

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины части, формируемой участниками образовательных  
отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«НАДЕЖНОСТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы  
и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-  
исследовательский

Форма обучения – очная.

Факультет информационных технологий

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Семестр - 8

Тверь 2020

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: профессор кафедры РИС

В.К. Кемайкин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РИС  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

С.Ф. Боев

Согласовано:  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью изучения дисциплины** является подготовка студентов по основным вопросам прикладной теории надёжности, сообщить им сведения о применении этой теории к области радиотехнических систем (РТС).

**Задачами дисциплины** являются:

- изучение основ прикладной теории надёжности;
- умение использовать научные основы и практические методы анализа показателей надёжности при проведении исследований и разработке РТС;
- владение навыками моделирования надёжности РТС и её составных частей;
- умение выбирать и обосновывать показатели надёжности РТС, ставить и решать задачи обеспечения оптимальной надёжности РТС;
- владение методами расчета показателей безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости, долговечности и комплексных показателей надёжности;
- знание научных основ и практических методов организации обслуживания и эксплуатации РТС;
- умение использовать новые перспективные модели и методы повышения надёжности РТС.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Курс базируется на дисциплинах: теория вероятностей и математическая статистика, основы моделирования и оценки эффективности радиоэлектронных средств (РЭС), компьютерное проектирование и моделирование РЭС.

Курс используется при изложении вопросов проектирования радиоэлектронных систем, проведения научных исследований, а так же при выполнении заданий по выполнению курсовой работы и дипломному проектированию.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:**

**ПК-6** Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных систем автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ.

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-6.1 Применяет на практике знания принципов проектирования конструкций радиоэлектронных средств.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций:**

ИПК-6.1

**Знать:**

- 31.1. Основные понятия и определения теории надёжности.
- 31.2. Показатели безотказности невосстанавливаемых систем.
- 31.3. Показатели безотказности восстанавливаемых систем.

- 31.4. Показатели сохраняемости.
- 31.5. Показатели ремонтпригодности.
- 31.6. Показатели долговечности.
- 31.7. Комплексные показатели надежности.

**Уметь:**

У1.1. Выполнять постановку задачи структурным методом оценки надежности.

У1.2. Проводить работы по реализации статистических методов контроля надежности РТС.

У1.3. Осуществлять постановку задачи оптимального резервирования РТС.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1.1. Оценивать надежность РТС классическими, логико-вероятностным и топологическим методами расчета надежности радиотехнических систем.

ПП1.2. Применять метод динамического программирования для решения задачи оптимального резервирования РТС.

**3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, лабораторных работ, практических занятий и самостоятельная работа студентов.

**4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы   | Зачетные единицы | Академические часы |
|--|------------------|--------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                                       | 4                | 144                |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>  |                  | 45                 |
| В том числе:   |                  |                    |
| Лекции   |                  | 15                 |
| Практические занятия (ПЗ)  |                  | 15                 |
| Лабораторные работы (ЛР)   |                  | 15                 |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>                          |                  | 63+36 (экз)        |
| В том числе:   |                  |                    |
| Курсовая работа  |                  | 30                 |
| Курсовой проект  |                  | не предусмотрен    |
| Расчетно-графические работы  |                  | не предусмотрены   |
| Другие виды самостоятельной работы:<br>- подготовка к лабораторным работам |                  | 10                 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)           |                  | -                  |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)         |                  | 23+36 (экз)        |
| <b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>           |                  | 60                 |
| Практические занятия (ПЗ)  |                  | 15                 |
| Лабораторные работы (ЛР)   |                  | 15                 |
| Курсовая работа  |                  | 30                 |
| Курсовой проект  |                  | не предусмотрен    |

## 5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

| №                   | Наименование модуля  | Труд-ть часы | Лекции | Практич. занятия | Лаб. практикум | Сам. Работа     |
|---------------------|--|--------------|--------|------------------|----------------|-----------------|
| 1                   | Основные понятия и определения, система показателей надежности | 40           | 4      | 3                | 5              | 18<br>+10 (экз) |
| 2                   | Методы расчета надежности РТС на этапе проектирования          | 42           | 5      | 6                | 4              | 18<br>+9 (экз)  |
| 3                   | Экспериментальная оценка надежности РТС                        | 32           | 3      | 4                | 3              | 14<br>+8 (экз)  |
| 4                   | Оптимальное резервирование РТС                                 | 30           | 3      | 2                | 3              | 13<br>+9 (экз)  |
| Всего на дисциплину |  | 144          | 15     | 15               | 15             | 63<br>+36 (экз) |

