

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 23.05.2023 11:23:40
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

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

«Электропривод и автоматика»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Лавров А.Г.

доцент, к.т.н. Дикун И.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС

02.03.2022, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭА, 11.03.2022, протокол № 7

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

В дисциплине рассматриваются наиболее общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Основное внимание уделяется устройству и принципу действия электрических машин разных типов, включая трансформаторы, а также их свойствам. При этом упор делается на объяснение физической сущности процессов и явлений, происходящих в электрических машинах. В тех случаях, когда это возможно, оценка свойств электрических машин производится в сравнении.

SUBJECT SUMMARY

«ELECTRIC CARS»

The discipline deals with the most common issues of electromechanical energy conversion. The main attention is paid to the device and the operating principle of electric machines of various types, including transformers, as well as their properties. The emphasis is on explaining the physical nature of the processes and phenomena occurring in electric machines.

In those cases where it is possible, the evaluation of the properties of electric machines is made in comparison.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины -изучение принципа действия различных типов электрических машин (ЭМ), их конструкции, пусковых и рабочих свойств и формирование навыков экспериментального исследования характеристик электрических машин.

2. Изучение принципа действия различных типов электрических машин (ЭМ), их конструкции, пусковых и рабочих свойств. Изучение схем включения ЭМ. Формирование навыков экспериментального исследования характеристик электрических машин.

Умение выбирать оптимальные способы решения задач по определению параметров и характеристик машин.

3. Знание современной информации о тенденциях развития ЭМ и перспективах улучшения их технико-экономических показателей.

4. Умения объяснять свойства и характеристики электрических машин разных типов.

5. Владение навыками анализа процессов и явлений в ЭМ.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»

2. «Метрология и информационно-измерительная техника»

3. «Электротехническое материаловедение»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электрические машины. Дополнительные главы»
2. «Электрический привод»
3. «Электронные и электрические аппараты»
4. «Проектирование электрических машин»
5. «Производство и передача электрической энергии»
6. «Системы передачи и распределения электрической энергии»
7. «Системы управления электроприводами»
8. «Технологии производства электрических машин»
9. «Настройка и испытание электрооборудования»
10. «Основы мехатроники»
11. «Основы электромеханики»
12. «Электропривод в современных технологиях»

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока</i>
<i>ОПК-3.3</i>	<i>Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами</i>
<i>ОПК-3.4</i>	<i>Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств</i>
<i>ОПК-3.5</i>	<i>Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик</i>
<i>ОПК-3.6</i>	<i>Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	1		1	
2	Основные определения, понятия и законы электромеханики	2	2	2		8
3	Устройство и принцип действия машин постоянного тока	4	2			8
4	Общие вопросы теории машин постоянного тока	6	3			22
5	Генераторы постоянного тока	4	2	12		12
6	Двигатели постоянного тока	4	2	12		12
7	Однофазные трансформаторы	5	3	8		16
8	Уравнения напряжения и схемы замещения трансформатора	5	2			8
9	Работа трансформатора под нагрузкой	2				8
10	Заключение	1				
	Итого, ач	34	17	34	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Электрические машины: основные понятия, классификация, номинальный режим работы и номинальные параметры. Области применения электрических машин. Содержание и последовательность изложения разделов курса.
2	Основные определения, понятия и законы электромеханики	Источники и параметры магнитного поля. Классификация материалов по их магнитным свойствам. Закон электромагнитной индукции в формулировках Фарадея и Максвелла. Закон взаимодействия проводника с током и магнитного поля (закон Ампера). Намагничивание и перемгничивание ферромагнетиков.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Устройство и принцип действия машин постоянного тока	Устройство простейшей машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока. Принцип действия двигателя постоянного тока. Принцип обратимости электрических машин. Устройство машины постоянного тока. Якорные обмотки машин постоянного тока.
4	Общие вопросы теории машин постоянного тока	ЭДС обмотки якоря и электромагнитный момент. Электромагнитные нагрузки и машинная постоянная. Магнитное поле машины в режиме холостого хода. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Потери в электрических машинах. Коэффициент полезного действия.
5	Генераторы постоянного тока	Классификация генераторов. Характеристики генераторов. Генераторы независимого возбуждения и их характеристики. Генераторы с самовозбуждением: принцип действия и условия самовозбуждения. Генераторы параллельного возбуждения и их характеристики. Генераторы смешанного возбуждения и их характеристики. Сравнительный анализ внешних характеристик генераторов постоянного тока.
6	Двигатели постоянного тока	Уравнения, характеристики и изменение режима работы двигателей. Способы пуска в ход двигателей постоянного тока. Двигатели параллельного возбуждения: электромеханическая, механическая и регулировочная характеристики, области применения. Способы регулирования скорости вращения. Рабочие характеристики. Двигатели последовательного возбуждения: электромеханическая и механическая характеристики. Характеристика пускового момента. Сравнительный анализ свойств двигателей параллельного и последовательного возбуждения. Регулирование скорости вращения двигателей последовательного возбуждения. Двигатели смешанного возбуждения и анализ их возможных характеристик.
7	Однофазные трансформаторы	Классификация и назначение трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора. Основные электрические соотношения в идеальном трансформаторе.
8	Уравнения напряжения и схемы замещения трансформатора	Уравнения напряжения трансформатора в дифференциальной форме. Комплексные уравнения трансформатора для действующих значений токов и напряжений. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной. Уравнения и схемы замещения приведенного трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
9	Работа трансформатора под нагрузкой	Уравнения и физические условия работы трансформатора под нагрузкой. Векторная диаграмма трансформатора. Энергетическая диаграмма, потери и КПД трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
10	Заключение	Основные направления развития электромеханики

