

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

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ»

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 «Системы управления электроприводом» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-4 Способность выбирать способы и средства автоматизации электромеханических систем горного производства, осуществлять их настройку и эксплуатацию	ПКС-4.3, ПКС-4.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.3	Подбирает и применяет способы и средства управления электроприводом с учетом условий эксплуатации	Знать элементную базу различных видов систем управления и специфику ее работы; этапы и методику расчета параметров регуляторов систем управления, исходя из требуемых статически и динамических показателей качества управления. Уметь читать электрические схемы систем управления электроприводов; производить расчет и выбор основных элементов систем управления; производить настройку типовых систем управления. Владеть методами расчета, моделирования и управления автоматизированным электроприводом с применением современных программных средств.
ПКС-4.5	Осуществляет наладку систем управления электроприводом горного оборудования	Знать элементную базу различных видов систем управления и специфику ее работы; этапы и методику расчета параметров регуляторов систем управления, исходя из требуемых статически и динамических показателей качества управления. Уметь читать электрические схемы систем управления электроприводов; производить расчет и выбор основных элементов систем управления; производить настройку типовых систем управления.

		Владеть методами расчета, моделирования и управления автоматизированным электроприводом с применением современных программных средств.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Системы управления электроприводом» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Основы электротехники», «Теоретические основы электротехники и электроники», «Электрические машины», «Электрические аппараты», «Силовая преобразовательная техника», «Теория электропривода», «ERP системы», «Теория автоматического управления»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика : преддипломная практика»

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 № 8	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	96	64	32
лекции	48	32	16
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	48	32	16
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)	84	44	40
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 № 8

№ 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	Общие принципы построения автоматизированного электропривода.	1	2					2	10	Устный опрос
2	Силовые полупроводниковые преобразователи электроэнергии.	2	2							Устный опрос
3	Электрические аппараты ручного и дистанционного управления.	3	2					1	12	Устный опрос
4	Аналоговые и дискретные элементы и устройства управления.	4	2			3	8			Устный опрос
5	Полупроводниковые логические элементы.	5	2							Устный опрос
6	Микропроцессорные средства управления.	6	2							Устный опрос
7	Датчики времени и координат электропривода.	7	2							Устный опрос
8	Электромагнитные муфты и тормозы.	8	2							Устный опрос
9	Защита, блокировки и сигнализация в электроприводах.	9	2					4	12	Устный опрос
10	Выбор силовых преобразователей, аппаратов управления, коммутации и защит.	10	2							Устный опрос
11	Типовые узлы и схемы управления электроприводами и с двигателями постоянного тока, с асинхронными двигателями и с синхронными двигателями	11	12			1, 2, 4	24	3	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

Семестр № 9

№ 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	Замкнутые схемы управления электропривода с двигателями постоянного тока, с асинхронными двигателями и с синхронными двигателями.	1	6			2, 4	8	2, 3	20	Устный опрос
2	Следящие электроприводы.	2	3					4	10	Устный опрос
3	Электроприводы с программным управлением.	3	3			1	4	1	10	Устный опрос
4	Комплектные и интегрированные электроприводы.	4	4			3	4			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		16				16		76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие принципы построения автоматизированного электропривода.	Структурные схемы. Функциональные схемы. Принципиальные схемы. Схемы соединения. Функции систем управления. Классификация систем управления.
2	Силовые полупроводниковые преобразователи электроэнергии.	Силовые цепи. Управляющие и регулирующие цепи. Основные характеристики. Основные способы преобразования электрической энергии. Классификация. Силовые полупроводниковые приборы.
3	Электрические аппараты ручного и дистанционного управления.	Классификация электрических аппаратов. Аппараты низкого и высокого напряжения. Силовые коммутационные аппараты.
4	Аналоговые и дискретные элементы и устройства управления.	Основные элементы аналоговых устройств. Датчики скорости и положения в замкнутых ЭП. Схемы и характеристики. