. [10] стр. 2 - 29.
3. [15] стр. 103 - 176.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните декомпозицию ядерного энергоблока на объекты диагностирования.
2. Объясните унификацию технологических объектов диагностирования.
3. Приведите аномалии объектов диагностирования.
4. Приведите цели и задачи диагностирования энергоблока.

Тема 10. Техническая диагностика управляющих систем. Особенности управляющих систем как объекта диагностирования. Общие принципы организации диагностического обеспечения сложных технических систем. Автоматизация процессов диагностирования. Средства ЭВМ в составе систем диагностирования. Иерархическая структура автоматизированной системы диагностирования. Особенности диагностирования электронного управляющего оборудования. Автоматизированные средства диагностирования элементов управляющих систем на стадиях эксплуатации и ремонта. Методы и средства неразрушающего контроля в системах автоматизированного диагностирования.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 10 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Общие сведения о технической диагностике управляющих систем.
2. Особенности управляющих систем как объекта диагностирования.
3. Общие принципы организации диагностического обеспечения сложных технических систем.

4. Автоматизированное диагностирование электронного управляющего оборудования.
5. Средства ЭВМ в составе систем диагностирования.
6. Иерархическая структура автоматизированной системы диагностирования.
7. Особенности диагностирования электронного управляющего оборудования.
8. Автоматизированные средства диагностирования элементов управляющих систем на стадиях эксплуатации и ремонта.
9. Методы и средства неразрушающего контроля в системах автоматизированного диагностирования.
10. Общие характеристики средств диагностирования.
11. Методы автоматизированного диагностирования систем

По данной теме дополнительно изучить:

1. Расчет характеристик достоверности и надежности систем диагностирования, использующей ЭВМ. [4] стр. 186 - 192.
2. Организацию процесса восстановления отказавших элементов в сложном вычислительном комплексе. [4] стр. 198 - 202.
3. Управляющее оборудование как объект диагностирования. [17] стр. 141 - 143.

При изучении темы 10 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [4] стр. 3 - 30; 186 - 192.
- 2 [8] стр. 162 - 254; 490 - 497;
- 3 [17] стр. 14 - 36; 141 - 143.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения о технической диагностике управляющих систем.
2. Объясните особенности управляющих систем как объекта диагностирования.
3. Приведите общие принципы организации диагностического обеспечения сложных технических систем.
4. Объясните автоматизированное диагностирование электронного управляющего оборудования.
5. Объясните средства ЭВМ в составе систем диагностирования.
6. Объясните иерархическую структуру автоматизированной системы диагностирования.
7. Объясните особенности диагностирования электронного управляющего оборудования.
8. Перечислите автоматизированные средства диагностирования элементов управляющих систем на стадиях эксплуатации и ремонта.

9. Объясните методы и средства неразрушающего контроля в системах автоматизированного диагностирования.

10. Приведите общие характеристики средств диагностирования.

11. Объясните методы автоматизированного диагностирования систем.

12. Объясните расчет характеристик достоверности и надежности систем диагностирования, использующей ЭВМ.

13. Объясните организацию процесса восстановления отказавших элементов в сложном вычислительном комплексе.

14. Объясните управляющее оборудование как объект диагностирования.

Тема 11. Построение алгоритмов диагностирования. Способы и средства реализации алгоритмов диагностирования. Формализация задачи поиска и построение общей модели процесса поиска. Оптимизация контроля работоспособности и поиска неисправности. Задачи отладки АСУ ТП.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 11 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Построение алгоритмов диагностирования.
2. Способы и средства реализации алгоритмов диагностирования.
3. Формализация задачи поиска и построение общей модели процесса поиска.
4. Оптимизация контроля работоспособности и поиска неисправности.
5. Задачи отладки АСУ ТП.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Проанализировать по показателям надежности блоков и оборудования АСУ ТП АЭС;
ТО и ЭИ;
Технологический регламент.

При изучении темы 8 рекомендуется использовать литературу:

1. [4] стр. 74 - 104;
2. [17] стр. 141 - 161.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните построение алгоритмов диагностирования.
2. Приведите способы и средства реализации алгоритмов диагностирования.
3. Объясните формализацию задачи поиска и построение общей модели процесса поиска.

4. Объясните оптимизацию контроля работоспособности и поиска неисправности.
5. Приведите задачи отладки АСУ ТП.
6. Объясните развитие и разработку перспективных средств, а также методов технического диагностирования и повышения надежности оборудования.

