

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 23.05.2023 11:41:46  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Электропривод и автоматика»

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**

**«ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ»**

**для подготовки бакалавров**

**по направлению**

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**по профилю**

**«Электропривод и автоматика»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

ассистент Белов А.М.

заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Белов М.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС

18.03.2022, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭА, 21.03.2022, протокол № 5

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ»**

При изучении дисциплины рассматриваются основные понятия и общие вопросы технической диагностики. Приведены структурные схемы систем рабочего и тестового диагностирования. Дана характеристика основных элементов структурных схем. Рассмотрены вопросы, связанные с неисправностями, диагностическими признаками и параметрами электрооборудования и систем с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«DIAGNOSTICS OF ELECTRICAL EQUIPMENT AND INSTALLATIONS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES»**

The basic concepts and general issues of technical diagnostics are considered. The structural diagrams of the systems of working and test diagnostics are given. Characteristics of the main elements of the structural diagrams are given. Issues related to faults, diagnostic features and parameters of electrical equipment and systems with unconventional and renewable energy sources are considered.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний основных понятий и определений технической диагностики, повреждениях электрооборудования (ЭО) и систем с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии (НВИЭ), практических навыков применения методов и средств контроля работоспособности ЭО и умение их использовать при диагностировании технического состояния.

2. Задачи дисциплины:

Изучение основных понятий и определений технической диагностики.

Формирование знаний о повреждениях электрооборудования (ЭО) и систем с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии (НВИЭ)

Освоение методов и средств контроля работоспособности ЭО и умение их использовать при диагностировании технического состояния.

3. Знания о повреждениях электрооборудования (ЭО) и систем с НВИЭ

4. Умения использовать методы и средства контроля работоспособности ЭО при диагностировании технического состояния.

5. Навыки технической диагностики ЭО и систем с НВИЭ

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Возобновляемая энергетика»

2. «Аналоговая электроника»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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>
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<i>УК-1.1</i>	<i>Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи</i>
<i>УК-1.2</i>	<i>Применяет методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывает стратегию действий, принимает конкретные решения для ее реализации</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	2			2
2	Основы технической диагностики	2	2		2
3	Контроль работоспособности электрооборудования	4	6		4
4	Поиск дефектов и неисправностей	4	6		4
5	Повреждения ЭО	3	4		5
6	Структура системы диагностирования	4	4		5
7	Типовые структуры систем диагностирования	4	4		5
8	Диагностические модели (ДМ)	4	4		5
9	Диагностирование технического состояния электро-механических преобразователей (ЭМП)	4	2		3
10	Диагностирование элементов электротехнических и приводных систем	2	1		2
11	Заключение	1	1	1	2
	Итого, ач	34	34	1	39
	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	Назначение и применение диагностирования состояния объекта.
2	Основы технической диагностики	Основные положения и определения. Этапы жизненного цикла электро-оборудования (ЭО). Диагностирование в жизненном цикле электрооборудования.
3	Контроль работоспособности электрооборудования	Условия работоспособности. Критерии работоспособности. Методы контроля работоспособности
4	Поиск дефектов и неисправностей	Признаки и методы обнаружения неисправностей. Алгоритмы поиска неисправностей ЭО.
5	Повреждения ЭО	Виды и причины износа ЭО. Неисправности электро-механических преобразователей, пускорегулирующей аппаратуры и электронных устройств.
6	Структура системы диагностирования	Объект диагностирования. Классификация средств технического диагностирования. Человек-оператор.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Типовые структуры систем диагностирования	Системы рабочего диагностирования. Системы тестового диагностирования.
8	Диагностические модели (ДМ)	Непрерывные ДМ. Дискретные ДМ. Специальные ДМ.
9	Диагностирование технического состояния электромеханических преобразователей (ЭМП)	Наиболее характерные дефекты ЭМП. Средства и методы контроля со-стояния отдельных узлов.
10	Диагностирование элементов электротехнических и приводных систем	Диагностические признаки и параметры систем. Методы и средства контроля параметров.
11	Заключение	Обеспечение контроля эксплуатации и повышение живучести ЭО.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Контроль работоспособности электрооборудования.	2
2. Поиск дефектов и неисправностей.	2
3. Повреждения электрооборудования.	2
4. Структура системы диагностирования.	2
5. Типовые структуры систем диагностирования.	2
6. Диагностические модели.	2
7. Особенности разработки цепей питания и измерительных цепей.	2
8. Способы измерения тока и их применение в устройствах диагностики.	2
9. Электрическая машина -объект диагностирования.	2
10. Диагностирование технического состояния электромеханических преобразователей.	2
11. Диагностика дефектов подшипников ЭМ.	2
12. Диагностика статорной обмотки.	2
13. Диагностика короткозамкнутого ротора асинхронных двигателей.	2
14. Стандарты сигнатурной диагностики.	2
15. Алгоритмы принятия решений для сигнатурной диагностики.	2
16. Диагностирование трансформатора.	2