### 5.2. Содержание дисциплины

#### **МОДУЛЬ 1 Основные понятия и определения, система показателей надежности.**

##### Введение

Высокая надёжность – важнейшее условие эффективного функционирования РТС. Последствия отказов РТ систем. Историческая справка по развитию теории надёжности и её прикладному значению.

##### Общие положения. Система показателей надежности

1. Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения теории надёжности. Классификация отказов технических изделий. Задачи обеспечения надёжности РТС.

2. Система показателей для оценки надёжности изделий. Количественные показатели надёжности как характеристики случайных величин. Показатели безотказности невосстанавливаемых систем. Условные показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели безотказности восстанавливаемых систем, показатели сохраняемости и долговечности технических изделий. Комплексные показатели надежности, факторы, влияющие на надёжность технических систем.

3. Вопросы повышения надёжности РТС. Факторы, определяющие надёжность и пути её повышения. Пути повышения надёжности при изготовлении систем. Пути повышения надёжности при проектировании РТС. Пути повышения надёжности при эксплуатации систем. Общая проблема повышения надёжности РТС.

## **МОДУЛЬ 2 Методы расчета надёжности радиотехнических систем на этапе проектирования**

1. Классические методы расчета надёжности систем. Математический аппарат классических методов расчета надёжности сложных систем. Расчет надёжности по моделям с параллельно-последовательной структурой элементов. Расчет надёжности по вероятностному графу состояний с использованием уравнений Колмогорова.

2. Логико-вероятностный метод расчёта надёжности. Использование аппарата алгебры логики для оценки надёжности сложных систем. Методика расчета надёжности. Пример расчёта надёжности.

3. Топологический метод расчета надёжности сложных систем. Идея топологического метода расчёта надёжности систем. Основные понятия, применяемые при топологическом методе расчёта надёжности систем. Методика определения показателей надёжности при использовании топологического метода.

4. Структурный метод оценки надёжности человеко-машинных систем. Понятия структурных методов оценки надёжности систем. Уровни рассмотрения деятельности оператора при структурном методе оценки надёжности единиц деятельности человека. Характеристики надёжности программных единиц (структурный метод оценки надёжности). Методика построения структуры деятельности человека - оператора(структурный метод расчёта надёжности).

## **МОДУЛЬ 3. Экспериментальная оценка надёжности РТС.**

1. Контроль надёжности сложных систем при испытаниях. Экспериментальная оценка надёжности (планы испытаний). Статистическая оценка показателей надёжности при определительных испытаниях. Методы оценки показателей надёжности.

2. Контроль надёжности при серийном производстве. Общие принципы обеспечения и контроля надёжности при серийном производстве. Статистические методы контроля надёжности массовой продукции.

3. Методы выборочного контроля надёжности. Одновыборочный контроль надёжности. Контроль надёжности методом двукратной выборки. Последовательный контроль надёжности.

## **МОДУЛЬ 4. Оптимальное резервирование.**

1. Методы и виды резервирования. Раздельное, общее, и скользящее резервирование, резервирование замещением и постоянное, нагруженное, ненагруженное и облегчённое резервирование.

2. Постановка задачи оптимального резервирования. Математическая постановка задачи, целевая функция и ограничения.

3. Методы решения задачи оптимального резервирования. Расчёт резерва методом неопределённых множителей Лагранжа и градиентным методом. Резервирование методом динамического программирования.

## **5.3. Лабораторные работы**

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

| <b>Модули.<br/>Цели лабораторных занятий</b> | <b>Наименование<br/>лабораторных</b> | <b>Трудоем<br/>кость</b> |
|--|--------------------------------------|--------------------------|
|--|--------------------------------------|--------------------------|

|   | <b>занятий</b>   | <b>в часах</b> |
|---|--|----------------|
| <b>Модуль 1</b><br><b>Цель:</b><br>Система показателей для оценки надёжности изделий.<br>Статистическая оценка показателей надёжности<br>Комплексные показатели надёжности, факторы, влияющие на надёжность технических систем. | Показатели безотказности невосстанавливаемых систем. Условные показатели безотказности невосстанавливаемых систем. Показатели безотказности восстанавливаемых систем, комплексные показатели систем. | 5              |
| <b>Модуль 2</b><br><b>Цель:</b><br>Изучение логико-вероятностных и топологических методов расчета надежности РТС.   | Решение задач с использованием данных о надёжности отдельных элементов информационных систем.  | 4              |
| <b>Модуль 3</b><br><b>Цель:</b><br>Контроль надёжности РТС при испытаниях. Экспериментальная оценка надёжности (планы испытаний). Статистическая оценка показателей надёжности при определительных испытаниях                   | Одновыборочный контроль надёжности. Контроль надёжности методом двукратной выборки. Последовательный контроль надёжности.  | 3              |
| <b>Модуль 4</b><br><b>Цель:</b> Постановка задачи оптимального резервирования. Математическая постановка задачи, целевая функция и ограничения.   | Оптимальное резервирование методом динамического программирования  | 3              |

#### 5.4. Практические занятия

| <b>Модули.</b><br><b>Цели практических занятий</b>   | <b>Наименование практических занятий</b>  | <b>Трудоемкость в часах</b> |
|--|---|-----------------------------|
| <b>Модуль 1</b><br><b>Цель:</b> Изучение методов теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надёжности. | Количественные показатели надёжности как характеристики случайных величин. Статистическая оценка показателей надёжности | 3                           |
| <b>Модуль 2</b><br><b>Цель:</b> Изучение классических методов расчета надёжности систем по данным о надёжности отдельных элементов.  | Методы расчёта надёжности систем с последовательным, параллельным, параллельно-последовательным и произвольным          | 6                           |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | соединениям элементов                              |   |
| <b>Модуль 3</b><br><b>Цель:</b> приобретение практических навыков контроля надёжности РТС при испытаниях. | Экспериментальная оценка надёжности.               | 4 |
| <b>Модуль 4</b><br><b>Цель:</b> Изучение методов и видов резервирования РТС.                              | Методы решения задачи оптимального резервирования. | 2 |

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой работы и подготовке к экзамену.

В рамках дисциплины выполняются практические и лабораторные занятия по пяти модулям дисциплины, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое выполненное задание – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на курсовую работу.

Курсовая работа включает выполнение следующих заданий.

По структурной схеме надежности информационной системы в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы  $\gamma$  и значениям интенсивностей отказов ее элементов  $\lambda_i$ , следует выполнить комплекс расчетов.

1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня 0.1 - 0.2.

2. Определить  $\gamma$  - процентную наработку технической системы.



3. Обеспечить увеличение  $\gamma$  - процентной наработки не менее, чем в 1.5 раза за счет:

- а) повышения надежности элементов;
- б) структурного резервирования элементов системы.

Предполагается, что все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации (простейший поток отказов). Резервирование отдельных элементов или групп элементов осуществляется идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными. Оценивание в этом случае осуществляется путем проверки письменной работы и устного опроса по содержанию и качеству выполненных расчетов.

При отрицательных результатах по формам текущего контроля и (или) наличии пропусков преподаватель проводит с обучающимся индивидуальную работу по ликвидации задолженности.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Палюх, Б.В. Надежность информационных систем : учебное пособие / Б.В. Палюх, В.К. Кемайкин; Тверской государственный технический университет. - 2-е изд. ; перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 156 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1224-8 : 741 р. 50 к. - (ID=151167-62)
2. Палюх, Б.В. Надежность информационных систем : учебное пособие / Б.В. Палюх, В.К. Кемайкин; Тверской государственный технический университет. - 2-е изд. ; перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 156 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1224-8 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/150031> . - (ID=150031-1)
3. Солодов, В.С. Надежность радиоэлектронного оборудования и средств автоматики : учебное пособие / В.С. Солодов, Н.В. Калитенков. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3100-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213116> . - (ID=136062-0)
4. Надежность радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. - 2-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 25.08.2022. - ISBN 978-5-8114-8121-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171866> . - (ID=136029-0)

