

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Автоматизации производственных процессов

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.19.Электрические машины

на 252 часа(ов), 7 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.02 - Электроэнергетика и
электротехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Электроснабжение (для набора 2019)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Цель изучения дисциплины получение студентами теоретических и практических знаний процессов электромагнитного электромеханического преобразования энергии, конструкций и характеристик различных типов электрических машин и трансформаторов, применяемых в схемах электроснабжения.

Задачи изучения дисциплины:

Основными задачами изучения дисциплины являются: - формирование у студентов минимально необходимых знаний основных законов электромеханики; - принципов действия, свойств, областей применения и потенциальных возможностей основных типов электрических машин и электромеханических преобразователей; - основ технического обслуживания и испытания основных типов электрических машин и трансформаторов.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Электрические машины» относится к базовой части блока «Дисциплины». Указанная дисциплина является одной из важнейших, имеет как самостоятельное значение, так и является базовой направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Входные знания, умения и компетенции студентов должны соответствовать знаниям и компетенциям, полученных при изучении дисциплин «Высшая математика», «Физика» и «Теоретические основы электротехники». Для успешного изучения дисциплины необходимо общее знакомство с цепями постоянного и переменного тока, с магнитными цепями, с законами Ома, Фарадея и Джоуля, с законом сохранения энергии и понятиями интеграла, производной и комплексного числа. Из курсов физики и теоретической электротехники необходимо знание разделов: «Электричество и магнетизм», «Электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе», «Электрический ток», «Уравнения Максвелла», «Электромагнитное поле». Из высшей математики необходимо знание разделов: «Линейная алгебра», «Дифференциальное и интегральное исчисления», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного».

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы), 252 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	4 семестр	5 семестр	
Общая трудоемкость			252
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	51	99
лекционные (ЛК)	16	17	33
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0
лабораторные (ЛР)	32	34	66

Самостоятельная работа студентов (СРС)	24	57	81
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КП	

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	5 семестр	6 семестр	
Общая трудоемкость			252
Аудиторные занятия, в т.ч.	18	16	34
лекционные (ЛК)	8	8	16
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0
лабораторные (ЛР)	10	16	26
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	92	146
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КП	

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности

ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Знать: методы анализа и моделирования электрических машин Уметь: анализировать и описывать физические процессы, протекающие в электромеханических устройствах Владеть: навыками расчета и анализа физических процессов в электрических машинах
	ОПК-3.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знать: методы расчета переходных процессов в электрических машинах Уметь: использовать полученные знания при анализе переходных процессов электрических машин Владеть: навыками оценивания состояния электрических машин в переходных процессах
	ОПК-3.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знать: методы расчета параметров, магнитных цепей, характеристик электрических машин Уметь: использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию электрических машин Владеть: навыками расчета магнитных цепей и основных характеристик электрических машин
	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	Знать: принцип действия современных типов электрических машин Уметь: использовать полученные знания при решении практических задач по эксплуатации электрических машин Владеть: навыками элементарных расчетов электрических машин

	ОПК-3.5. Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	Знать: методы расчета установившихся режимов электрических машин Уметь: использовать полученные знания при анализе установившихся режимов электрических машин Владеть: навыками оценивания состояния электрических машин в установившемся режиме
	ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Знать: основные технические параметры, характеристики, особенности различных видов электрических машин Уметь: подбирать по справочным материалам электрические машины для заданных условий эксплуатации Владеть: навыками анализа основных характеристик электрических машин при их эксплуатации в составе энергосистемы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1	Трансформаторы	Однофазные трансформаторы	18	4		8	6
			Трехфазные трансформаторы	18	4		8	6
	2	Машины постоянного тока	Генераторы постоянного тока	18	4		8	6
			Двигатели постоянного тока	18	4		8	6

2	3	Асинхронные машины	Асинхронные двигатели	30	5		10	15
			Асинхронные машины специального назначения	26	4		8	14
	4	Синхронные машины	Синхронные генераторы	26	4		8	14
			Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	26	4		8	14
Итого				180	33	0	66	81

