

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.1.11 Электрические машины

направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика электротехника»

Профиль «Электроснабжение», «Электротехнологические установки и системы», «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс – 3,

семестр – 5, 6,

зачетных единиц – 8 (5 сем. – 3; 6 сем. – 5),

часов в неделю – 5 сем. – 3, 6 сем. – 5,

всего часов – 288 (5 сем. – 108; 6 сем. – 180),

в том числе:

лекции – 54 (5 сем. – 18; 6 сем. – 36),

коллоквиумы – нет,

лабораторные занятия – 36 (5 сем. – 18; 6 сем. – 18),

практические занятия – 54 (5 сем. – 18; 6 сем. – 36),

самостоятельная работа – 144 (5 сем. – 54; 6 сем. – 90),

зачет – 5 семестр,

экзамен – 6 семестр

курсовая работа – 5 семестр,

курсовой проект – нет,

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: Основной целью дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электро-механическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Задачи изучения дисциплины: для достижения поставленной цели необходимо научить студентов:

- классифицировать электрические машины и описывать сущность происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания электрических машин.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для усвоения данной дисциплины. Физика раздел: «Электричество и магнетизм». Высшая математика разделы: «Дифференциальное и интегральное исчисления», «Комплексные числа», «Векторная алгебра», «Тригонометрические ряды Фурье». Электротехника разделы: «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические цепи однофазного и трехфазного токов», «Электрические измерения в цепях однофазного и трехфазного тока».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: Общие образовательные компетенции ОПК-2, 3. Профессиональные компетенции ПК – 1, 2, 8.

В результате изучения дисциплины “Электрические машины” обучающиеся

должны:

- знать и понимать принцип действия современных типов электрических машин, знать особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; иметь общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании электрических машин;
- уметь использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин.
- владеть навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
				все-го	лекции	Л. З.	П. З.	СРС
5 семестр								
1	1	1	Введение. Принцип действия электрических машин. Классификация электрических машин.	14	4	-	-	10
	3							
2	5	2	Трансформаторы	94	14	18	18	44
	7							
	9							
	11							
	13							
	15							
17								
6 семестр								
1	1	1	Общие вопросы теории машин переменного тока	21	6	-	-	15
	2							
	3	2	Асинхронные машины	53	10	6	12	25
	4							
	5							
	6							
	7	3	Синхронные машины	53	10	6	12	25
	8							
	9							
	10							
	11	4	Машины постоянного тока	53	10	6	12	25
	12							
13								
14								
15								
16								
17								
Итого				288	54	36	54	144

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
5 семестр				
1	4	1	Понятие об электрической машине (ЭМ). Законы физики и электромеханики. Принцип преобразования энергии в ЭМ: генератор, двигатель.	[1-12], ИОС СГТУ

		2	Классификация ЭМ. Номинальный режим работы ЭМ.	
2	14	3	Трансформаторы . Устройство однофазного трансформатора и принцип его действия. Конструкции однофазных трансформаторов.	[1-12], ИОС СГТУ
		4	Режим х.х., векторная диаграмма. Работа трансформатора под нагрузкой. Приведение вторичной обмотки к первичной.	
		5	Основные уравнения приведенного трансформатора и его векторные диаграммы.	
		6	Т-образная схема замещения. Определение параметров схемы замещения из опытов х.х. и к. з.	[1-12], ИОС СГТУ
		7	Упрощенная схема замещения трансформатора. Изменение вторичного напряжения при изменении нагрузки. Потери КПД трансформатора.	
		8	Трехфазные трансформаторы, их устройство и схемы соединения обмоток.	[1-12], ИОС СГТУ
		9	Группы трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.	
6 семестр				
1	6	1	Общие вопросы машин переменного тока.	[1-12], ИОС СГТУ
		2	Основные понятия обмоток и их выполнение. Расчет и построение однослойной обмотки.	[1-12], ИОС СГТУ
		3	МДС однофазной обмотки. МДС трехфазной обмотки.	[1-12], ИОС СГТУ
2	10	4	Асинхронные машины (АМ). Устройство трехфазных АД и принцип действия. Рабочий процесс АД. Приведение обмотки ротора к обмотке статора.	[1-12], ИОС СГТУ
		5	Схемы замещения АД. Энергетическая диаграмма АД. Электромагнитный момент в функции: I_2 и Φ макс., S	[1-12], ИОС СГТУ
		6	Пуск трехфазных АД с фазным и к. з. ротором. Специальные АМ. Индукционные регулятор и фазорегулятор.	[1-12], ИОС СГТУ
		7	Электрические способы торможения АД. Расщепитель фаз.	[1-12], ИОС СГТУ
		8	Сельсины. Электрический вал. Однофазный АД. Электронасосы и электрокомпрессоры. Мотор – генераторы.	[1-12], ИОС СГТУ
3	10	9	Синхронные машины (СМ). Общие сведения о турбо- и гидрогенераторах (ТГ и ГГ). Принцип действия СГ.	[1-12], ИОС СГТУ
		10	Магнитное поле СГ при симметричной нагрузке. Основные характеристики СГ.	[1-12], ИОС СГТУ
		11	Векторные диаграммы ТГ и ГГ. Электромагнитная мощность и момент СМ.	[1-12], ИОС СГТУ