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Казарин, О.В. Надежность и безопасность программного обеспечения : учебное пособие для вузов / О.В. Казарин, И.Б. Шубинский. - Москва : Юрайт, 2022. - 342 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - Текст :

- электронный. - ISBN 978-5-534-05142-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/493262> . - (ID=145313-0)
2. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Приборостроение" и специальности "Авиационные приборы и измерительные комплексы" : в составе учебно-методического комплекса / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 10.08.2022. - ISBN 978-5-8114-8001-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171887> . - (ID=111171-0)
  3. Надежность и эксплуатация радиотехнических систем : монография / С.Ф. Боев [и др.]; под редакцией С.Ф. Боева. - Москва : Научная книга, 2018. - 0-00. - (ID=154605-4)
  4. Захаров, О.Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты : показатели. Требования. Оценки / О.Г. Захаров. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - ЦОР IPR SMART. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 20.07.2022. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9729-0073-2. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/23316> . - (ID=147352-0)
  5. Макаров, Л.М. Диагностика и надежность автоматизированных систем : методические указания к лабораторным работам / Л.М. Макаров; Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени М.А. Бонч-Бруевича. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени М.А. Бонч-Бруевича, 2013. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181456> . - (ID=143959-0)
  6. Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Практикум / Е. В. Сугак. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-507-44697-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/266804> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.- (ID=154647-0)
  7. Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Часть 2. Надежность технических систем / Е. В. Сугак. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-46747-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318464> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.- (ID=154644-0)
  8. Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Часть 1. Основы теории / Е. В. Сугак. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 276 с. — ISBN 978-5-507-46746-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318461> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=154645-0)
  9. Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Часть 3. Испытания и контроль / Е. В. Сугак. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-507-46748-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318467> (дата

- обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=154646-0)
10. Ратушняк, В. Н. Основы технической эксплуатации радиотехнических систем специального назначения : учебник / В. Н. Ратушняк ; под редакцией А. В. Темерова. — Красноярск : СФУ, 2015. — 334 с. — ISBN 978-5-7638-3268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/128749> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=154648-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Надежность радиотехнических систем". Направление подготовки специалистов 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы. Направленность (профиль): Радиоэлектронные системы и комплексы : ФГОС 3++ / Кафедра "Радиотехнические информационные системы". - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/154643> . - (ID=154643-0)
2. Оценочные средства промежуточной аттестации: экзамен по дисциплине "Надежность и эффективность информационных систем" направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика. Профиль: Радиолокационные и управляющие системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Информационные системы ; разработ. В.К. Кемайкин. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=124546-0)
3. Лабораторные работы по дисциплине "Надежность информационных систем". Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль - Экономика. Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль - Информационные системы в административном управлении : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИС ; сост. Б.В. Палюх. - 2017. - (УМК-ЛР). - Комплект. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://cloud.mail.ru/public/LyVo/sZUDbjQCc> . - (ID=114859-1)
4. Задачи практикума (примеры и задания) по дисциплине "Надежность информационных систем". Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль - Экономика. Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль - Информационные системы в административном управлении : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИС ; сост. Б.В. Палюх. - 2017. - (УМК-П). - Комплект. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://cloud.mail.ru/public/85gg/aaajsVC8s> . - (ID=114863-1)
5. Интеллектуальные информационные системы. Надежность и эффективность автоматизированных информационных систем : лабораторный практикум для студ. спец. 17.05 / Тверской политехн. ин-т, Каф. АСУ ; сост.: Б.В. Палюх, Н.А. Семенов, А.А. Снастин. - Тверь : ТвеПИ, 1993. - 70 с. - 475-00. - (ID=51491-5)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/154643>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Кафедра «Радиотехнические информационные системы» имеет аудитории для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине; специализированные учебные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с персональными компьютерами и локальной вычислительной сетью.

