

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

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ»

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)	4
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
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)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ»

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. В разделе «Трансформаторы» рассматриваются основные режимы работы однофазных трансформаторов. Синхронные машины обсуждаются как основной источник электрической энергии переменного тока, а в асинхронных машинах упор делается на двигательный режим работы.

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. In the section "Transformers" the main operating modes of single-phase transformers are considered. Synchronous machines are discussed as the main source of electric energy of alternating current, and in asynchronous machines the emphasis is on the motor operating mode.

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. Задачи дисциплины:

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. «Электротехническое материаловедение»

3. «Электрический привод»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «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
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	1		1	
2	Основные определения, понятия и законы электромеханики	1			2
3	Устройство и принцип действия машин постоянного тока	2			2
4	Общие вопросы теории машин постоянного тока	2			4
5	Генераторы постоянного тока	2	6		4
6	Двигатели постоянного тока	2	6		4
7	Однофазные трансформаторы	1			2
8	Уравнения напряжения и схемы замещения трансформатора	2	4		2
9	Работа трансформатора под нагрузкой	2	2		4
10	Основные виды машин переменного тока их устройство и принцип действия	1			4
11	Основы теории асинхронных двигателей	1	2		5
12	Векторная и энергетическая диаграммы. Схема замещения	2			5
13	Характеристики асинхронных двигателей	2	2		9
14	Пуск в ход и регулирование скорости вращения асинхронных двигателей	2			8
15	Основы теории и характеристики синхронных генераторов	3	4		7
16	Параллельная работа синхронных машин	4	4		6
17	Синхронные двигатели	3	4		7
18	Заключение	1			
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

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 перемангничивание ферромагнетиков.
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.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Однофазные трансформаторы	Классификация и назначение трансформаторов. Устройство и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора. Основные электрические со-отношения 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.
10	Основные виды машин переменного тока их устройство и принцип действия	Общие сведения о машинах переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Устройство асинхронных машин. Принципы действия асинхронного двигателя и генератора. Режим электромагнитного тормоза. Устройство синхронных машин. Принцип действия синхронной генератора. Принцип действия синхронного двигателя.
11	Основы теории асинхронных двигателей	Асинхронный двигатель с разомкнутым (неподвижным) ротором. Приведение обмотки ротора к обмотки статора. Асинхронный двигатель с заторможенным ротором. Асинхронный двигатель с вращающимся ротором.
12	Векторная и энергетическая диаграммы. Схема замещения	Векторная диаграмма асинхронного двигателя. Схема замещения. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
13	Характеристики асинхронных двигателей	Характеристика вращающего момента. Зависимость вращающего момента от величин напряжения сети и активного сопротивления цепи ротора. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
14	Пуск в ход и регулирование скорости вращения асинхронных двигателей	Пуск в ход асинхронных двигателей. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей. Сравнительный анализ технико-экономических свойств асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.
15	Основы теории и характеристики синхронных генераторов	Холостой ход синхронного генератора. Реакция якоря (статора) синхронного генератора. Уравнения и векторные диаграммы синхронного генератора. Характеристики синхронных генераторов. Потери и КПД синхронного генератора.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
16	Параллельная работа синхронных машин	Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Синхронные режимы параллельной работы синхронных машин. Электромагнитные мощность и момент. Угловые характеристики синхронной машины. Статическая устойчивость. U-образные характеристики синхронной машины.
17	Синхронные двигатели	Энергетическая и векторная диаграммы синхронного двигателя. Угловые, U-образные и рабочие характеристики синхронного двигателя. Особенности работы и пуска синхронных двигателей.
18	Заключение	Основные направления развития электромеханики

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Методы и средства экспериментального исследования электрических машин систем автоматики.	4
2. Характеристики генератора независимого возбуждения	4
3. Характеристики электродвигателя параллельного возбуждения	4
4. Характеристики электродвигателя последовательного возбуждения	4
5. Изучение характеристик трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором	4
6. Изучение машин малой мощности	6
7. Расчет основных параметров машин малой мощности	4
8. Характеристики трехфазного синхронного двигателя	4
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 деятель-

ности, 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)	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	19
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	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	20
ИТОГО СРС	75

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	Ваганов, Михаил Александрович. Электрические машины [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / М. А. Ваганов, Ю. Г. Тимофеев, 2017. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Ваганов, Михаил Александрович. Параллельная работа электрических машин [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / М. А. Ваганов, Г. В. Комарова, О. В. Гагарин, 2017. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Ваганов, Михаил Александрович. Электрические машины [Текст] : учеб.-метод. пособие / М. А. Ваганов, Ю. Г. Тимофеев, 2017. -60 с.	65
4	Ваганов, Михаил Александрович. Трансформаторы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2014. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
5	Ваганов, Михаил Александрович. Синхронные машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2015. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Ваганов, Михаил Александрович. Основы электромеханики [Текст] : учеб. пособие / М. А. Ваганов, 2020. -124 с.	39

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Лифанов В.А. Электрические машины систем автоматики и бытовой техники: Учебное пособие. –Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2006. –237 с. https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_machines/%D0%9B%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%AD%D0%9C%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf
2	Ю.А. Цыба., Н.К. Алмуратова. Электрические машины систем автоматики. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2011. – 52 с. https://libr.aues.kz/facultet/eef/kaf_e_i_aru/16/umm/eiaru_3.htm?ysclid=lfz6fhu665502510839

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12886>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электрические машины систем автоматики» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет.

Зачет

Зачет выставляется по дисциплине по результатам защищенных работ практических занятий.

Особенности допуска

Допуск к зачету: посещение лекций не менее 80%, выполнение всех 8-ми практических работ, подготовка отчетов по результатам работы и защита их на коллоквиумах.

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

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
4	Генераторы постоянного тока	Коллоквиум
5	Генераторы постоянного тока	Коллоквиум
7	Двигатели постоянного тока	Коллоквиум
8	Двигатели постоянного тока	Коллоквиум
9	Однофазные трансформаторы	Коллоквиум
11	Характеристики асинхронных двигателей	Коллоквиум
13	Основы теории и характеристики синхронных генераторов	Коллоквиум
15	Синхронные двигатели	Коллоквиум

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 зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск к зачету. В процессе обучения по дисциплине «Электрические машины систем автоматики» студент обязан выполнить 8 практических работ. Под выполнением практических работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждого практического работы предусматривается проведение коллоквиума на определенных графиком неделях, на которых осуществляется защита практических работ. Выполнение практических работ студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения практической работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Практические работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре решения практической задачи, 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 и выставляется оценка в соответствии с критериями:

не зачтено - менее 50% ответов из числа заданных неправильные.

зачтено - ответы на некоторые вопросы дает неполные; в ответах на отдельные вопросы испытывает затруднения; на заданные вопросы дает полные ответы.

В ходе проведения 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.

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, персональный компьютер, проектор, экран, маркерная доска	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер, проектор, экран, 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 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 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