		12	СД для систем автоматики. Реактивные двигатели. Гистерезисные. Шаговые. Синхронный тахогенератор.	[1-12], ИОС СГТУ
		13	Синхронный тахогенератор. Испытание электрических машин.	[1-12], ИОС СГТУ
4	10	14	Машины постоянного тока (МПТ): устройство и принцип действия МПТ. Обмотки якоря, их расчет и построение.	[1-12], ИОС СГТУ
		15	Понятие о коммутации МПТ. Классификация МПТ по способу возбуждения. Генераторы и их основные характеристики.	[1-12], ИОС СГТУ
		16	Двигатели и их основные характеристики.	[1-12], ИОС СГТУ
		17	Пуск, реверсирование и регулирование ДПТ.	[1-12], ИОС СГТУ
		18	Вентильные двигатели, принцип действия, электрические и конструктивные схемы.	[1-12], ИОС СГТУ

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Наименование практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.
5 семестр		
2	18	Расчёт характеристик трехфазного трансформатора.
6 семестр		
2	12	Расчет характеристик АД.
3	12	Расчет характеристик СГ и СД.
4	12	Расчет характеристик ГПТ и ДПТ.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ занятия	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
5 семестр				
2	4	1 – 2	Исследование однофазного трансформатора (Задание 1)	[1-12], ИОС СГТУ
	4	3 – 4	Исследование трехфазного трансформатора (Задание 2)	[1-12], ИОС СГТУ
	4	5 – 6	Параллельная работа трансформатора (Задание 1)	[1-12], ИОС СГТУ
	6	7 - 9	Определение группы соединения трехфазного трансформатора (Задание 2)	[1-12], ИОС СГТУ

6 семестр				
2	2	1	Исследование трехфазного двигателя (Задание 1 и 2)	[1-12], ИОС СГТУ
	2	2	Исследование асинхронного двигателя в трехфазном, однофазном и конденсаторном режимах работы.	[1-12], ИОС СГТУ
	2	3	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.	[1-12], ИОС СГТУ
3	2	4	Исследование трехфазного синхронного генератора	[1-12], ИОС СГТУ,
	2	5	Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью	[1-12], ИОС СГТУ
4	2	6	Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения (Задание 1)	[1-12], ИОС СГТУ
	2	7	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.	[1-12], ИОС СГТУ
	2	8	Исследование исполнительного двигателя постоянного тока с якорным управлением (Задание 1)	[1-12], ИОС СГТУ
	2	9	Исследование исполнительного двигателя постоянного тока с полюсным управлением (Задание 2)	[1-12], ИОС СГТУ

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
5 семестр			
1	10	Понятие электромагнитной индукции. История открытия. Практическое применение	[1-12], ИОС СГТУ
2	44	Измерительные трансформаторы	[1-12], ИОС СГТУ
		Сварочные трансформаторы	[1-12], ИОС СГТУ
		Печные трансформаторы	[1-12], ИОС СГТУ
6 семестр			
1	20	Однослойные обмотки машин переменного тока	[1-12], ИОС СГТУ
		Двухслойные обмотки машин переменного тока	[1-12], ИОС СГТУ
2	25	Индукционные регулятор и фазорегулятор	[1-12], ИОС СГТУ
		Сельсины. Электрический вал	[1-12], ИОС СГТУ
		Рабочие характеристики асинхронного двигателя	[1-12], ИОС СГТУ
3	25	V-образные характеристики синхронного двигателя	[1-12], ИОС СГТУ
		Рабочие характеристики синхронного двигателя	[1-12], ИОС СГТУ
		Пуск синхронных двигателей	[1-12], ИОС СГТУ
		Синхронный компенсатор	[1-12], ИОС СГТУ
4	20	Обмотки якорей машины постоянного тока	[1-12], ИОС СГТУ
		Коммутация машин постоянного тока	[1-12], ИОС СГТУ

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая часть учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Тема курсовой работы «Типовой расчет трансформатора». Задание выдается преподавателем.