#### **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Историческая справка по развитию теории надежности и ее прикладному значению.
2. Основные понятия и определения.
3. Классификация отказов информационных систем.
4. Основные свойства надежности информационных систем.
5. Количественные показатели надежности как характеристики случайных величин.
6. Показатели безотказности невосстанавливаемых систем.
7. Условные показатели безотказности невосстанавливаемых систем.
8. Статистическая оценка показателей безотказности.
9. Показатели безотказности восстанавливаемых систем.
10. Показатели сохраняемости.
11. Показатели ремонтпригодности.
12. Показатели долговечности.
13. Комплексные показатели надежности.
14. Функции готовности и простоя, коэффициент технического использования.
15. Количественные показатели безопасности.

16. Классические методы расчета надежности систем.
17. Логико-вероятностный метод расчета надежности сложных систем.
18. Идея топологического метода расчета надежности систем.
19. Основные понятия, применяемые при топологическом методе расчета надежности систем.
20. Методика определения показателей надежности при использовании топологического метода.
21. Уровни рассмотрения деятельности человека при структурном методе оценки надежности.
22. Характеристики надежности единиц деятельности человека-оператора.
23. Характеристики надежности программных единиц (структурный метод расчета надежности).
24. Методика построения структуры деятельности человека-оператора (структурный метод расчета надежности).
25. Контроль надежности информационных систем при испытаниях.
26. Экспериментальная оценка надежности (планы испытаний).
27. Статистическая оценка показателей надежности при определительных испытаниях. Методы оценки показателей надежности.
28. Общие принципы обеспечения и контроля надежности при серийном производстве
29. Статистические методы контроля надежности массовой продукции.
30. Одновыборочный контроль надежности.
31. Контроль надежности методом двухкратной выборки.
32. Последовательный контроль надежности.
33. Методы и виды резервирования.
34. Постановка задачи оптимального резервирования.
35. Расчет резерва методом неопределенных множителей Лагранжа и градиентным методом.
36. Резервирование методом динамического программирования.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

### 9.3.Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

Учебным планом предусмотрена промежуточная аттестация в форме курсовой работы.

1. Шкала оценивания курсовой работы (проекта) – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовой работы: «Проектирование РТС по надежности: расчет и повышение уровня надежности».

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

| № раздела | Наименование раздела   | Баллы по шкале уровня                                  |
|-----------|--|--|
|           | Термины и определения  | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0  |
|           | Введение   | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0  |
| 1         | Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы) | Выше базового – 6<br>Базовый – 3<br>Ниже базового – 0  |
| 2         | Специальная часть  | Выше базового – 10<br>Базовый – 6<br>Ниже базового – 0 |
|           | Заключение   | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0  |
|           | Список использованных источников                                 | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0  |

Критерии итоговой оценки за курсовую работу (проект):

«отлично» – при сумме баллов от 22 до 24;

«хорошо» – при сумме баллов от 17 до 20;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 12 до 16;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по разделу «Специальная часть», работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку.

Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студентов, изучающих дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов».



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы  
и комплексы

Направленность (профиль) – Радиолокационные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Дисциплина «Надежность радиоэлектронных систем»

Семестр 8

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Основные понятия и определения теории надежности.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Определить вероятность безотказной работы РЭС состоящей из двадцати последовательно соединенных элементов, вероятность безотказной работы которых одинаковая и равна  $p_1$ .**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Решить задачу оптимального резервирования РТС методом динамического программирования.**

РТС состоит из 3-х блоков: 1,2,3.

Вероятности отказов каждого блока:  $q_1=0,1$ ,  $q_2=0,02$ ,  $q_3=0,01$ .

Стоимость каждого элемента:  $C_1=3$  у.е.,  $C_2=2$  у.е.,  $C_3=1$  у.е.

Определить оптимальный состав системы, который может быть получен при введении нагруженного резерва при условии, что вероятность отказа системы за заданную наработку не должна превышать  $Q_0=0,03$ , а стоимость системы удовлетворять ограничению  $C \leq C_0=15$  у.е.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: ктн, доцент \_\_\_\_\_ В.К. Кемайкин

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент \_\_\_\_\_ С.Ф. Боев