

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет
Кафедра Технических систем и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

« ____ » _____ 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 2022)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

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.

Виды занятий	Семестр 4	Семестр 5	Всего часов
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	93	117
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-4	Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	<p>Знать: основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования различным видам электрических машин; место и роль электрических машин и трансформаторов в электроприводах, электроснабжении, автоматизации промышленного производства</p> <p>Уметь: практически применять электрические машины и трансформаторы для конкретных условий;</p>

		<p>формулировать требования к электрическим машинам как к элементам электромеханических систем</p> <p>Владеть: навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин и трансформаторов; методами расчета, проектирования и конструирования электротехнического оборудования</p>
--	--	--

3. 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			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Семестр 4	Трансформаторы. Машины постоянного тока.	72	16	0	32	24
	1.2	Семестр 5	Асинхронные машины. Синхронные машины	144	17	0	34	93
Итого				216	33	0	66	117

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Трансформаторы.	Устройство и принцип действия трансформатора. Элементы конструкции. Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Повышающий и	2

			понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор.	
	1.1	Трансформаторы.	Схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Уравнения трансформатора. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания.	2
	1.1	Трансформаторы.	Нагрузочная характеристика. Регулирование вторичного напряжения. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки.	2
	1.1	Трансформаторы.	Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе	2
	1.1	Машины постоянного тока.	Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока. Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтрали. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ.	2
	1.1	Машины постоянного тока.	Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения. Основные характеристики генераторов.	2
	1.1	Машины постоянного тока.	Двигатели постоянного тока. Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения. Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.	2

	1.1	Машины постоянного тока.	Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока.	2
	1.2	Асинхронные машины.	Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей переменного тока. Принцип взаимного преобразования электрической и механической энергии в индукционных преобразователях.	2
	1.2	Асинхронные машины.	Электрические машины переменного тока (синхронные, асинхронные). Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах. Создание вращающегося магнитного поля.	2
	1.2	Асинхронные машины.	Основные уравнения АМ. Принцип работы АД. Скольжение. Схемы замещения. Параметры схем замещения. и их экспериментальное определение. Электромагнитный вращающий момент АД. Механическая характеристика.	2
	1.2	Асинхронные машины.	Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Рабочие характеристики. Пуск в работу АД. Регулирование частоты вращения АД.	2
	1.2	Синхронные машины.	Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное). Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ.	2
	1.2	Синхронные машины.	Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря. Коэффициенты формы поля.	2
	1.2	Синхронные машины.	Основные уравнения СМ. Перегрузочная способность,	2

			статическая устойчивость синхронных машин. Угловые характеристики машины. Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания. Отношение короткого замыкания.	
	1.2	Синхронные машины.	Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Синхронизация генераторов, методы синхронизации. Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель). Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей	3

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Трансформаторы	Исследование однофазного трансформатора	8
	1.1	Трансформаторы	Исследование трехфазного трансформатора	8
	1.1	Машины постоянного тока	Исследование генераторов постоянного тока	8
	1.1	Машины постоянного тока	Исследование двигателей постоянного тока	8
	1.2	Асинхронные машины.	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	8

	1.2	Асинхронные машины.	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором	8
	1.2	Синхронные машины.	Исследование синхронного генератора	8
	1.2	Синхронные машины.	Исследование синхронного двигателя	10

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	<p>Устройство и принцип действия трансформатора. Элементы конструкции. Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Повышающий и понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Уравнения трансформатора. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания. Нагрузочная характеристика. Регулирование вторичного напряжения. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.</p>	<p>Подготовка к лекции, подготовка к лабораторной работе, информационный поиск, конспектирование теоретического материала, подготовка к зачету</p>	12

		<p>Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе</p>		
	1.1	<p>Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока. Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтрали. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения. Основные характеристики генераторов. Двигатели постоянного тока. Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения. Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Режимы работы ДПТ:</p>	<p>Подготовка к лекции, подготовка к лабораторной работе, информационный поиск, конспектирование теоретического материала, подготовка к зачету</p>	12

		двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока		
	1.2	<p>Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей переменного тока. Принцип взаимного преобразования электрической и механической энергии в индукционных преобразователях. Электрические машины переменного тока (синхронные, асинхронные). Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах. Создание вращающегося магнитного поля. Основные уравнения АМ. Принцип работы АД. Скольжение. Схемы замещения. Параметры схем замещения. и их экспериментальное определение.</p> <p>Электромагнитный вращающий момент АД. Механическая характеристика. Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Рабочие характеристики. Пуск в работу АД. Регулирование частоты</p>	Подготовка к лекции, подготовка к лабораторной работе, информационный поиск, конспектирование теоретического материала, выполнение курсового проекта. Подготовка к экзамену	37

		вращения АД.		
	1.2	<p>Явнополюсные и неявнополюсные СМ.</p> <p>Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное). Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ.</p> <p>Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря.</p> <p>Коэффициенты формы поля. Основные уравнения СМ.</p> <p>Перегрузочная способность, статическая устойчивость синхронных машин.</p> <p>Угловые характеристики машины. Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания.</p> <p>Отношение короткого замыкания.</p> <p>Параллельная работа синхронных генераторов.</p> <p>Условия включения генераторов на параллельную работу.</p> <p>Синхронизация генераторов, методы синхронизации.</p> <p>Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель). Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей</p>	<p>Подготовка к лекции, подготовка к лабораторной работе, информационный поиск, конспектирование теоретического материала, подготовка к экзамену</p>	20

	1.2	Выполнение курсового проекта "Расчет асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором"	Выполнение курсового проекта	36
--	-----	---	------------------------------	----

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. Копылов, Игорь Петрович. Проектирование электрических машин : Учебник для бакалавров / Копылов Игорь Петрович; Копылов И.П. - отв. ред. - 4-е изд. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2017. - 767. <https://biblio-online.ru/book/F89AE53B-1EF0-4A63-A2B0-B51EB0724096/proektirovanie-elektricheskikh-mashin>

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

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.

5.2.2. Издания из ЭБС

- 1.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

--	--

Название	Ссылка
Электронный справочник по электротехнике	https://electrono.ru/

6. Перечень программного обеспечения

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

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) 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	

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:
Данил Александрович Дейс

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20___ г.