



## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

ФГОС №956

утвержденного

22.09.2017

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики

доцент кафедры САПР ВС

(должность, кафедра)

 Федоров В.П.

(подпись)(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «СИ» 08 2020 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

(кафедра)

 Корячко В.П.

(подпись)(Ф.И.О.)

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является приобретение предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом базовых знаний и навыков, необходимых для анализа надежности сложных технических систем и обеспечения заданного уровня надежности, для выполнения соответствующих расчетов и испытаний, а также формирование способностей самостоятельно проводить моделирование и экспериментальные исследования надежности сложных систем с последующим грамотным использованием основных приемов обработки и представления данных.

### **Задачи:**

- обучение методам расчета надежности, прежде всего, безотказности и безопасности сложных технических систем, построенных на основе электронно-вычислительных средств;
- обучение методам моделирования надежности сложных систем и методам испытаний систем на надежность;
- овладение практическими методами (прежде всего, в области конструирования и технологии электронных средств) повышения надежности сложных технических систем, а также методами прогнозирования и предупреждения аварий.

### **Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)**

<b>Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)</b>	<b>Типы задач профессиональной деятельности</b>	<b>Задачи профессиональной деятельности</b>	<b>Объекты профессиональной деятельности (или области знания)</b>
Об Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно-исследовательский	Моделирование сложных технических систем с целью анализа и оптимизации их параметров для достижения требуемой надежности с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Электронно-вычислительные средства (вычислительные машины, комплексы, системы и сети)
	проектно-конструкторский	Проектирование модулей, блоков, систем и комплексов электронных средств с учетом заданных требований к надежности, разработка проектно-конструкторской документации на разрабатываемые	

	проектно-технологический	конструкции электронных средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями.  Разработка технических заданий на проектирование технологических процессов производства электронных средств; обеспечение технологических мер повышения надежности изделий ЭВС	
	организационно-управленческий	участие в проведении анализа надежности, безопасности и эффективности создаваемого продукта	
40 Сквозные виды профессиональной деятельности	научно – исследовательский	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем.	Электронно-вычислительные машины, комплексы, системы и сети

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании и технологии ЭВС)» является обязательной и относится к вариативной части блока 1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы академической магистратуры по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» ФГБОУ ВО «РГРТУ». Дисциплина изучается по очной форме обучения на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: высшая математика, теория вероятностей, взаимозаменяемость и надежность, метрология и технические измерения, методы и устройства испытаний, изучаемых по программе бакалавриата.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные понятия теории вероятностей и математической статистики;
- базовые понятия и определения теории надежности;
- методы обеспечения надежности и ее оценки.

уметь:

- проводить элементарные расчеты электронных средств на надежность расчеты и анализировать полученные результаты;
- строить модели объектов и процессов;

– проводить технические измерения и грамотно фиксировать и обрабатывать их результаты.

владеть:

- навыками работы с информационно-справочными базами по надежности ЭВС и РЭС;
- навыками моделирования явлений и процессов;
- навыками проведения испытаний на надежность, навыками обработки и документирования результатов испытаний.

Курс «Методы расчета надежности сложных технических систем» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами: «Моделирование и проектирование ЭВС», «Методы системного анализа и синтеза ЭВС», «Управление рисками при конструировании ЭВС». Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, должны быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы и ориентированы на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков магистра для успешной профессиональной деятельности.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

#### **Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

<b>Объект профессиональной деятельности</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции</b>
Электронно – вычислительные средства (вычислительные машины, комплексы, системы и сети), технологические процессы производства, методы и средства настройки и испытаний, контроля качества и обслуживания электронных средств	ПК-4. Способен анализировать состояние научно-технической проблемы в области конструирования и технологии электронно-вычислительных средств путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.	ИД-1 ПК-4. Знает способы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. ИД-2 ПК-4. Умеет оценить состояние научно-технической проблемы в области конструирования и технологии электронно-вычислительных средств. ИД-3 ПК-4. Владеет компьютерными технологиями, в том числе интернет-технологиями для подбора, изучения и анализа информации, связанной с проектированием электронно-вычислительных средств..

### Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: _____				
Тип задач профессиональной деятельности: _____				

### Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: _____				
Тип задач профессиональной деятельности: _____				

### Самостоятельно устанавливаемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: <u>конструирование и технология ЭС</u>				
Тип задач профессиональной деятельности: <u>научно-исследовательский</u>				
Моделирование электронных средств (ЭС) и процессов с целью анализа их надежности с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	Об Информационные и коммуникационные технологии в сфере разработки, производства и эксплуатации электронных средств (ЭС)	ПК-4 Способен планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	ИД-1 ПК-4. Знает способы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. ИД-2 ПК-4. Умеет оценить состояние научно-технической проблемы в области конструирования и технологии	25.036 Специалист по электронике бортовых комплексов управления 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе 40.035 Инженер-



		<b>Семестр 6</b>					
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	16	16	<b>4</b>	<b>72</b>
1	Особенности сложных технических систем и задачи расчета их надежности.	7	2	2	-		5
2	Основы математического описания надежности технических систем.	14	6	4	2		8
3	Основы расчета надежности сложных систем.	34	10	4	6		24
4	Оценивание надежности систем по результатам испытаний и эксплуатации.	22	8	4	4		14
5	Методы повышения надежности сложных систем	18	6	2	4		12
6	Зачет и консультации	13				4	9

### 4.3 Содержание дисциплины

#### 4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Базовые понятия теории надежности. Особенности надежности сложных технических систем.	2	ПК-4	зачет
3	Основы математического описания надежности технических систем. Основные статистические модели теории надежности.	2	ПК-4	зачет
4	Факторы, влияющие на надежность электронно-вычислительных средств и модели отказов.	2	ПК-4	
5	Основы расчетов надежности сложных систем. Структурный анализ в расчетах надежности. Логико-вероятностные методы расчета надежности.	4	ПК-4	зачет
6	Методы повышения надежности сложных технических систем на различных этапах жизненного цикла.	2	ПК-4	зачет
7	Методы испытаний электронных средств на надежность.	2	ПК-4	зачет
8	Оценивание надежности систем по результатам эксплуатации.	2	ПК-4	зачет

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

—



## 4.3.3 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основные характеристики надежности элементов и систем. Выбор и обоснование показателей надежности при составлении ТЗ на проектирование сложной технической системы	2	ПК-4	зачет
2	Расчет функциональной надежности сложной системы..	2	ПК-4	зачет
3	Моделирование процессов отказов/ восстановления в дублированной системе с переключателем.	4	ПК-4	зачет
4	Расчет коэффициента готовности системы со скользящим резервированием.	2	ПК-4	зачет
5	Расчет надежности по модели «нагрузка - несущая способность»	2	ПК-4	зачет
6	Моделирование ускоренных испытаний	4	ПК-4	зачет

## 4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1.	Выбор и обоснование показателей надежности при составлении ТЗ	3	ПК-4	зачет
2.	Основные характеристики надежности элементов и систем	2	ПК-4	зачет
3.	Математические модели в теории надежности	8	ПК-4	зачет
4.	Влияние вибраций на надежность соединений	2	ПК-4	зачет
5.	Изучение моделей отказов электронных средств под действием температуры	2	ПК-4	зачет
6.	Основы расчетов структурной надежности электронных средств с учетом действующих факторов.	4	ПК-4	зачет
7.	Логико-вероятностные методы расчета надежности	4	ПК-4	зачет
8.	Оценка надежности компьютерных систем с учетом надежности программ. Модели надежности программ.	4	ПК-4	зачет
9.	Надежность оперативного персонала сложных систем	2	ПК-4	зачет
10.	Расчет надежности по модели нагрузка-несущая способность	2	ПК-4	зачет

11.	Оценка долговечности. Модели прогнозирования остаточного ресурса	2	ПК-4	зачет
12.	Живучесть технических систем.	2	ПК-4	зачет
13.	Определительные испытания. Проверка гипотезы о законе распределения по статистическим данным	6	ПК-4	зачет
14.	Расчет плана последовательных испытаний на надежность	4	ПК-4	зачет
15.	Обработка усеченных выборок	4	ПК-4	зачет
16.	Основные способы повышения надежности электронных средств	2	ПК-4	зачет
17.	Методы структурного резервирования. Схемы с общим и отдельным резервированием. Скользящее резервирование.	4	ПК-4	зачет
18.	Сопоставление алгоритмов кодирования информации по их надежности	2	ПК-4	зачет
19.	Программа повышения надежности: используемые понятия и определения, типовая структура	4	ПК-4	зачет

4.3.5 Темы курсовых проектов/курсовых работ

4.3.6 Темы рефератов

4.3.7 Темы расчетных заданий

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании и технологии ЭВС)»).

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1 Основная литература

1. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных технических систем. – СПб.: Лань, 2011. 352 с.
2. Острейковский В.А. Теория надежности. – М.: Высш. шк., 2008. 463 с.
3. Вентцель Е.С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: Учеб. пособие для студ. втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. 448 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Александровская Л.Н., Афанасьев А.А., Лисов А.А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник. – М.: Логос, 2003. 208 с.
2. Вентцель Е. С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и её инженерные приложения — М.: Издательский центр «Академия», 2003. 464 с.
3. ГОСТ Р 27.001-2009. Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения.
4. ГОСТ Р 27.607-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов.
5. Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. – М.: Изд. «Академия», 2010. 304 с.
6. Надежность электромеханических устройств: методические указания к курсовому проекту и индивидуальным занятиям/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Копейкин Ю.А., Федоров В.П. Рязань, 2017. 20 с.

