

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический институт

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ



С.Б. Сапожков

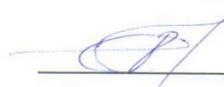
2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Надежность систем промышленных предприятий

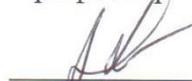
для направления подготовки
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

СОГЛАСОВАНО
Начальник отдела
обеспечения деятельности ИПТ

 О.В. Ушакова

« 08 » 04 2019 г.

РАЗРАБОТАЛ
Профессор

 И.В. Швецов

5 февраля 2019 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 6 от 5 февраля 2019 г.
Заведующий кафедрой

 И.В. Швецов
5 февраля 2019 г.

1. Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля - формирование компетенций по методам оценки показателей надежности автоматизированных систем управления и обеспечения необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем управления. Также - дать студентам представления, знания, умения и навыки в вопросах надежности теплоэнергоустановок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности в качестве инженера-протеплоэнергетика. Задача учебного модуля – знакомство обучающихся с основополагающими знаниями в области анализа, построения альтернативных моделей и расчета характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, способов оптимального резервирования, расчета надежности программного обеспечения автоматических и автоматизированных систем управления.

2. Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

Изложение материала является базой и основных понятий направлений подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника и 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. Знания, полученные в процессе изучения учебного модуля, используются студентами при изучении специальных курсов при подготовке специалистов теплоэнергетиков, при изучении безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы. Модуль базируется на следующих модулях: «Физика», «Теоретическая механика» и «Механика». Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлениям подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника и 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

3. Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование следующих компетенций:

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:
 В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Таблица 1

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
УК-1	базовый	Готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	Основными методами оценки показателей надежности АСУ, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией
ОПК-2		Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	Проводить системный сравнительный анализ надежностных характеристик различных альтернативных вариантов для обоснования выбора наиболее эффективного решения	Методиками испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования в соответствии с профилем работы

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Таблица 2

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций		
		8			
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6			
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	УК-1, ОПК-2		
1) УЭМ1 – ММ:					
- лекции				36	36
- практические занятия (семинары)				54	54
- аудиторная СРС				18	18
- внеаудиторная СРС	90	90			
Аттестация:					
- экзамен	36	54			

*) экзамен принимается в часы аудиторной СРС.

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

1. Введение. Основные понятия и определения теории надежности.

Количественные показатели надежности элементов и систем без восстановления. Функциональные показатели надежности элемента: функция ненадежности элемента, функция надежности элемента, плотность вероятности отказа, интенсивность отказов. Числовые показатели надежности: средняя наработка до отказа; дисперсия наработки до отказа; гамма-процентный ресурс надежности; вероятность безотказной работы в заданные моменты времени.

2. Надежность технических элементов. Испытания на надежность. Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями.

3. Надежность простых технических систем. Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями

4. Расчет надежности локальных технических систем. Расчет надежности системы с двумя и тремя нагруженными элементами, с групповым нагруженным резервом и с индивидуальным резервом. Анализ эффективности систем с групповым и индивидуальным резервом. Анализ эффективности резервирования системы с отказами разного вида. Расчет надежности мажоритарных систем.

5. Ремонтпригодность технических элементов. Функциональные показатели ремонтпригодности; числовые показатели ремонтпригодности; экспоненциальное распределение вероятности восстановления; комплексные показатели ремонтпригодности.

6. Показатели надежности систем с восстановлением. Количественные показатели надежности систем с восстановлением: среднее время наработки на отказ, среднее время и

интенсивность восстановления, ресурс, срок службы, функция и коэффициент готовности. Поток восстановлений, определение параметров потока. Определение функции готовности и коэффициента готовности системы с восстановлением по интенсивностям отказов и восстановления.

7. Надежность программного обеспечения. Общие сведения о программном обеспечении; жизненный цикл программного обеспечения, показатели надежности программы и программного обеспечения; понятие работоспособности и отказа программы; понятие ошибки программы; классификация программных ошибок; функциональные и числовые характеристики надежности программного обеспечения. Модели надежности программы. Методы повышения надежности программного обеспечения. Модели введения структурной избыточности в программы.

8. Методы повышения надежности автоматических систем. Методы повышения надежности АСУ ТП при проектировании и при эксплуатации. Оценка качества программного продукта: верификация, валидация. Отказы автоматических систем надежности программного обеспечения АСУТП.