<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
17. Диагностирование элементов электротехнических и приводных систем.	2
Итого	34

#### **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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	6
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	3
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>39</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	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
2	Котеленец, Николай Федорович. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин [Текст] : Учеб. для вузов по специальности "Электромеханика" направления подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н.Ф. Котеленец, Н.А. Акимова, М.В. Антонов; Под ред. Н.Ф. Котеленца, 2003. -384 с.	10
3	Испытания электрических машин [Текст] : Метод. указания к лаб. работам по курсу "Надежность, испытания и диагностика электр. машин / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 1996. -40 с.	9
Дополнительная литература		
1	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. Котеленца, 2004. -296 с.	5

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Веселов, О. В. Прикладные методы компьютерной диагностики электромеханических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Веселов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 200 с. <a href="https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/9885/1/02420.pdf">https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/9885/1/02420.pdf</a>
2	Ловлин С.Ю., Абдуллин А.А., Цветкова М.Х., Маматов А.Г. Методы и средства мониторинга и наладки электропривода. Учебно-методическое пособие – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 112 с. <a href="https://books.ifmo.ru/file/pdf/2478.pdf">https://books.ifmo.ru/file/pdf/2478.pdf</a>
3	Электропривод: Учебное пособие. / сост. С. В. Петухов, М.В. Кришьянис. – Архангельск: С(А)ФУ, 2015. – 303 с. <a href="https://narfu.ru/upload/iblock/1fd/elektroprivod.pdf">https://narfu.ru/upload/iblock/1fd/elektroprivod.pdf</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12825>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Диагностика электрооборудования и приводных систем» 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

Посещение лекций не менее 80%, выполнение всех практических работ на занятиях, подготовка отчетов по работам.

Промежуточная аттестация -в виде собеседования по контрольным вопросам.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Основные задачи технического диагностирования.
2	Средства технического диагностирования.
3	Характеристика основных элементов системы технического диагностирования.
4	Схема системы тестового диагностирования.
5	Схема системы рабочего диагностирования.
6	Этапы жизненного цикла электрооборудования.
7	Технические средства для оценки сопротивления изоляции электрооборудования.
8	Задачи, решаемые при диагностировании ЭО на стадии эксплуатации.
9	Основные элементы системы тестового диагностирования.
10	Основные элементы системы рабочего диагностирования.
11	Показатели надежности технических средств диагностирования
12	Слабые звенья электромеханических преобразователей разных типов.
13	Проверка правильности сборки трехфазных обмоток.
14	Проверка правильности соединения ОЯ и ОДП МПТ.
15	Нахождение пробоя обмотки полюсов СМ на корпус.

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	Основы технической диагностики Контроль работоспособности электрооборудования	
2		
3		
4		Практическая работа
5	Поиск дефектов и неисправностей Повреждения ЭО	
6		
7		
8		
9		Практическая работа
10	Структура системы диагностирования Типовые структуры систем диагностирования Диагностические модели (ДМ)	
11		
12		
13		
14		Практическая работа
15	Диагностирование технического состояния электромеханических преобразователей (ЭМП) Диагностирование элементов электротехнических и приводных систем	
16		
17		Практическая 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 дифф. зачет.

#### на практических (семинарских) занятиях

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

Обучающие выполняют практические работы на занятиях, подготавлива-



ют отчет по результатам работы и сдают на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет и оценивает отчет по системе ”зачтено/ не зачтено”

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных 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, меловая или маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) 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

## **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>