2.3 Курсовая работа на тему «Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения»

Для расчета КР должны быть заданы индивидуальные задания и схемы, которые с использованием справочных данных позволят выполнить:

- Анализ эксплуатационной надежности блоков и оборудования АСУ ТП АЭС.

- Расчет структурной надежности технической системы.

- Расчет запасного имущества и принадлежностей (ЗИП).

Планируемые результаты:

1. Углубить, систематизировать и закрепить полученные теоретические знания путем их практического использования при анализе прототипных схем, выборе технического решения, его аргументации и расчетном обосновании полученных результатов.

2. Освоить методику расчета показателей надежности оборудования АСУ ТП АЭС.

3. Получить навыки проведения самостоятельной поисковой работы по материалам научно-технической литературы, при изучении вопросов заданной темы и разработке ее решений.

4. Получить навыки по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям ЕСКД.

5. Усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста. Усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста.

Курсовая работа выполняется в соответствии с вариантом и методическими рекомендациями.

Методические рекомендации выполнения, указанной выше, курсовой работы, приведены в пособии Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2016. - 116 с.: ил.

Задание курсовую работу:

Тема КР: «Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения».

Цель:

1) практически закрепить полученные знания по теории надежности и диагностированию оборудования;

2) получить практические навыки в выполнении расчета и анализа эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методов ее повышения.

3) Исходные данные:

- Структурная, функциональная или принципиальная схема анализируемой системы;

- Значения интенсивности отказов элементов системы.

Перечень заданий, подлежащих выполнению в КР:

- Разработать функционально-логическую схему системы.
- Анализ эксплуатационной надежности блоков и оборудования АСУ ТП АЭС.

- Расчет структурной надежности технической системы.

- Расчет запасного имущества и принадлежностей (ЗИП).

- Предложить методы повышения надежности.

Глава 3

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Перечень основной и дополнительной литературы

1. Анисимов О.Ю. Основы теории надежности электрической части АЭС. – Севастополь: СИЯЭиП, 2009.
2. Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Березкин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 260 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115514>. – Загл. с экрана.
3. В.Л. Горбунов, Д.И. Панфилов, В.Л. Преснухин Справочное пособие по микропроцессорам и микроэвм. - М., В. школа, 2018 г.
4. Гуляев В.А. Техническая диагностика управляющих систем. - К.: Наукова думка, 2013.
5. Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику. - М.: Высшая школа, 2013.
6. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. - М.: Мир, 2000.
7. Коллакот Р. Диагностика повреждений. - М.: Мир, 2000.
8. Клюев В.В. Технические средства диагностирования. Справочник. - М.: Машиностроение, 2019.
9. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Дорохов [и др.]. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>. – Загл. с экрана.
10. Мельников В.И., Усынин Г.Б. Акустические методы диагностики двухфазных теплоносителей ЯЭУ. - М.: Энергоатомиздат, 2017.
11. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики. Кн.1. - М.: Энергия, 2016.
12. Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Сборник задач по теории надежности: Учеб. пособие для очной и заочной форм обучения. Севастополь: СевГУ, 2020. - 240 с.: ил.
13. Половко А.М. Основы теории надежности. - М.: Наука, 2014.
14. Проскуряков К.Н., Ионов Б.А. Нейтронно-физические методы диагностики ядерных энергетических установок. - М.: МЭИ, 2004.
15. Острейковский В.А., Сальников Н.Л. Вероятностное прогнозирование работоспособности элементов. - М.: Энергоатомиздат, 2000.
16. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 289 с. – (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09368-1.
17. Скляров В.Ф., Гуляев В.А. Диагностическое обеспечение энергетического производства. - К.: Техника 2013.

18. Кузнецова Н.И. Сборник расчетно-графических работ по дисциплине «Надежность и диагностирование». Учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2012.

19. Кузнецова Н. И., Серова-Нашева Н. В. Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2016. - 116 с.: ил.

20. Глазунов Л.П., Смирнов А.Н. Проектирование систем диагностирования. - Л.: Энергия, 2012.

21. Калявин В.П., Мозгалеvский А.В. Технические средства диагностирования. - Л.: Судостроение, 2014.

22. Пампура В.И. Структурная информационная теория надежности систем. - К.: Наукова думка, 2012.

23. Плютинский В.И., Погорелов В.И. "Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС". - М.: Энергоатомиздат, 2013.

24. Шальман М.П., Плютинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. - М.: Энергия, 2009.

25. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72975>. – Загл. с экрана.