9. Диагностика систем управления. Контроль технического состояния систем управления. Классификация видов контроля. Виды отказов и локализация отказов. Диагностическое оборудование для систем управления.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Темы и содержание практических занятий

Таблица 4

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Последовательное соединение элементов в систему	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Расчет надежности системы с постоянным резервированием	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Расчет надежности системы с поэлементным резервированием	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Скользящее резервирование при экспоненциальном законе надежности	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Расчет показателей надежности резервированных систем с учетом восстановления	6
Итого за 8 семестр:	54

4.4 Самостоятельная работа студентов включает работу с интернет-источниками, предоставляющими свободный доступ к демо-версиям программных продуктов, проработку полученных на занятиях теоретических знаний с использованием дополнительной литературы и специализированных интернет-сайтов, анализ литературных и интернет-источников для выполнения контрольных работ и индивидуальных домашних заданий или в виде рефератов.

4.5 Организация изучения учебного модуля

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- практические занятия (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, формирование практических навыков работы);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала, написание реферата).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

- **текущий:** контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с литературой.
- **рубежный:** предполагает учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).
- **семестровый:** экзамен осуществляется посредством суммирования баллов за семестр.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Фондом оценочных средств (ФОС).

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, учебной лаборатории, компьютерного класса, тренажеров. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПроОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 “Теплоэнергетика и теплотехника” и профилю “Промышленная теплоэнергетика”. Целью выполнения самостоятельной работы является ознакомление с учебной и нормативно - справочной литературой, дополнительное изучение некоторых тем

курса лекций, в частности пакетов программ, в том числе Excel и Mathcad Объектом работы являются учебники и учебные и справочные пособия, учебно-методические разработки кафедры, журнальные публикации и т. п. источники.

Педагогическими контрольными материалами являются вопросы к экзамену, которые приведены в приложении А. Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта учебного модуля

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
«Надежность систем промышленных предприятий»**

1. Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Образовательный процесс при изучении УМ строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, выполнение практических работ);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления, работа с литературой);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Перечень тем и вопросов к разделам 1-4

- 1 Количественные показатели надежности элементов и систем без восстановления.
- 2 Функциональные показатели надежности элемента: функция ненадежности элемента, функция надежности элемента, плотность вероятности отказа, интенсивность отказов.
- 3 Числовые показатели надежности: средняя наработка до отказа.
- 4 Дисперсия наработки до отказа.
- 5 Гамма-процентный ресурс надежности.
- 6 Вероятность безотказной работы в заданные моменты времени.
- 7 Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями.
- 8 Основные понятия и классификация: структурные схемы надежности систем; надежность нерезервированных систем; классификация резервированных систем; сравнительный анализ систем с разными видами резервов; надежность систем с нагруженным резервом; надежность систем с перекрестными связями.
- 9 Расчет надежности системы с двумя и тремя нагруженными элементами, с групповым нагруженным резервом и с индивидуальным резервом.
- 10 Анализ эффективности систем с групповым и индивидуальным резервом.
- 11 Анализ эффективности резервирования системы с отказами разного вида.
- 12 Расчет надежности мажоритарных систем.

Перечень тем и вопросов к разделам 5-9

13 Функциональные показатели ремонтпригодности; числовые показатели ремонтпригодности; экспоненциальное распределение вероятности восстановления; комплексные показатели ремонтпригодности.

14 Количественные показатели надежности систем с восстановлением: среднее время наработки на отказ, среднее время и интенсивность восстановления, ресурс, срок службы, функция и коэффициент готовности.

15 Поток восстановлений, определение параметров потока.

16 Определение функции готовности и коэффициента готовности системы с восстановлением по интенсивностям отказов и восстановления.

17 Общие сведения о программном обеспечении; жизненный цикл программного обеспечения, показатели надежности программы и программного обеспечения; понятие работоспособности и отказа программы; понятие ошибки программы; классификация программных ошибок; функциональные и числовые характеристики надежности программного обеспечения.

18 Модели надежности программы.

19 Методы повышение надежности программного обеспечения.

20 Модели введения структурной избыточности в программы.

21 Методы повышение надежности АСУ ТП при проектировании и при эксплуатации.

22 Оценка качества программного продукта: верификация, валидация.

