

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.04.2023 14:52:26  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Информационные технологии  
проектирования радиоэлектрон-  
ных устройств»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

**ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

**«Информационные технологии проектирования радиоэлектронных  
устройств»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, к.т.н., доцент Митрофанов А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС  
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	32
Практические занятия (академ. часов)	32
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	65
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	115
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

В дисциплине рассматриваются основные критерии и показатели надежности технических систем, методы анализа надежности электронных средств, методы обеспечения и повышения надежности и стабильности технических характеристик при эксплуатации. Рассматриваются невозстанавливаемые и восстанавливаемые, нерезервированные и резервированные системы, оценка их надежности, а также методы контроля качества электронных средств.

#### **SUBJECT SUMMARY**

### **«FUNDAMENTALS OF ELECTRONIC DEVICES RELIABILITY AND QUALITY CONTROL»**

The subject deals with the principal criteria and parameters that determine reliability of engineering systems, techniques applied in the analysis of electronic devices reliability, methods of ensuring and improving reliability and stability of technical parameters in course of maintenance. We discuss unrecoverable and restorable, unreserved and reserved systems, their reliability evaluation, as well as quality control methods for electronic devices.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины-изучение основных методов оценки качества функционирования и надежности электронных средств, умений предлагать решения по повышению надежности, осуществлению контроля состояния электронных средств, а также навыков проведения анализа надежности и стабильности электронных средств.
2. Задачи дисциплины -освоение методов прикладной оценки надежности восстанавливаемых и восстанавливаемых электронных средств, получение знаний об основных тенденциях и направлениях развития теории и методов оценки надежности электронных средств.
3. Знания методов повышения надежности, стабильности и контроля качества электронных средств.
4. Умения предлагать решения по повышению надежности, осуществлению контроля состояния электронных средств.
5. Формирование навыков проведения анализа надежности и стабильности электронных средств.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Теория вероятностей и математическая статистика»
3. «Теоретические основы электротехники»
4. «Теоретические основы радиотехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Радиотехнические системы»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-4	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований, в том числе, с применением систем автоматизированного проектирования
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники</i>
<i>ПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками проектирования и моделирования электронных приборов и систем с учетом заданных требований</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Основные понятия надежности ЭС	2	2		7
3	Основные математические модели в теории надежности ЭС	2	2		10
4	Основные оценки параметров распределений и проверки статистических гипотез	2	3		10
5	Анализ точности параметров ЭС	3	3		10
6	Статистический контроль качества	2	3		10
7	Основы технического диагностирования ЭС	2	0		10
8	Методы прогнозирования состояния ЭС	3	3		10
9	Основные показатели надежности невосстанавливаемых ЭС	4	4		12
10	Резервирование ЭС	4	4		12
11	Элементы теории массового обслуживания	4	4		12
12	Надежность восстанавливаемых ЭС	2	4		12
13	Заключение	1		1	
	Итого, ач	32	32	1	115
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет, цель и задачи курса. Связь курса с другими дисциплинами, краткая характеристика основных разделов курса.
2	Основные понятия надежности ЭС	ЭС как пример больших систем, взаимосвязь процессов схмотехнического проектирования, технологии и конструирования ЭС. Жизненный цикл изделий ЭС и его характеристики. Основные понятия и показатели надежности ЭС.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Основные математические модели в теории надежности ЭС	Моделирование в теории надежности ЭС. Законы распределения непрерывных и дискретных случайных величин, используемые в теории надежности. Потoki случайных событий. Простейшие потоки. Потoki Эрланга.
4	Основные оценки параметров распределений и проверки статистических гипотез	Предварительная обработка статистических данных. Статистическая оценка параметров и их свойства. Интервальные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы максимального правдоподобия, моментов, наименьших квадратов. Статистическая проверка гипотезы о законе распределения. Критерий согласия Пирсона ( $\chi^2$ ). Критерий согласия Колмогорова. Критерий Фишера.
5	Анализ точности параметров ЭС	Основные определения и положения теории чувствительности. Параметрическая чувствительность ЭС. Коэффициенты влияния. Принципы получения функций чувствительности электрических, тепловых и других характеристик ЭС. Вероятностные методы расчета допусков на параметры элементов ЭС. Связь допусков на параметры и показателей параметрической надежности изделий.
6	Статистический контроль качества	Выбор информативных параметров контроля. Статистический приемочный контроль качества изделий. Контроль по количественному признаку.
7	Основы технического диагностирования ЭС	Задачи и классификация систем технического диагностирования. Алгоритмы и информационные характеристики технического диагностирования ЭС. Показатели систем технического диагностирования ЭС.
8	Методы прогнозирования состояния ЭС	Общие сведения о прогнозировании. Методы прогнозирования (аналитические, вероятностные, распознавание образов). Показатели качества прогнозирования. Использование методов распознавания Байеса, последовательного анализа, минимального риска, наибольшего правдоподобия при прогнозировании состояния ЭС. Экспертные методы прогнозирования состояний ЭС.
9	Основные показатели надежности невосстанавливаемых ЭС	Основные качественные показатели надежности ЭС. Влияние условий окружающей среды и режимов эксплуатации на основные характеристики надежности ЭС. Коэффициенты нагрузки. Расчет основных показателей безотказной работы ЭС. Основные методы повышения надежности ЭС. Надежность программного обеспечения ЭС.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
10	Резервирование ЭС	Резервирование ЭС. Классификация способов резервирования, их свойства и сравнение. Режимы использования резервного элемента. Требования к надежности устройств включения резерва при отдельном резервировании. Мажоритарное резервирование. Надежность ЭС с мажоритарным резервированием. Сравнение затрат (СГМ) при общем и отдельном резервировании. Решение прямой и обратной задачи оптимального резервирования.
11	Элементы теории массового обслуживания	Основные понятия и определения. Примеры задач, приводимых к системам массового обслуживания (многоканальные ЭС, производственные процессы и т.д.). Характеристики и математические модели систем массового обслуживания с ожиданием, отказами и т.д. Марковские процессы, их характеристики, графы состояний систем. Одноканальные и многоканальные системы. Система уравнений Колмогорова, правила составления уравнений Колмогорова для основных типов систем массового обслуживания.
12	Надежность восстанавливаемых ЭС	Связь параметра потока отказов $\omega(t)$ с интенсивностью отказов $\lambda(t)$ . функция готовности и коэффициент готовности. Использование уравнений Колмогорова для моделирования надежности восстанавливаемых ЭС. Оценка надежности восстанавливаемых нерезервированных ЭС. Оценка надежности восстанавливаемых резервированных ЭС.
13	Заключение	Тенденции развития теории и методов расчета надежности, технической диагностики ЭС. Пути повышения надежности ЭС.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Понятие надежности	2
2. Математические модели в теории надежности	2
3. Оценка параметров распределений	3
4. Анализ точности параметров ЭС	3
5. Статистический контроль качества	3
6. Методы прогнозирования состояния ЭС	3
7. Оценка надежности невосстанавливаемых ЭС	4
8. Резервирование ЭС	4