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Выпускник, освоивший дисциплину «Электрические машины», должен обладать следующими компетенциями

Общие профессиональными компетенциями

ОПК-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

ОПК-3 способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей

Профессиональными компетенциями

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими в виде академического бакалавриата как основного:

1. Научно-исследовательская деятельность:

ПК-1 способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике;

ПК-2 способностью обрабатывать результаты экспериментов.

ПК-8 способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию;

Вопросы для зачёта (5 семестр)

Трансформаторы

1. Законы электромеханики.
2. Принцип преобразования энергии в ЭМ.
3. Классификация ЭМ.
4. Номинальные режимы работы ЭМ.
5. Устройство однофазного трансформатора.
6. Принцип действия однофазного трансформатора.
7. Режим холостого хода и векторная диаграмма.

8. Работа трансформатора под нагрузкой, приведение вторичной обмотки к первичной.
9. Основные уравнения приведенного трансформатора и его векторные диаграммы.
10. Устройство трехфазных трансформаторов и их особенность
11. Группы трансформаторов.
12. Параллельная работа трансформаторов.
13. Специальные трансформаторы.
14. Многообмоточные трансформаторы, измерительные трансформаторы.
15. Автотрансформаторы.
16. Сварочные трансформаторы.
17. Пик - трансформаторы.

Вопросы для экзамена (6 семестр)

Асинхронные машины

1. Общие вопросы машин переменного тока.
2. Основные понятия обмоток и их выполнение.
3. Расчет и построение однослойной обмотки.
4. Электродвижущая сила (ЭДС) обмотки машин переменного тока
5. МДС однофазной обмотки.
6. МДС трехфазной обмотки.
7. Устройство асинхронных машин (АМ).
8. Устройство трехфазных АД и принцип действия.
9. Рабочий процесс АД.
10. Приведение обмотки ротора к обмотки статора
11. Схемы замещения АД.
12. Энергетическая диаграмма АД.
13. Электромагнитный момент.
14. Пуск трехфазных АД с фазным и к.з. ротором.
15. Регулирование частоты вращения.
16. Электрические способы торможения АД.
17. Специальные асинхронные машины.
18. Индукционные регулятор и фазорегулятор.
19. Сельсины.
20. Однофазные АД.

Синхронные машины

1. Общие сведения о турбо и гидрогенераторах (ТГ и ГГ).
2. Принцип действия СГ.
 1. Магнитное поле СГ при симметричной нагрузке.
 2. Основные характеристики СГ.
 3. Векторные диаграммы ТГ и ГГ.
 4. Определение параметров синхронной машины по снятым характеристикам.
 5. Характеристикам.

6. Диаграммы намагничивающих сил.
7. Электромагнитная мощность СМ.
8. Электромагнитный момент СМ.
9. Векторные диаграммы и угловые характеристики синхронного двигателя.
10. Режим работы синхронного двигателя при постоянном моменте и переменном токе возбуждения
11. Пуск синхронного двигателя.

12. Машины постоянного тока

1. Устройство и принцип действия машин постоянного тока
2. Обмотки якоря машин постоянного тока
3. Расчет магнитной цепи машины постоянного тока.
4. ЭДС обмотки якоря
5. *Реакция якоря в машинах постоянного тока*
6. Генераторы постоянного тока
7. Электромагнитный момент генератора постоянного тока
8. Генератор независимого возбуждения
9. Генератор параллельного возбуждения
10. Энергетическая диаграмма двигателя постоянного тока
11. Пуск двигателей постоянного тока
12. Реверсирование двигателя постоянного тока
13. Классификация двигателей постоянного тока
14. Двигатели параллельного возбуждения
15. Двигатели последовательного возбуждения
16. Двигатель смешанного возбуждения
17. Регулирование частоты вращения якоря
18. Коммутация в машинах постоянного тока.
19. Закон изменения тока в коммутируемой секции
20. Прямолинейная коммутация
21. Замедленная коммутация
22. Способы улучшения коммутации
23. Круговой огонь в машинах постоянного тока

14. Образовательные технологии

Учебная работа по данной дисциплине предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий (коллоквиумов в диалоговом режиме, дискуссий, компьютерных интерактивных занятий, разбор конкретных ситуаций, групповых дискуссий по темам дисциплины, вузовских конференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях используются мультимедийные средства обучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляют не менее 20 % аудиторных занятий.