26. Г.Н.Черкесов Надежность аппаратно-программных комплексов. Учебное пособие.- СПб.: Питер, 2005.

27. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 289 с. – (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-09368-1.

28. Богатырев, В. А. Информационные системы и технологии. Теория надежности : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Богатырев. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 318 с. – (Серия : Бакалавр и магистр. Модуль). – ISBN 978-5-534-00475-5.

29. Лаврищев, И.Б. Надежность систем управления [Электронный ресурс] / И.Б. Лаврищев, А.Ю. Кириков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. – 17 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40877>. – Загл. с экрана.

30. Тимошенков, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 445 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-8193-3.

31. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 502 с. – (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-8582-5.

32. Северцев, Н. А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации: учеб. пособие для академического бакалавриата / Н. А. Северцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 435 с. – (Серия : Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-07531-1.

33. Казарин, О. В. Надежность и безопасность программного обеспечения: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / О. В. Казарин, И. Б. Шубинский. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 342 с. – (Серия : Бакалавр и магистр. Модуль). – ISBN 978-5-534-05142-1.

34. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Термины и определение.

35. ГОСТ 27.003-89 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

36. ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления».

37. Карты оперативного учета отказов технических средств АСУТП.

3.2 Электронные образовательные ресурсы (ЭОР)

Электронные образовательные ресурсы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Электронные образовательные ресурсы (ЭОР).

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	http://krcons.ru/ КонсультантПлюс	КонсультантПлюс - Справочная правовая система

3.3 Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

Электронно-библиотечные системы приведены в табл. 4.

Таблица 4

Электронно-библиотечные системы (ЭБС).

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	http://znanium.com/	Электронно-библиотечная система (ЭБС) ZNANIUM.COM включает Основную коллекцию (базовую) , Научный поиск (модуль), Энциклопедию Znanium
2	https://www.biblio-online.ru/	Электронно- библиотечной системе «ЭБС ЮРАЙТ». Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
3.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Лань. Представлены коллекции книг ведущих издательств учебной и научной литературы

Глава 4

ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ»

4.1 Теоретические вопросы

Каждый билет или собеседование включает в себя теоретические вопросы и практическое задание.

1. Перечислите проблемы надежности АСУ и диагностирования оборудования.

2. Приведите критерии надежности невосстанавливаемых изделий.

3. Дайте определения системы и её объектов (элемент, блок, устройство, прибор).

4. Приведите блок-схему и дайте определения основных состояний системы.

5. Дайте определение основных событий восстанавливаемой системы.

6. Объясните восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы.

7. Приведите определение отказа и объясните классификацию отказов.

8. Приведите виды и признаки отказов.

9. Приведите показатели надёжности.

10. Объясните безотказность объекта.

11. Объясните долговечность объекта.

12. Объясните ремонтпригодность объекта.

13. Объясните сохраняемость объекта.

14. Приведите комплексные показатели надежности.

15. Приведите критерии надежности невосстанавливаемых изделий.

16. Объясните вероятность безотказной работы.

17. Объясните вероятность отказа.

18. Объясните частоту отказа.

19. Объясните интенсивность отказа.

20. Объясните средняя наработка до первого отказа.

21. Приведите критерии надежности восстанавливаемых изделий.

22. Объясните поток отказов и основные свойства потока.

23. Объясните параметр потока отказов.

24. Объясните наработка на отказ.

25. Приведите коэффициенты, учитывающие вынужденный простой аппаратуры.

26. Приведите коэффициенты, характеризующие частоту профилактических мероприятий.

27. Приведите коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность аппаратуры.

28. Объясните мгновенную интенсивность нестационарного потока.

29. Объясните нестационарный Пуассоновский поток и приведите основные расчетные формулы и свойства.

30. Приведите экспоненциальный закон теории надежности.