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Методы и средства экспериментального исследования электрических машин. Правила и методы обработки экспериментальных данных	2
2. Исследование генератора независимого возбуждения	6
3. Исследование генераторов параллельного и смешанного возбуждения	8
4. Исследование электродвигателя параллельного возбуждения	6
5. Исследование электродвигателя последовательного возбуждения	6
6. Исследование однофазного трансформатора	6
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Основные понятия и определения теории электромагнитного поля. Законы применяемые в теории электромеханики	1
2. ЭДС обмотки якоря и напряжение на зажимах генератора. Основные материалы, применяемые в электромашиностроении	2
3. Устройство машин постоянного тока. Параметры и характеристики генератора параллельного возбуждения	2
4. Параметры и рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения	3
5. Параметры и рабочие характеристики двигателей последовательного возбуждения. КПД двигателей постоянного тока	3
6. Общие сведения об электрических цепях и их элементах. Представление синусоидальных электрических величин вращающимися векторами и комплексными числами	2
7. Расчет основных параметров и характеристик трехфазного двухобмоточного трансформатора	2
8. Анализ режимов работы трансформатора с помощью векторных диаграмм	2
Итого	17

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	24
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	17
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	9
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	9
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
ИТОГО СРС	94

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 библи.
Основная литература		
1	Ваганов, Михаил Александрович. Общие вопросы теории электрических машин постоянного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Ваганов, Михаил Александрович. Генераторы и двигатели постоянного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2016. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Ваганов, Михаил Александрович. Трансформаторы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2014. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Ваганов, Михаил Александрович. Основы электромеханики [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2020. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Электронная электротехническая библиотека http://www.electrolibrary.info/
2	Электроэнергетический информационный центр http://www.urlw.ru/w.electrocentr.info

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/enrol/index.php?id=12857>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электрические машины» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

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 экзамену полностью базируется на результатах текущего контроля: выполнение и защита 6 лабораторных работ на 4 коллоквиумах .

Экзамен проводится по билетом, которые содержат два теоретических вопроса. В ходе экзамена с каждым студентом проводится собеседование как по вопросам билета, так и, при необходимости, по темам курса в целом.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Устройство простейшей машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока.
2	Устройство машин постоянного тока.
3	Принцип обратимости электрических машин.
4	Понятие о реакции якоря в машинах постоянного тока.
5	Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения.
6	Самовозбуждение генераторов параллельного возбуждения.
7	Электрическая схема и характеристики генераторов независимого возбуждения.
8	Характеристики генераторов параллельного возбуждения.
9	Двигатели последовательного возбуждения: характеристики, способы регулирования.
10	Двигатели параллельного возбуждения: характеристики, способы регулирования.
11	Способы пуска двигателей постоянного тока в ход.
12	Принцип действия и устройство однофазного трансформатора.
13	Уравнения и схемы замещения приведенного трансформатора.
14	Векторная диаграмма трансформатора.
15	Энергетическая диаграмма, потери и КПД трансформатора.
16	Опыт холостого хода и короткого замыкания однофазного транс-форматора.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Электрические машины ФЭА, РАПС

1. Устройство простейшей машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока.
2. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.П. Белов

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	Общие вопросы теории машин постоянного тока	Коллоквиум
9	Генераторы постоянного тока	Коллоквиум
12	Двигатели постоянного тока	Коллоквиум
16	Однофазные трансформаторы	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

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

Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Электрические машины» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 5, 9, 12 и 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 4 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. 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.

Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя:

- выполнение и сдачу в срок отчетов по всем лабораторным работам;
- защиту на коллоквиуме всех лабораторных работ, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:
 - «отлично» - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы
 - «хорошо» - вопросы раскрыты не полностью
 - «удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки
 - «неудовлетворительно» - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом

Совокупность оценок, полученных студентом в результате контрольных мероприятий учитывается преподавателем при проведении промежуточной ат-

тестации в форме экзамена. При этом оценка по результатам текущего контроля составляет 60% от общей итоговой оценки, экзаменационная - 40%.

Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий)
- оценку активности студента на практических занятиях.

Совокупность оценок, полученных студентом в результате контрольных мероприятий учитывается преподавателем при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена.

На практических занятиях студент должен показать:

- знание принципа действия различных типов электрических машин, их конструкции, пусковых и рабочих свойств;
- способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
- умения объяснять свойства и характеристики электрических машин разных типов;
- владение навыками анализа процессов и явлений в ЭМ, с представлением полученных результатов с помощью актуальных цифровых инструментах в цифровых документах;
- способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов 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.

ях.

Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1-2.

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, персональный компьютер, проектор, экран, меловая или маркерная доска.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды для изучения: генератора независимого возбуждения, генераторов параллельного и смешанного возбуждения, электродвигателя параллельного возбуждения, электродвигателя последовательного возбуждения, однофазного трансформатора.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер, проектор, экран, меловая или маркерная доска.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 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

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