23 Отказы автоматических систем надежности программного обеспечения АСУТП.

24 Контроль технического состояния систем управления. Классификация видов контроля. Виды отказов и локализация отказов.

25 Диагностическое оборудование для систем управления.

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра промышленной энергетики

Экзаменационный билет № 1

Модуль «Надежность систем промышленных предприятий»

Для направления подготовки подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника и 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

1. Количественные показатели надежности элементов и систем без восстановления.

2. Функциональные показатели ремонтпригодности; числовые показатели ремонтпригодности; экспоненциальное распределение вероятности восстановления; комплексные показатели ремонтпригодности.

3. Задача. На испытание поставлено $N = 400$ изделий. За время $t = 3000$ час отказало 200 изделий, т.е. $n(t) = 400 - 200 = 200$. За интервал времени $(t, t + \Delta t)$, где $\Delta t = 100$ час, отказало 100 изделий, т.е. $\Delta n(t) = 100$. Требуется определить $P^*(3000)$, $P^*(3100)$, $f^*(3000)$, $\lambda^*(3000)$.

Принято на заседании кафедры промышленной энергетики

Протокол № _____ от “_____” _____ 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ (Ф. И. О.)

2. Методические рекомендации по практическим занятиям

Содержание дисциплины является достаточно разнородным и включает как общетеоретические и узкотехнологические вопросы. Предусмотрено изучение следующих вопросов: Основы системных исследований надежности в теплоснабжении. Классификация и определение надежности. Этапы создания условий для работы систем с высокой степенью надежности. Надежность системы устанавливается и закладывается при ее разработке. При эксплуатации поддерживается тот уровень надежности, который был достигнут при изготовлении, монтаже и наладке системы. Надежность, которая может быть заложена при проектировании, зависит не только от квалификации и качества работы непосредственных исполнителей, но и от того организационно-технического уровня обеспечения качества, на который вышло предприятие в целом в данный момент.

Все практические занятия делят на разделы, которые формируют представление по вопросам надежности в промышленности и закрепляют теоретический материал посредством решения задач. Решение задач направлено на закрепление теоретического материала. Задачи выдает преподаватель на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Обсуждение основных вопросов дисциплины на практических занятиях позволит сформировать понимание проблем по вопросам надежности, а также наметить пути их решения. Данный вид работы необходим для овладения компетенциями, заданными в образовательном стандарте при подготовке специалиста высокого уровня.

Технологическая карта
учебного модуля «Надежность систем промышленных предприятий»
семестр 6, ЗЕТ- 6, вид аттестации - экзамен, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ и наименование раздела учебного модуля	№ неде-ли сем.	Трудоемкость, ак. час					СРС	Форма текущего контроля успеваемости (в соотв. с паспортом ФОС)	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УЭМ - Надежность систем теплоэнергосбережения промышленных предприятий	6	36	54	--	18	90		250	
разделы 1-4		18	27		9	45	Контр. работа 1	125	
разделы 5-9		18	27		9	45	Контр. работа 2	125	
экзамен								50	
Итого:	6	36	54		18	90	экзамен	300	

(Трудоемкость разделов УМ не должна быть, как правило, меньше двух академических часов)

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины в соответствии с фондом оценочных средств (ФОС):

- оценка «удовлетворительно» – 150 – 209 баллов
- оценка «хорошо» – 210 – 269 баллов
- оценка «отлично» – 270 – 300 баллов

Приложение В

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля - **Надежность систем промышленных предприятий**

Направление – 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Формы обучения - дневная

Курс – 3, Семестр - 6

Часов: всего - 216, лекций - 36, практ. зан. - 54, лаб. раб. - нет, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) - 126

Обеспечивающая кафедра – ПРЭН

Таблица А.1- Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором используется.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ	Примечание
Делягин Г.Н., Лебедев В.И. Теплогенерирующие установки: Учебник для вузов-М.: БАСТЕТ, 2010.- 622с.	все		5	
Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. - 4-е изд., репринт. - М.: БАСТЕТ, 2009. - 52с.: ил. - Библиогр.: с.520-521. - Указ.: 521-522.	все		20	
Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий: [электронный ресурс] Метод. указ. к работам / Сост. Н.А. Бусель; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2002. - 26с. - Библиогр.: с.25. - 4.70.	все		10	Единое окно доступа к обзорным ресурсам http://window.edu.ru/resource/753/74753