31. Приведите закон распределения Релея.
32. Приведите гамма-распределение.
33. Приведите нормальный усеченный закон распределения.
34. Приведите распределение Вейбулла.
35. Приведите Модель Пуассона.
36. Приведите общие сведения о расчетах надежности систем.
37. Приведите стадии полного расчета на надежность объекта.
38. Приведите основные этапы расчета надежности.
39. Объясните расчет структурной надежности системы.
40. Приведите сложные системы и их анализ.
41. Объясните расчет надежности при основном соединении элементов.
42. Объясните расчет надежности с использованием математической логики и математического аппарата вероятности.
43. Объясните структурный анализ и структурное преобразование при расчетах надежности.
44. Приведите оценку точности расчета надежности.
45. Объясните анализ системы методом перебора состояний
46. Объясните метод разложения относительно ключевого элемента.
47. Объясните расчетно-логическую схему резервированной системы.
48. Приведите общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
49. Приведите раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
50. Приведите общее резервирование замещением с целой кратностью.
51. Приведите раздельное резервирование замещением с целой кратностью
52. Приведите общее резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом.
53. Приведите скользящее резервирование.
54. Перечислите факторы, влияющие на надежность АСУ ТП.
55. Приведите общий порядок оценки надежности АСУ.
56. Объясните влияние надежности элементов на надежность автоматизированной системы.
57. Объясните надежность элементов АСУ ТП энергоблока.
58. Перечислите мероприятия по обеспечению надежности АСУ ТП.
59. Объясните оценку надежности АСУ ТП энергоблока.
60. Перечислите технические факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.
61. Перечислите эксплуатационные факторы, влияющие на надежность АСУ ТП энергоблока.
62. Приведите методы повышения надежности сложных систем.
63. Перечислите требования, предъявляемые к надежности сложных систем.
64. Объясните резервирование, как средство повышения надежности.
65. Объясните способы уменьшения интенсивности отказов системы.

66. Объясните эксплуатационную надежность АСУ.
67. Объясните помехоустойчивость аппаратуры.
68. Объясните обслуживание, как средство повышения надежности.
69. Объясните профилактику электронного оборудования.
70. Объясните основы теории технического диагностирования.
71. Приведите основные термины и определения технического диагностирования.
72. Объясните техническую диагностику и прогнозирование.
73. Объясните функциональное диагностирование.
74. Объясните тестовое диагностирование.
75. Приведите нормативную и техническую документацию при диагностировании.
76. Объясните техническое диагностирование энергетического оборудования.
77. Приведите классификацию методов диагностирования.
78. Приведите системы тестового диагностирования.
79. Объясните системы функционального диагностирования.
80. Объясните эксплуатацию средств диагностирования энергетического оборудования.
81. Объясните методы функционального диагностирования в пространстве параметров.
82. Объясните методы функционального диагностирования в пространстве сигналов.
83. Объясните декомпозицию ядерного энергоблока на объекты диагностирования.
84. Объясните унификацию технологических объектов диагностирования.
85. Приведите аномалии объектов диагностирования.
86. Приведите цели и задачи диагностирования энергоблока.
87. Приведите общие сведения о технической диагностике управляющих систем.
88. Объясните особенности управляющих систем как объекта диагностирования.
89. Приведите общие принципы организации диагностического обеспечения сложных технических систем.
90. Объясните средства ЭВМ в составе систем диагностирования.
91. Приведите иерархическую структуру автоматизированной системы диагностирования.
92. Объясните особенности диагностирования электронного управляющего оборудования.
93. Перечислите автоматизированные средства диагностирования элементов управляющих систем на стадиях эксплуатации и ремонта.
94. Объясните методы и средства неразрушающего контроля в системах автоматизированного диагностирования.
95. Приведите общие характеристики средств диагностирования.

96. Объясните методы автоматизированного диагностирования систем.
97. Объясните расчет характеристик достоверности и надежности систем диагностирования, использующей ЭВМ.
98. Объясните организацию процесса восстановления отказавших элементов в сложном вычислительном комплексе.
99. Объясните управляющее оборудование как объект диагностирования.
100. Объясните задачи отладки и диагностирования АСУ ТП.
101. Объясните унификацию технологических объектов диагностирования.
102. Объясните цели и задачи диагностирования оборудования энергоблока.
103. Приведите структурная схема системы диагностирования энергоблока.
104. Приведите иерархическую структуру системы диагностирования с использованием микропроцессора.
105. Объясните построение алгоритмов диагностирования.
106. Приведите способы и средства реализации алгоритмов диагностирования.
107. Объясните формализацию задачи поиска и построение общей модели процесса поиска.
108. Объясните оптимизацию контроля работоспособности и поиска неисправности.
109. Объясните развитие и разработку перспективных средств, а также методов технического диагностирования и повышения надежности оборудования.

