

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.05.2023 11:33:57  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**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

### **«НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

старший преподаватель Кузнецов М.А.

старший преподаватель Кузьмина Т.О.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ

14.02.2022, протокол № 02-2/2022

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭА, 22.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Назначение дисциплины состоит в ознакомлении студентов с вопросами надежности технических устройств, эксплуатации и обслуживания электрооборудования робототехнических систем.

Рассмотрены показатели надежности, законы распределения отказов, вопросы резервирования. Решаются задачи расчета и повышения надежности технических систем. Рассмотрены вопросы диагностики рабочего состояния электро-механического и электрического оборудования.

#### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«ELECTRICAL EQUIPMENT RELIABILITY FOR ROBOTIC SYSTEMS»**

The discipline introduces students to the basics of general issues of theory of reliability of electrical equipment for robotic systems. Laboratory studies provide skills for researching of change control systems reliability indices of depending on their structure and skills for researching of the nature of the influence of defects arising on the degree of efficiency of electrical equipment.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение основ теории надёжности и задач технической диагностики и методов их решения для широкого класса систем электрооборудования. Овладение: знаниями в области надёжности как части общетехнической подготовки; знаниями в области технической диагностики как части общетехнической подготовки; умениями решать задачи по разработке требований к надёжности технических устройств; навыками определения показателей работоспособности.

2. В процессе обучения решаются задачи:

формирование навыков применения методов расчета показателей надёжности широкого класса систем управления.

овладение знаниями о методах повышения надёжности технических систем;

овладение умениями рассчитывать показатели надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов;

получение навыков повышения показателей надёжности систем управления.

3. В процессе обучения студенты овладевают знаниями об основных задачах технической диагностики; о диагностических моделях и методах их анализа; об основных показателях надёжности технических систем; о методах повышения надёжности технических систем; знаниями в области надёжности как части общетехнической подготовки; знаниями в области технической диагностики как части общетехнической подготовки.

4. В процессе обучения студенты овладевают умениями решать задачи по разработке требований к надёжности систем управления; рассчитывать показатели надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов; оценивать достоверность диагностирования.

5. В процессе обучения студенты овладевают навыками экспериментальных

исследований по диагностированию разнообразного электрооборудования; навыками методов расчета надежности электрооборудования навыками экспериментального исследования определения критериев работоспособности электрооборудования, навыками экспериментального исследования эксплуатационной надежности и технической эксплуатации электрооборудования.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теория вероятностей и математическая статистика»
2. «Метрология»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Технические средства робототехнических систем»
2. «Электротехническое проектирование»

### 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 проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
<i>ПК-4.2</i>	<i>Обрабатывает результаты экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств</i>
СПК-2	Способен диагностировать техническое состояние и оценивать надежность мехатронных и робототехнических систем различного назначения
<i>СПК-2.3</i>	<i>Владеет методикой экспериментальных исследований по диагностированию электрооборудования, оценивает достоверность диагностирования? производит расчёт надежности электрооборудования</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			1
2	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	5	12		20
3	Тема 2. Основы технической диагностики	5	12		18
4	Тема 3. Системы диагностирования	5	10		16
5	Заключение	1		1	1
	Итого, ач	17	34	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Литература, рекомендуемая при изучении дисциплины.
2	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Основные понятия теории надёжности. Нормальное распределение случайной величины. Информационное обеспечение надежности. Факторы, влияющие на надёжность. Количественные показатели надежности. Надежность сложных систем. Расчет показателей надежности. Особенности эксплуатационной информации о надежности. Номенклатура и количество запасных частей. Методы повышения надежности.
3	Тема 2. Основы технической диагностики	Основные положения технической диагностики. Диагностический признак. Контроль работоспособности. Поиск дефектов. Прогнозирование изменения технического состояния. Запас и степень работоспособности. Условия работоспособности.
4	Тема 3. Системы диагностирования	Система диагностирования. Объект диагностирования. Средства технического диагностирования. Человек-оператор. Критерий организации систем диагностирования. Эффективность систем диагностирования. Диагностическая модель объекта.
5	Заключение	Основные тенденции и направления путей повышения эксплуатационной надежности.



## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Количественные показатели надежности простых систем	6
2. Количественные показатели надежности сложных систем	6
3. Выбор метода диагностирования	6
4. Прогнозирование изменения технического состояния	6
5. Функциональные модели объектов диагностирования	6
6. Аналитические модели объектов диагностирования	4
Итого	34

## 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

## 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. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	7
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	9
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	17
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	19
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
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	4
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>56</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	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
2	Калявин, Владимир Петрович. Надежность и диагностика элементов электроустановок [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности 140211 -"Электроснабжение" направления подгот. 140200 -"Электроэнергетика" / В.П. Калявин, Л.М. Рыбаков, 2009. -331 с.	70
3	Акимова, Наталия Абрамовна. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования [Текст] : учеб. пособие для сред. проф. образования по специальности 1806 "Техн. эксплуатация, обслуживание и ремонт электр. и электромехан. оборуд." / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под ред. Н.Ф. Котеленеца, 2004. -296 с.	5
4	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Надежность и техническая диагностика судового электрооборудования и автоматики" (с использованием персональных ЭВМ) [Текст] : методический материал / Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина), 1991. -32 с.	11
Дополнительная литература		
1	Калявин, Владимир Петрович. Технические средства диагностирования [Текст] / В.П. Калявин, А.В. Мозгалевский, 1984. -207, [1] с.	17

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Сайт Росстандарт. Федеральное агенство по техническому регулированию и метрологии <a href="https://www.rst.gov.ru">https://www.rst.gov.ru</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=5865>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Надежность электрооборудования робототехнических систем» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

#### Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 64	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	65 – 74	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практически навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	75 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практически навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

## Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету обучающие получают при защите не менее 5-ти лабораторных работ, и выполнении не менее трех проверочных (контрольных) работ с оценкой не ниже нуля.

При оценивании лабораторных работ учитывается своевременность сдачи материала.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Связь надежности и технической диагностики
2	Надежность и ее свойства
3	Количественные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов
4	Количественные показатели безотказности восстанавливаемых объектов
5	Количественные показатели долговечности
6	Комплексные показатели надежности
7	Техническая диагностика, диагностирование, диагноз
8	Работоспособность, штатное функционирование; неработоспособность, нештатное функционирование
9	Отказ, виды отказов. Дефект, виды дефектов
10	Задачи диагностики и их сочетания
11	Процедура диагностирования и виды диагнозов
12	Основные положения технической диагностики
13	Факторы, влияющие на надежность
14	Информационное обеспечение надежности
15	Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов
16	Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов
17	Безотказность сложных объектов
18	Методы повышения надежности
19	Виды комплектов и номенклатура запасных частей
20	Расчет комплекта запасных частей на основе потока заявок
21	Расчет комплекта запасных частей по показателям надежности
22	Характеристика методов диагностирования. Тестовые сигналы
23	Область и условия работоспособности
24	Диагностирование в жизненном цикле технических объектов
25	Запас и степень работоспособности
26	Методы контроля работоспособности

27	Алгоритмы поиска дефектов
28	Методы построения алгоритма поиска дефектов
29	Характеристика задачи прогнозирования. Метод прогнозирования с помощью экстраполяционных полиномов
30	Характеристика задачи прогнозирования. Метод прогнозирования с помощью регрессионного анализа
31	Характеристика задачи прогнозирования. Вероятностное прогнозирование
32	Характеристика задачи прогнозирования. Прогнозирование методами статистической классификации
33	Типовые структуры систем диагностирования
34	Характеристика объекта диагностирования. Показатели приспособленности объекта к диагностированию
35	Характеристика средств технического диагностирования
36	Характеристика человека-оператора
37	Показатели систем диагностирования

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

Контрольная работа

Вопрос 1: Информационное обеспечение надежности

Вопрос 2: Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов

Вопрос 3: Связь надежности и технической диагностики

Ответ: Надежность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении, расходуется и поддерживается при эксплуатации. Надежность позволяет оценить среднестатистическое состояние объекта. Методы и средства технической диагностики являются инструментом поддержания надежности. Техническая диагностика позволяет оценить состояние конкретного объекта. При проектировании объект разрабатывается ремонтпригодным, приспособленным к диагностированию, при изготовлении с точки зрения надежности создается работоспособным, при эксплуатации работоспособность объекта поддерживается (техническое обслуживание) и восстанавливается (ремонт).

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
1	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Коллоквиум
2	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Отчет по лаб. работе
3	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Коллоквиум
4	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Отчет по лаб. работе
5	Тема 1. Основы надёжности элементов робототехнических систем	Контрольная работа
6	Тема 2. Основы технической диагностики	Коллоквиум
7	Тема 2. Основы технической диагностики	Отчет по лаб. работе
8	Тема 2. Основы технической диагностики	Коллоквиум
9	Тема 2. Основы технической диагностики	Отчет по лаб. работе
10	Тема 2. Основы технической диагностики	Контрольная работа
11	Тема 3. Системы диагностирования	Коллоквиум
12	Тема 3. Системы диагностирования	Отчет по лаб. работе
13	Тема 3. Системы диагностирования	Коллоквиум
14	Тема 3. Системы диагностирования	Отчет по лаб. работе
15	Тема 3. Системы диагностирования	Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 50 % занятий); оценивается **максимально 12 баллов**.

В процессе обучения по дисциплине «Надежность электрооборудования робототехнических систем» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ из 6-ти возможных (по выбору преподавателя).

Каждая **лабораторная работа** оценивается **максимально 8 баллов**, где **4 балла за подготовку отчета и 4 балла за защиту на коллоквиуме**.

Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе с оформлением отчета, проведение экспериментальных исследований, с заполнением протокола и его защита на коллоквиуме. После каждой лабораторной работы предусматривается проведение коллоквиумов, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ сту-

дентами осуществляется в бригадах до 3-х человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется сначала при подготовке к работе (титульный лист, задание, предварительные выкладки), в процессе выполнения работы (протокол исследований) и после выполнения экспериментальных исследований (выводы); отчет представляется преподавателю после подготовки, для получения допуска к проведению исследований, а затем по окончании работы, где при отсутствии замечаний по объему работы подписывается на защиту.

Лабораторные работы защищаются группой (бригадой), при этом каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

За время занятий проводится **три контрольные работы максимально 16 баллов каждая.**

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

Итоговая оценка по дисциплине определяется по сумме полученных баллов за мероприятия текущего контроля.

## 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, компьютер или ноутбук, проектор и экран	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютерный класс; подключение к сети интернет.	1) MATLAB версии 2014b или выше; 2) Windows 7 и выше; 3) Microsoft Office 2007 и выше
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; 3) MATLAB версии 2014b или 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>