Таблица А.2 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использов.	Число часов, обеспеч. издание м	Кол. экз. на каф.	Примечание
1. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: [электронный ресурс] Рабочая программа/ Авт.-сост. И.В.Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. 14с.	все		1	http://www.novsu.ru/cms/docs/r.406.cb.tinymceSetUrl/i.406/?id=822601
3. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: [электронный ресурс] Методические указания к контрольным работам/ Авт.-сост. И.В.Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. – 18 с.	Контр. работы	4	90	http://www.novsu.ru/
Газоаналитическое отображение физико-химических явлений: [электронный ресурс] Монография / Авт.сост. И.В.Швецов, Н.В.Дараселия НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012. 107с.	все		500	http://www.novsu.ru/

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ И.В.Швецов
_____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка

КОМПЛЕКТ ЗАДАЧ для контрольных работ по темам

Задачи для контроля знаний по модулю «Надежность систем теплоэнергосбережения промышленных предприятий»

Тема 1

Задача 1.1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп, за 3000 час. отказало 80 ламп. Требуется определить $P^*(t)$, $q^*(t)$ при $t = 3000$ час.

Задача 1.2. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов электронных ламп в промежутке времени 3000 - 4000 час.

Задача 1.3. На испытание поставлено $N = 400$ изделий. За время $t = 3000$ час отказало 200 изделий, т.е. $n(t) = 400 - 200 = 200$. За интервал времени $(t, t + \Delta t)$, где $\Delta t = 100$ час, отказало 100 изделий, т.е. $\Delta n(t) = 100$. Требуется определить $P^*(3000)$, $P^*(3100)$, $f^*(3000)$, $\lambda^*(3000)$.

Тема 2

Задача 2.1. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени $t = 120$ час., а также среднее время безотказной работы.

Задача 2.2. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час., частоту отказов для момента времени $t = 120$ час и интенсивность отказов.

Задача 2.3. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $mt = 8000$ час., $\sigma t = 1000$ час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $p(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, mt для $t = 8000$ час.

Тема 3

Задача 3.1. Прибор состоит из $n = 5$ узлов. Надежность узлов характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t , которая равна: $P_1(t) = 0,98$; $P_2(t) = 0,99$; $P_3(t) = 0,998$; $P_4(t) = 0,975$; $P_5(t) = 0,985$. Необходимо определить вероятность безотказной работы прибора.

Задача 3.12. Система состоит из пяти приборов, среднее время безотказной работы которых равно: $mt_1 = 83$ час; $mt_2 = 220$ час; $mt_3 = 280$ час; $mt_4 = 400$ час; $mt_5 = 700$ час. Для приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы системы.

Задача 3.13. Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени $t = 50$ час равна: $P_1(50) = 0,98$; $P_2(50) = 0,99$; $P_3(50) = 0,998$; $P_4(50) = 0,975$; $P_5(50) = 0,985$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора.

Тема 4

Задача 4.1. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ($n = 3$) применено общее постоянное дублирование всего радиопередатчика. Интенсивность отказов каскада равна $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Определить $P_c(t)$, m_{tc} , $f_c(t)$, $\lambda_c(t)$ радиопередатчика с дублированием.

Задача 4.2. Для логической схемы системы определить интенсивность отказов $\lambda_c(t)$. Здесь резерв нагруженный, отказы независимы.

Задача 4.3. Радиоэлектронная аппаратура состоит из трех блоков I,II,III. Интенсивности отказов этих трех блоков соответственно равны: λ_1 , λ_2 , λ_3 . Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры $P_c(t)$ для следующих случаев:

- резерв отсутствует;
- имеется дублирование радиоэлектронной аппаратуры в целом.

Тема 5

Задача 5.1. Схема расчета надежности изделия задается преподавателем. Необходимо определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$, частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ изделия. Найти $\lambda_c(t)$ при $t = 0$.

Задача 5.2. Схема расчета надежности системы задается преподавателем, где А,Б,В,Г – блоки системы. Определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ системы.

Задача 5.3. Схема расчета надежности системы задается преподавателем. Определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ системы.

Тема 6

Задача 6.1. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ($n=3$) применено раздельное дублирование каждого каскада. Интенсивность отказов каскадов равна $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Рассчитать вероятность безотказной работы $P_c(t)$ в течение времени $t = 100$ час и среднее время безотказной работы m_{tc} радиопередатчика.

