

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Горных машин и электромеханических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №10 от 27 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Электрификация и автоматизация горного производства

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Юхимович Дмитрий Леонидович Дата подписания: 06.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Храмовских Виталий Александрович Дата подписания: 09.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электрические машины» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность разрабатывать техническую документацию для машиностроительного производства, испытания, модернизации и автоматизации электромеханических систем различного функционального назначения	ПКС-5.2, ПКС-5.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.2	Правильно выбирает электрические машины, принимает участие в составлении технических заданий на их разработку с учетом требований безопасности	Знать основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работ электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики. Уметь обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетической и электротехнического оборудования. Владеть принципами действия, устройства, характеристик различных типов электрических машин и трансформаторов с применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ПКС-5.4	Осуществляет инженерные расчеты электрических машин различного функционального назначения	Знать область применения и эксплуатационные требования, предъявляемые к различным видам электрических машин и трансформаторов. Уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин и трансформаторов. Владеть методами разработки конструкций, расчета, проектирования и конструирования электрических машин и трансформаторов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электрические машины» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Основы электротехники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория электропривода», «Системы управления электроприводом», «Автоматизация электромеханических систем», «Релейная защита и автоматика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	112	48	64
лекции	48	16	32
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	64	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	60	8
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Машины постоянного тока.	1	8			3, 4	16	3	14	Устный опрос
2	Трансформаторы.	2	8			1, 2	16	1, 2,	46	Устный

								4		опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				32		60	

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Трансформаторы.	1	8							Устный опрос
2	Асинхронные машины.	2	12			5, 6, 7	24	1	8	Устный опрос
3	Синхронные машины.	3	12			8	8			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32				32		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Машины постоянного тока.	Назначение, устройство и принцип действия. Обмотки якоря. Магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря. Процесс коммутации. Генераторы постоянного тока. Сварочные генераторы. Электромашинный усилитель. Тахогенераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Исполнительные двигатели.
2	Трансформаторы.	Назначение, устройство и принцип действия. Сталь магнитопроводов. Обмотки трансформаторов. Системы охлаждения трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток. Параметры и схема замещения трансформатора. Опытное определение параметров и эксплуатационные свойства трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Трансформаторы.	Работа трансформатора при несимметричной нагрузке. Несимметричная нагрузка при соединении обмоток У/Д. Несимметричная нагрузка при соединении обмоток У/Ун. Несимметричная нагрузка при соединении обмоток У/Зн. Явления при намагничивании

		трансформатора. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы. Маркировка трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Трансформаторы выпрямительных установок, сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы.
2	Асинхронные машины.	Назначение, принцип действия и устройство. Серии асинхронных двигателей. Магнитодвижущая сила и схемы обмоток. Схема замещения асинхронного двигателя. Механическая характеристика двигателя. Параметры асинхронных двигателей. Рабочие характеристики и эксплуатационный КПД двигателя. Определение характеристик по круговой диаграмме токов. Действие высших гармоник на пуск двигателя. Способы регулирования частоты вращения. Работа двигателя при несимметрии напряжения. Работа при несимметрии в цепи ротора. Трехфазно-двухфазные и однофазные двигатели. Асинхронная машина в качестве генератора. Особые режимы работы асинхронных машин. Универсальные коллекторные двигатели.
3	Синхронные машины.	Назначение, устройство и принцип действия. Приведение МДС якоря к МДС возбуждения, параметры и векторные диаграммы генераторов. Характеристики синхронных генераторов. Работа генератора параллельно с сетью, угловая характеристика генератора. Переходные процессы при внезапном коротком замыкании генератора. Генераторы автономных электростанций. Синхронные двигатели. Индукционные системы синхронной связи.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение группы соединений трансформаторов. Векторные диаграммы.	8
2	Расчет параметров трехфазных трансформаторов по результатам холостого хода и короткого замыкания.	8
3	Расчет параметров машины постоянного тока по паспортным данным.	8
4	Пуск и регулирование частоты вращения в	8

	двигателях постоянного тока.	
--	------------------------------	--

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
5	Расчет параметров, построение характеристик по паспортным данным асинхронной машины.	8
6	Обмотки машин переменного тока. Однослойные и двухслойные обмотки.	8
7	Конструкция, принцип действия синхронной машины. Режимы работы. Реакция якоря синхронной машины.	8
8	Особенности включения и характеристики синхронных двигателей.	8

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	16
2	Подготовка к зачёту	10
3	Подготовка к практическим занятиям	14
4	Проработка разделов теоретического материала	20

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Отдельные занятия по курсу могут проводиться в форме активного практического обучения: выездных занятий с посещением организаций и мероприятий для получения новых знаний и/или повторения материала на практике. При проведении таких занятий преподаватель выступает в качестве помощника и координатора процесса, передавая активную функцию обучения студентам. Он же регулирует процесс посредством подготовки специальных заданий, проведения консультаций, оценки знаний, умений и навыков, предоставления обратной связи. Помимо получения знаний активные практические занятия развивают коммуникативные навыки, учат студентов работать в команде, решать проблемы.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Электронное обучение ИРНИТУ: сайт. URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1568> (дата обращения: 01.06.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Электронное обучение ИРНИТУ: сайт. URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1568> (дата обращения: 01.06.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электронное обучение ИРНИТУ: сайт. URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1568> (дата обращения: 01.06.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

обучающийся, используя материалы лекции, основную и дополнительную литературу, прорабатывает теоретический материал.

Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Оценивается правильность и полнота ответов на вопросы, активность в групповых дискуссиях.

6.1.2 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

обучающийся, используя материалы лекции, основную и дополнительную литературу, прорабатывает теоретический материал.

Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Оценивается правильность и полнота ответов на вопросы, активность в групповых дискуссиях.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.2	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы, выполнил и защитил в срок практические работы и тестовые задания. Сдал зачет. Ответил	Устный опрос. Выполнение практических работ. Тесты.

	на все дополнительные вопросы. В полном объеме произвел расчеты в курсовом проекте в соответствии с заданием. Сдал экзамен.	Курсовой проект.
ПКС-5.4	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы, выполнил и защитил в срок практические работы и тестовые задания. Сдал зачет. Ответил на все дополнительные вопросы. В полном объеме произвел расчеты в курсовом проекте в соответствии с заданием. Сдал экзамен.	Устный опрос. Выполнение практических работ. Тесты. Курсовой проект.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Знания, умения, владения обучающегося на зачете оцениваются оценками: «зачтено» или «не зачтено». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных практических работ, положительные результаты тестирования в системе Moodle.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знание основной части теоретического материала. Правильное выполнение практических и тестовых работ.	Незнание основной части теоретического материала. Неправильное выполнение практических и тестовых работ.

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных практических работ. Экзамен проводится письменно по экзаменационным вопросам и решению задач.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Исчерпывающе, последовательно, четко и логично излагает	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей,	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки,

теоретический материал, в полном объеме выполнил все практические работы, тесты.	ею, правильно применяет теоретические положения. Выполнил практические работы, тесты.	допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. испытывает затруднения при выполнении практических работ, тестов.	неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, тесты.
--	---	---	--

6.2.2.3 Семестр 6, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Первым этапом выполнения курсового проекта должен являться выбор асинхронного двигателя. При выполнении этого условия будет гарантирована минимальная стоимость двух силовых трансформаторов - их нагрузка окажется чисто активной.

На втором этапе выбирается синхронный двигатель. При этом исходными данными являются максимальная мощность на его валу и необходимая реактивная, соответствующая реактивному току статора АД.

Последним этапом является выбор пары силовых трансформаторов.

Тема курсового проекта «Расчёт и выбор автоматических выключателей».

Требуется произвести обоснованный выбор типов и вариантов каждой из четырех предложенных электромашин, обеспечив при этом:

- мощность на валу АД не ниже указанной в индивидуальном задании;
- устойчивость работы СД при случайном изменении мощности на валу в указанных пределах;
- отсутствие реактивной мощности на шинах 380 В при одновременной работе АД и СД;
- отсутствие перегрузок по току всех машин во всех режимах - в том числе при отключении одного из двигателей;
- минимум стоимости каждой из четырех машин;
- минимум среднего значения мощности суммарных потерь энергии в расчетной схеме при одновременной работе АД и СД.

Тестирование в Moodle.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, в полном объеме выполнил все разделы курсового	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, правильно применяет теоретические положения. Выполнил все	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Не выполнил необходимые расчеты в курсовом проекте.

проекта, произвел все необходимые расчеты.	разделы курсового проекта.	испытывает затруднения при выполнении разделов курсового проекта.	
--	----------------------------	---	--

7 Основная учебная литература

1. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. для вузов по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" ... / А. И. Вольдек, В. В. Попов, 2008. - 319.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. для вузов по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" ... / А. И. Вольдек, В. В. Попов, 2007. - 349.
3. Копылов И. П. Электрические машины : учеб. для электромех. и электроэнергет. специальностей вузов / И. П. Копылов, 2006. - 606.
4. Иванов-Смоленский. Электрические машины : учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1, 2004. - 651.
5. Кацман М. М. Электрические машины : учеб. для сред. проф. образования по специальностям "Электротехника" / М. М. Кацман, 2003. - 468.
6. Копылов И. П. Электрические машины : учеб. для электромех. и электроэнергет. специальностей вузов / И. П. Копылов, 2000. - 606.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Елифанов А. П. Электрические машины : учеб. для вузов по специальности 110302 "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва" / А. П. Елифанов, 2006. - 262.
2. Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов : учеб. пособие по специальности "Электрические машины" / П. М. Тихомиров, 1976. - 544.
3. Костенко. Электрические машины : учеб. для электроэнерг. и электротехн. спец. вузов: в 2 ч. Ч. 1, 1972. - 543.
4. Костенко. Электрические машины : учеб. для электроэнергет. и электротехн. специальностей вузов: в 2 ч. Ч. 2 : Машины переменного тока, 1973. - 648.
5. Вольдек Александр Иванович. Электрические машины : учебник для электротехн. спец. вузов / Александр Иванович Вольдек, 1978. - 832.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. PTC MathCAD
2. MATLAB_Simulink поставка 2021 г

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Epson EB-460i LCD
2. проектор Epson V11H161040 EMP-S1H
3. Проектор мультимедиа BenQ MW621ST(с экраном 3*3 + колонки)