4.2 Практические задания

1. Предложено конструктором три варианта схем построения изделия, представленные на рис.1:

а) изделие не резервировано и средние наработки до первого отказа элементов равны $T_1 = T_2 = 300$ ч;

б) один элемент дублируется путем замещения при ненагруженном состоянии резерва, а второй, как и в схеме рис. а), не резервирован, причем средние наработки до первого отказа дублированного узла и нерезервированного элемента те же;

в) один элемент дублирован путем постоянно включенного резерва, а второй не резервирован, причем, как и в схемах рис. а) и б), средние наработки до первого отказа дублированного узла и нерезервированного элемента равны 300 ч.

Какой из вариантов более предпочтителен с точки зрения надежности, если надежность изделия оценивать средней наработкой до первого отказа?

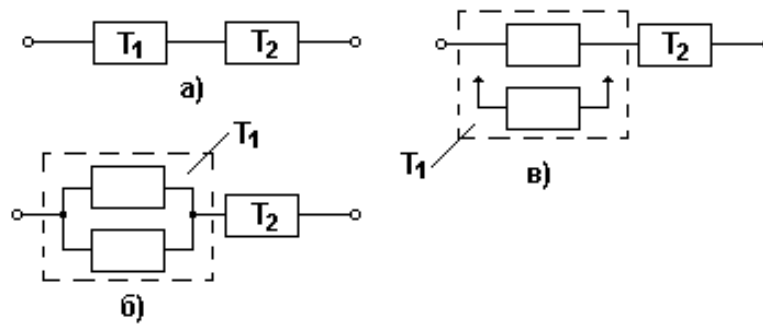


Рис. 1. Варианты построения изделия

2. Система состоит из N однотипных элементов, каждый из которых имеет среднюю наработку до первого отказа, равную $T_{\text{экв}} = 1/\lambda_{\text{экв}}$. Для повышения надежности применено скользящее резервирование, при котором m резервных элементов находятся в ненагруженном режиме. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа.

3. Для повышения надежности схемы резисторы резервированы путем параллельного соединения. Схема допускает изменение сопротивления на $1/3$, поэтому параллельно включено три резистора. Известно, что интенсивность отказов резистора при параллельном соединении трех резисторов $\lambda = 0,25 \cdot 10^{-6}$ 1/час. При отказе одного из них интенсивность отказов каждого из исправных возрастает вдвое, т.е. $\lambda_1 = 0,5 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Интенсивность отказов одного нерезервированного резистора также равна $\lambda = 0,25 \cdot 10^{-6}$ 1/ч, а время непрерывной работы схемы $t = 3500$ ч. Необходимо определить выигрыш в надежности резервированной схемы по сравнению с нерезервированной, если надежность оценивать вероятностью отказа и средним временем безотказной работы.

4. Для повышения надежности системы управления на объекте установлены два прибора с разными физическими принципами действия. Первый прибор имеет интенсивность отказов λ_1 . Второй прибор состоит из двух одинаковых устройств, каждый из которых имеет интенсивность отказов λ_2 ; они образуют прибор с общим постоянным резервированием (дублированием). Установить, какой из двух приборов должен быть основным, а какой резервным, если применить резервирование замещением с ненагруженным резервом.

5. Для повышения надежности конструктором предложено два варианта схем резервирования резисторов:

- а - параллельное соединение двух элементов;
- б - параллельное соединение трех элементов.

Интенсивности отказов последних имеют следующие значения: $\lambda = 0,3 \cdot 10^{-6}$ 1/ч - интенсивность отказов резистора в схеме а или б при всех исправных элементах схемы; $\lambda_1 = 2\lambda$ - интенсивность отказов исправного резистора в схеме а после отказа одного из двух параллельно соединенных

резисторов; $\lambda_2 = 1,5\lambda$ интенсивность отказов любого из исправных резисторов в схеме б после отказа одного элемента; $\lambda_3 = 3\lambda$ интенсивность отказов исправного резистора в схеме б после отказа любых двух резисторов.

Время непрерывной работы схемы $t = 5000$ час. За критерий целесообразности применения схемы следует выбрать выигрыш в надежности по вероятности отказов в течение времени t . Какой из вариантов следует принять, если схема не критична к изменению сопротивления цепи резисторов?

6. Известны: λ - интенсивность отказов конденсатора; $\lambda_0, \lambda_3 = \lambda_1$ - интенсивность отказов конденсатора соответственно по обрыву и замыканию (пробою); $\varphi_0 = \lambda_0/(\lambda_0 + \lambda_1)$ - вероятность того, что возникший отказ конденсатора произойдет из-за обрыва; t - время непрерывной работы схемы. Предполагается, что последствие отказов отсутствует. Найти вероятность безотказной работы схем соединения конденсаторов, показанных на рис. 2.