3.1 Структура дисциплины для заочной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1	Трансформаторы	Однофазные трансформаторы	20	2		4	14
			Трехфазные трансформаторы	18	2		2	14
	2	Машины постоянного тока	Генераторы постоянного тока	18	2		2	14
			Двигатели постоянного тока	16	2		2	12
2	3	Асинхронные машины	Асинхронные двигатели	27	2		2	23
			Асинхронные машины специального назначения	27	2		2	23
	4	Синхронные машины	Синхронные генераторы	27	2		2	23
			Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	27	2		2	23
Итого				180	16	0	18	146

3.4. Содержание разделов дисциплины

3.4.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)	
				ОФО	ЗФО

1	1	Однофазные трансформаторы	Трансформаторы. Исторические сведения. Классификация трансформаторов. Основные определения. Назначение и область применения трансформаторов. Принцип действия трансформатора	2	1
	1	Однофазные трансформаторы	Приведение величин вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки. Схема замещения трансформатора. Векторные диаграммы трансформатора. Рабочий процесс в трансформаторе при нагрузке	2	1
	1	Трехфазные трансформаторы	Особенности работы трехфазных трансформаторов. Понятие схемы и группы соединения обмоток	2	1
	1	Трехфазные трансформаторы	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	2	1
	2	Генераторы постоянного тока	Принцип действия и конструкция машины постоянного тока (МПТ) Генераторы постоянного тока	2	1
	2	Генераторы постоянного тока	Основные характеристики генераторов постоянного тока	2	1
	2	Двигатели постоянного тока	Двигатели постоянного тока. Основные характеристики	2	1
	2	Двигатели постоянного тока	Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения ДПТ	2	1
2	3	Асинхронные двигатели	Асинхронная машина. Принцип действия и конструкция. Электромагнитные моменты асинхронных машин.	3	1
	3	Асинхронные двигатели	Механическая характеристика Способы пуска асинхронных двигателей. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей	2	1
	3	Асинхронные машины специального назначения	Однофазные асинхронные двигатели	2	1
	3	Асинхронные машины специального назначения	Глубокопазные АД. АД с повышенным пусковым моментом	2	1

4	Синхронные генераторы	Конструкция и принцип действия синхронных машин (СМ). Явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины	2	1
4	Синхронные генераторы	Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Точная синхронизация, самосинхронизация	2	1
4	Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	Синхронный двигатель и синхронный компенсатор.	2	1
4	Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении	2	1

3.4.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)	
				ОФО	ЗФО

3.4.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)	
				ОФО	ЗФО
1	1	Однофазные трансформаторы	Вводное занятие. Техника безопасности	2	2
	1	Однофазные трансформаторы	Снятие и определение характеристик однофазного трансформатора	6	2
	1	Трехфазные трансформаторы	Исследование конструкции силового трансформатора на макете	4	2
	1	Трехфазные трансформаторы	Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов	4	
	2	Генераторы постоянного тока	Снятие характеристики холостого хода генератора постоянного тока с независимым возбуждением	4	2
	2	Генераторы постоянного тока	Снятие внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением	4	

	2	Двигатели постоянного тока	Определение механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	4	2
	2	Двигатели постоянного тока	Определение рабочих характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	4	
2	3	Асинхронные двигатели	Снятие и определение характеристик трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	6	2
	3	Асинхронные двигатели	Определение механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4	
	3	Асинхронные машины специального назначения	Определение рабочей характеристики трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4	2
	3	Асинхронные машины специального назначения	Определение рабочих характеристик трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором	4	
	4	Синхронные генераторы	Снятие характеристик трехфазного синхронного генератора	4	2
	4	Синхронные генераторы	Подключение к сети трехфазного синхронного генератора методом точной синхронизации	4	
	4	Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	Снятие угловых характеристик трехфазного синхронного двигателя	4	2
	4	Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы	Пуск синхронного двигателя методом самосинхронизации	4	

3.6. Самостоятельная работа студентов

Модуль	Номер раздела	Содержание материала, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (в часах)	
				ОФО	ЗФО