Задача 6.2. Вычислитель состоит из двух блоков, соединенных последовательно и характеризуется соответственно интенсивностями отказов $\lambda_1 = 120,54 \cdot 10^{-6}$ 1/час и $\lambda_2 = 185,66 \cdot 10^{-6}$ 1/час. Выполнено пассивное поэлементное резервирование с неизменной нагрузкой блока 2. Требуется определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ вычислителя, среднее время безотказной работы m_{tc} , частоту отказов $f_c(t)$ и интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ вычислителя. Определить $P_c(t)$ при $t=20$ час.

Задача 6.3. Вычислительное устройство состоит из $n=3$ одинаковых блоков, к каждому из которых подключен блок в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого блока равна $\lambda = 10^{-4}$ 1/час. Требуется определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ устройства и среднее время безотказной работы устройства m_{tc} .

Тема 7

Задача 7.1. Интенсивность отказов измерительного прибора $\lambda = 0,83 \cdot 10^{-3}$ 1/час. Для повышения точности измерения применена схема группирования из трех по два ($m=1/2$). Необходимо определить вероятность безотказной работы схемы $P_c(t)$, среднее время безотказной работы схемы m_{tc} , частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ схемы.

Задача 7.2. Интенсивность отказов измерительного прибора $\lambda = 0,83 \cdot 10^{-3}$ 1/час. Для повышения точности измерения применена схема группирования из пяти по три ($m=2/3$). Необходимо определить вероятность безотказной работы схемы $P_c(t)$, частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ схемы.

Задача 7.3. Автомобильный двигатель имеет $l=4$ свечи зажигания по одной на каждый цилиндр. Интенсивность отказов свечи $\lambda = 10^{-3}$ 1/час, а длительность работы двигателя в течение всего путешествия $t=20$ час. Предполагается, что автомобиль может ехать также при одном неработающем цилиндре. Необходимо определить вероятность безотказной работы двигателя $P_c(t)$, среднее время безотказной работы двигателя m_{tc} , частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ двигателя. Какова вероятность того, что автомобиль доставит туристов в пункт назначения без замены свечей?

Тема 8

Задача 8.1. Система состоит из n однотипных элементов, каждый из которых имеет среднее время безотказной работы $m_{ti} = m_t = 1/\lambda_i$, $i = 1, n$. Для повышения надежности применено скользящее резервирование, при котором m_0 резервных элементов находятся в

ненагруженном режиме. Необходимо найти среднее время безотказной работы резервированной системы mtc . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы $P_c(t)$, если $m = 2$, а также частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ резервированной системы.

Задача 8.2. Блок усилителей промышленной частоты включает в себя $n = 4$ последовательно соединенных усилителя и один усилитель в ненагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого работающего усилителя $\lambda = 6 \times 10^{-4}$ 1/час. Определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ резервированной системы, среднее время безотказной работы mtc системы, частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$. Определить также $P_c(t)$ при $t = 100$ час.

Задача 8.3. Блок телеметрии включает в себя два одинаковых приемника. Интенсивность отказов каждого приемника составляет $\lambda = 4 \times 10^{-4}$ 1/час. Имеется один приемник в ненагруженном скользящем резерве. Определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ резервированной системы, среднее время безотказной работы mtc системы, частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$. Определить $P_c(t)$ при $t = 250$ час. Определить $P_c(t)$, когда резерв отсутствует.

Тема 9

Задача 9.1. Регистрирующее устройство содержит рабочий блок и блок в нагруженном резерве. Вероятность отказа блока в течение 25 часов $q(t) = 0,1$. Ремонт производится одной бригадой с интенсивностью $\mu = 0,2$ 1/час. Определить коэффициент простоя регистрирующего устройства.

Задача 9.2. Система связи содержит одно устройство, предназначенное для выполнения задачи и одно устройство в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого устройства равна λ 1/час, восстановления — μ 1/час. Ремонт устройств производится независимо друг от друга. Определить функцию готовности.

Задача 9.3. Система сопровождения состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Для каждого блока заданы: $\lambda = 2 \times 10^{-3}$ 1/час, $\mu = 0,2$ 1/час. Определить время безотказной работы системы.