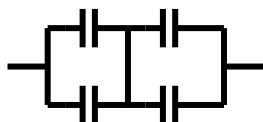


Рис. 2. Схема соединения элементов

7. Известны: λ - интенсивность отказов конденсатора; $\lambda_0, \lambda_3 = \lambda_1$ - интенсивность отказов конденсатора соответственно по обрыву и замыканию (пробою); $\varphi_0 = \lambda_0/(\lambda_0 + \lambda_1)$ - вероятность того, что возникший отказ конденсатора произойдет из-за обрыва; t - время непрерывной работы схемы. Предполагается, что последствие отказов отсутствует. Найти среднюю наработку до первого отказа схем соединения конденсаторов, показанных на рис. 3.

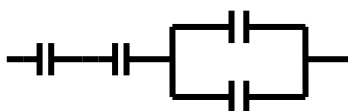


Рис. 3. Схема соединения элементов

8. Интенсивность отказов конденсаторов λ настолько низка, что для времени непрерывной работы порядка нескольких тысяч часов всегда выполняется условие $\lambda t \ll 1$. При этом условии необходимо найти выигрыш в надежности схемы рис. а по сравнению со схемой рис. б.

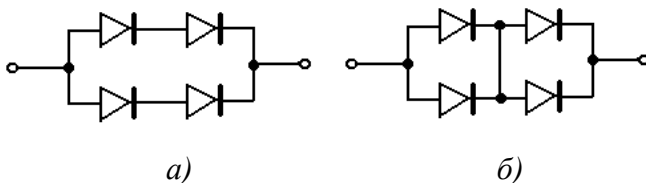


Рис. 4. Схемы резервирования диодов:

а - последовательно-параллельное соединение;
б - параллельно-последовательное соединение

9. Для повышения надежности контакты реле дублированы путем их последовательного соединения. Известны следующие данные: λ - интенсивность отказов одной пары контактов; φ_3 - вероятность того, что возникший отказ контакта будет типа замыкания; λ_1 - интенсивность отказов одной пары контактов после отказа другой пары; t - время непрерывной работы реле. Требуется определить вероятность безотказной работы дублированной схемы.

Примеры выполнения практических заданий приведены в учебном пособии Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Сборник задач по теории надежности: Учеб. пособие для очной и заочной форм обучения. Севастополь: СевГУ, 2020. - 240 с.: ил.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСУ	- автоматическая система управления;
АЭС	- атомная электрическая станция;
АСУ ТП	- автоматизированная система управления технологическими процессами;
ЕСКД	- единая система конструкторской документации;
ЗИП	- запасное имущество и принадлежности;
КИПиА	- контрольно-измерительные приборы и автоматика;
СКУ	- системы контроля и управления;
СУЗ	- система управления и защиты;
ЭВМ	- электронно-вычислительные машины;
ЭБС	- электронно-библиотечные системы;
ЭОР	- электронные образовательные ресурсы;
ЯЭУ	- ядерная энергетическая установка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов О.Ю. Основы теории надежности электрической части АЭС. - Севастополь, СИЯЭиП, 2009.
2. Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику. - М.: Высшая школа, 2013.
3. Калявин В.П., Мозгалеvский А.В. Технические средства диагностирования. - Л.: Судостроение, 2014.
4. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. - М.: Мир, 2000.
5. Ключев В.В. Технические средства диагностирования. Справочник. - М.: Машиностроение, 2019.
6. Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Сборник задач по теории надежности: Учеб. пособие. Севастополь: СевГУ, 2020.
7. Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Расчет и анализ эксплуатационной надежности АСУ ТП АЭС и методы ее повышения: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2016.
8. Кузнецова Н.И. Сборник расчетно-графических работ по дисциплине «Надежность и диагностирование». Учеб. Пособие. Севастополь: СМУАЭиП, 2012.
9. Пампура В.И. Структурная информационная теория надежности систем. - К.: Наукова думка, 2012.
10. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики. Кн.1. -М.: Энергия, 2016.
11. Половко А.М. Основы теории надежности. - М.: Наука, 2014.
12. Плютинский В.И., Погорелов В.И. "Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС". - М.: Энергоатомиздат, 2013.
13. Скляр В.Ф., Гуляев В.А. Диагностическое обеспечение энергетического производства. - К.: Техника 2013.

**Кузнецова Нина Ивановна
Серова-Нашева Наталия Валерьевна**

НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

*Методические указания
по изучению дисциплины*

Издается в авторской редакции