1	1	Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии. Материалы, применяемые в машиностроении. Конструкция силового трансформатора. Работа трехфазного трансформатора при несимметричной нагрузке. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Внезапное короткое замыкание в трансформаторах. Ток включения при холостом ходе трансформатора. Перенапряжения в трансформаторах. Меры защиты трансформатора от перенапряжений. Автотрансформаторы: назначение, конструкция. Особенности работы трехфазных групп однофазных автотрансформаторов. Специальные типы трансформаторов: сварочные трансформаторы, измерительные трансформаторы. Магнитные усилители: конструкция, принцип действия, область применения. Умножители частоты: конструкция, принцип действия, область применения	составление конспекта	12	28
1	2	Принцип преобразования энергии в электрических машинах: математическое описание магнитного поля в электрической машине; процессы преобразования энергии. Типы электрических машин и других электромеханических преобразователей. Возможные принципиальные исполнения электрических машин. Условия получения однонаправленного преобразование энергии в электрической машине. Электромагнитные силы и моменты. Электромеханическое преобразование энергии во вращающемся магнитном поле. Расчет магнитной цепи. Реакция якоря МПТ	составление конспекта	12	26

2	3	Схемы замещения и векторные диаграммы асинхронных машин. Электромагнитные моменты асинхронных машин. Механическая характеристика. Круговая диаграмма. Рабочие характеристики асинхронных двигателей. Работа асинхронных двигателей при ненормальных условиях. Асинхронный генератор. Однофазный асинхронный двигатель. Специальные асинхронные машины	составление конспекта	29	46
2	4	Возбуждение СМ: независимое, вентильное. Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Реакция якоря синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора. Основные характеристики синхронного генератора. Экспериментальное определение синхронных индуктивных сопротивлений синхронной машины. Практическая диаграмма э.д.с. Режимы параллельной работы генератора с сетью. Угловые характеристики и U-образные кривые. Переходные процессы в синхронных машинах. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении	составление конспекта	28	46

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник / А.И. Вольдек, В.В. Попов. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 350 с.
2. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учеб. пособие / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2008. - 320с.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Игнатович, В.М. Электрические машины и трансформаторы : Учебное пособие / В.М. Игнатович, Ш.С. Ройз. - 6-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 181с.
2. Копылов, И.П. Электрические машины : Учебник / И.П. Копылов. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 675 с.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Вольдек, А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник / А.И. Вольдек, В.В. Попов. - СанктПетербург : Питер, 2008. - 320 с. : ил. - 348-00.
2. Кацман, М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу : учеб. пособие / М.М. Кацман. - 7-е изд., стер. - Москва : Академия, 2011. - 256 с.

5.2.2. Издания из ЭБС

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ЭБС «Троицкий мост»; Договор № 223 П/17-121 от 02.05.2017г. www.trmost.ru
ЭБС «Лань»; Договор № 223/17-28 от 31.03.2017г. www.e.lanbook.ru
ЭБС «Лань»; Договор № 223/18-41 от 05.04.2018г. www.e.lanbook.ru
ЭБС «Юрайт»; Договор № 223/17-27 от 31.03.2017г. www.biblio-online.ru
ЭБС «Юрайт»; Договор № 223/18-37 от 30.03.2018г. www.biblio-online.ru
ЭБС «Консультант студента»; Договор № 223/17-12 от 28.02.2017г. www.studentlibrary.ru
ЭБС «Консультант студента»; Договор № 223/18-13 от 06.03.2018г. www.studentlibrary.ru

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения: ELCUT Студенческий 6.3

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	
Помещение для самостоятельной работы	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Лекционные занятия предполагают систематизированное изложение основных вопросов дисциплины. Они позволяют дать больший объем

информации и обеспечить более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов при самостоятельном изучении материала. В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Углубление и закрепление теоретических знаний и их проверка проходят во время практических занятий. Они проводятся после изучения больших по содержанию тем и разделов. Базируясь на полученных знаниях, навыках и умениях, — метод практических работ обеспечивает углубление, закрепление и конкретизацию приобретенных знаний. Формируя способы научного анализа теоретических положений, укрепляет связь теории и практики в учебном процессе и жизни. Он вооружает студентов комплексными, интегрированными навыками и умениями, необходимыми в производственной деятельности. Практические работы носят характер учебно-тренировочных. При их выполнении можно пользоваться справочным материалом.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: - развивающую;

- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- исследовательскую.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках курса:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. Можно отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабГУ, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Разработчик/группа разработчиков: Доцент кафедры АПП, Дейс Д.А.

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 03.09.2019 г. № 1)**

Согласована с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой

« ____ » _____ 20 ____ г.