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
9. Основы теории систем массового обслуживания	4
10. Надежность восстанавливаемых ЭС	4
Итого	32

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников

материал, законспектированный на лекциях.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	50
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	30
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>115</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Основы теории надежности РЭС [Текст] : учеб. пособие / [А.В. Матвеев [и др.]], 2009. -87 с.	121
2	Матвеев, Александр Васильевич. Статистический контроль качества [Текст] : учеб. пособие / А.В. Матвеев, И.С. Минченко, А.В. Митрофанов, 2005. -56 с.	202
3	Половко, Анатолий Михайлович. Основы теории надежности [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 230100 (654600) "Информатика и вычислительная техника" / А.М. Половко, С.В. Гуров, 2006. -702 с.	50
4	Малафеев С. И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс], 2021. -368 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Кофанов, Юрий Николаевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств [Текст] : Учеб. для вузов / Ю.Н.Кофанов, 1991. -359 с.	5
2	Львович, Яков Евсеевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Конструирование и производство радиоаппаратуры" / Я.Е. Львович, В.Н. Фролов, 1986. -191, [1] с.	77
3	Яншин, Аркадий Алексеевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальностям: "Конструирование и производство электронно-вычислительной аппаратуры" и "Конструирование и производство радиоаппаратуры" / А.А. Яншин, 1983. -311, [1] с.	42
4	Калявин, Владимир Петрович. Надежность и техническая диагностика судового электрооборудования и автоматики [Текст] : Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. 18.19.00 -Электрооборудование и автоматика судов и 21.06.00 -Корабельные системы управления / В.П.Калявин, А.В.Мозгалеvский, В.Л.Галка, 1996. -295 с. с.	42

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Сугак Е. В. Прикладная теория надежности. Часть 1. Основы теории <a href="https://e.lanbook.com/book/208610">https://e.lanbook.com/book/208610</a>
2	Основы теории надежности и технической диагностики: учебник Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В. <a href="https://e.lanbook.com/book/206324">https://e.lanbook.com/book/206324</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11368>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы теории надежности и контроля качества электронных средств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету студент получает, если он выполнил две контрольные работы и получил за них оценки. Для повышения оценки при проведении дифференцированного зачета преподаватель задает дополнительные вопросы.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Основные понятия теории надежности
2	Законы распределения случайных величин
3	Количественные показатели надежности
4	Оценка надежности сложной РЭС при внезапных отказах и отсутствии резервирования
5	Резервирование РЭС. Классификация способов резервирования
6	Мажоритарное резервирование
7	Элементы теории массового обслуживания в производственных задачах
8	Модель марковских случайных процессов с дискретным числом состояний и непрерывным временем
9	Анализ точности при разработке РЭС. Коэффициент влияния
10	Расчет допусков на параметры РЭС с учетом воздействия окружающей среды
11	Основы аналитического метода прогнозирования
12	Основы аналитического метода прогнозирования

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

#### Контрольная работа 1.

##### Вариант 3.

1. Опишите характеристики законов распределения случайных величин.
2. Совместный учет постепенных и внезапных отказов.

#### Контрольная работа 2.

##### Вариант 1.



1. Оценка надежности резервируемых восстанавливаемых систем с использованием СМО.

2. Основы расчета электрических допусков (задача анализа и синтеза).

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Основные понятия надежности ЭС	
6	Основные математические модели в теории надежности ЭС	
7	Основные оценки параметров распределений и проверки статистических гипотез Анализ точности параметров ЭС	Контрольная работа
10	Статистический контроль качества	
11	Основы технического диагностирования ЭС	
12	Методы прогнозирования состояния ЭС Основные показатели надежности невосстанавливаемых ЭС	Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф.зачет.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф.зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Оценка за контрольную работу формируется по следующей шкале:

«Отлично» – контрольная работа выполнена без замечаний;

«Хорошо» – контрольная работа выполнена с незначительными замечаниями;

«Удовлетворительно» – контрольная работа выполнена с ошибками;

«Не удовлетворительно» – контрольная работа не выполнена или выпол-

нена с грубыми ошибками.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>