Для выполнения указанных требований часы СРС используются для подготовки докладов (сообщений) на коллоквиумах, участия в дискуссии по рассмотренным на лекциях темах.

Интерактивные методы обучения

Вид занятия	Вид интерактивного метода (имя файла ИОС)	Часы
Лекции	Использование мультимедийного оборудования, программ MathCAD и ELCUT; https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_b332/default.aspx	54
Лабораторные работы	Лабораторные и учебные стенды	36

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная литература

1. Серебряков А.С. Трансформаторы [Электронный ресурс] : "Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Серебряков А.С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2013. - . - ISBN 978-5-383-00871-3 : Б. ц. Трансформаторы: учеб. пособие / А.С. Серебряков. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 360 с.: ил. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI217.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

2. Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.] : Питер, 2008. - 350 с. : ил. ; 24 см. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 341-343 (41 назв.). - Гриф: допущено М-вом образования и науки Рос. Федерации в качестве учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика". - ISBN 978-5-469-01381-5.

Экземпляры всего: 202.

3. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.] : Питер, 2008. - 320 с. : ил. ; 24 см. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 315-316 (31 назв.). - Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика". - ISBN 978-5-469-01380-8.

Экземпляры всего: 199.

4. Беспалов В. Я. Электрические машины : учеб. пособие / В. Я. Беспалов. - М. : ИЦ "Академия", 2008. - 1эл. опт. диск (DVD-ROM) (Шифр 621.313(075)/Б53) Режим доступа: <http://irbis.sstu.ru/cgi->

bin/irbis64r_13/cgiirbis_64.exe. - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

Дополнительная литература

5. Сугробов, А. М. Проектирование электрических машин автономных объектов [Электронный ресурс] : допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Сугробов А.М. ; Русаков А.М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - . - ISBN 978-5-383-00754-9 : Б. ц. Проектирование электрических машин автономных объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.М. Сугробов, А.М. Русаков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012.

6. Казаков Ю.Б. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях [Электронный ресурс] : "Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 ""Электроэнергетика и электротехника"" / Казаков Ю.Б. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2013. - . - ISBN 978-5-383-00808-9 : Б. ц. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Казаков. М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 152 с.: ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI206.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

7. Прохоров, С. Г. Электрические машины : учеб. пособие / С. Г. Прохоров, Р. А. Хуснутдинов. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 409 с. : ил. ; 21 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 404-405 (14 назв.). - Гриф: рек. Гос. образоват. учреждением высш. проф. образования "Санкт-Петербург. гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики" в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по спец. 200101 Приборостроение. Регистрационный номер рецензии 1185 от 13.12.2010. - ISBN 978-5-222-19348-8.

Экземпляры всего: 12.

8. Красовский, А. Б. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс] : учебное пособие / Красовский А.Б. ; Васюков С.А., Мисеюк О.И., Трунин Ю.В. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - . - ISBN 978-5-7038-4022-1 : Б. ц. "Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине "Электротехника и электроника" [Электронный ресурс] / А.Б. Красовский, С.А. Васюков, О.И. Мисеюк, Ю.В. Трунин. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014."

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840221.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

Периодические издания

9. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2017), №1. – 4. ISSN 2309-6020.
10. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М. : МЭИ (архив 2012 -2017) - ISSN 0013-5380.
11. Электротехника: науч.-техн. журн. - М. : ЗАО "Знак" (архив 2010 - 2013) - ISSN 0013-5860.
12. Электроника. РЖ ВИНТИ (архив 2012 -2015) - ISSN 0203-5189

Источники ИОС:

13. https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/EPP/13.03.02_1/elet_b13101/default.aspx

16. Материально-техническое обеспечение

Используются в качестве наглядных пособий плакаты устройства электрических машин, развернутых схем обмоток.

Для проведения практических занятий используется математическое моделирование тепловых процессов с помощью специальных компьютерных программ, разработанных автором (в системе MathCAD и ELCUT). Для проведения практических занятий используется факультетский вычислительный класс.

Для проведения лабораторных работ используются 12 лабораторных стендов и макеты: трансформаторов; асинхронных электрических машин; синхронных генераторов и машин постоянного тока в лаборатории «Электрические машины».

При проведении лекционных занятий используется аудитория с мультимедийными оборудованием.