## **1.2 Нормативные правовые акты**

### **1.3 Периодические издания**

1. Жаднов В.В. и др. Информационная технология обеспечения надежности сложных электронных средств военного и специального назначения // Компоненты и технологии – 2011, №119. Статья доступна в эл. библиотечной системе e.lanbook.com

### **1.4 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям**

1. Федоров В.П. Расчет функциональной надежности по модели «параметр-интервал допуска»: методические указания к практическому занятию. 2017. Файл доступен в эл. библиотечной системе РГРТУ <http://elib.rsreu.ru/ebs?method=findcat&category=3&types=&st=66>.
2. Федоров В.П., Романков М.О. Расчет вероятности безотказной работы по модели «нагрузка-несущая способность» с помощью программы автоматизированного расчета: методические указания к практическому занятию. 2017. Файл доступен в эл. библиотечной системе РГРТУ <http://elib.rsreu.ru/ebs?method=findcat&category=3&types=&st=66>
3. Федоров В.П., Никитин Р.И., Лебедев И.А. Разработка и исследование модели дублированной восстанавливаемой системы в MATLAB: методические указания к лабораторной работе. 2017. Файл доступен в эл. библиотечной системе РГРТУ <http://elib.rsreu.ru/ebs?method=findcat&category=3&types=&st=66>.
4. Справочник «Надежность электrorадиозделений». / МО РФ, - 2002. 574 с. Файл формата pdf размером 8,2 МБ. URL: <https://eknigi.org/apparatura/153832-nadezhnost-yelektroradioizdelij-spravochnik.html>.
5. Малофеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем: примеры и задачи. - СПб.: Лань, 2016. 320 с. Файл формата pdf размером 13.0 Мб. Книга доступна в эл. библиотечной системе e.lanbook.com.

## **1.5 Методические указания к курсовому проектированию (курсовой работе) и другим видам самостоятельной работы**

Изучение дисциплины «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании м технологии ЭВС)» проходит в течение третьего семестра обучения в ма-

гистратуре. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании и технологии ЭВС)»;
- выполнение домашних заданий, связанных с темами практических занятий и решением задач теории надежности;
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическому занятию);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к зачету и экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения полученных знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.). Во время самостоятельных занятий студенты выполняют задания, выданные им на предыдущем практическом занятии, готовятся к контрольным работам, выполняют задания типовых расчетов.

Доработка конспекта лекции: этот вид самостоятельной работы студенты должны проводить с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов. Предполагается также рассмотрение ряда относительно несложных тем, вошедших в рабочую программу дисциплины «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании и технологии ЭВС)», однако не уместившихся в непосредственно читаемые лекции.

Подготовка к зачету: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок типовых расчетов, активность на практических занятиях).

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - <http://cdo.rsreu.ru/>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
3. Дружинин Г.В. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах. – 448 с. – Формат pdf. - Размер 31,3 Мб. - URL: <http://book.tr200.net/v.php?id=4638054>

4. Шишмарев В. Ю. Надежность технических систем : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 306 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05166-7. <https://biblio-online.ru/book/B7CA2B3B-8826-4562-AC2E-2232692BB8AF/nadezhnost-tehnicheskikh-sistem>
5. Шестеркин А.Н. Надежность информационных систем: учебное пособие. 2015. Файл доступен в эл. библиотеке РГРТУ <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/1658>
6. Ямпурин Н.П., Баранова А.В. Основы надежности электронных средств. Изд. Центр “Академия”, 2010. Файл размера 4.41 МБ доступен на сайте бесплатной электронной библиотеки Padabum.com <http://padabum.com/d.php?id=3138>
7. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>
9. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Операционная система Windows XP Professional (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
2. Система MatLab Classroom, Simulink Classroom (лицензия 629623-629637);
3. Система LabVIEW (письмо National Instruments исх. №405 от 20.03.2013);
4. Один из нижеперечисленных браузеров (Opera, Mozilla Firefox, Google Chrome);
5. LibreOffice
6. Adobe acrobat reader
7. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

### **4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения	Персональный компьютер на рабочем месте

занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 50 и №155	преподавателя – 1 шт. Проектор Toshiba TDP-T45 – 1 шт. Проекционный экран – 1 шт. Доска маркерная 120*200 см Персональные компьютеры на рабочих местах студентов – 12 шт Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
---	---

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. САПР ВС \_\_\_\_\_

(Федоров В.П.)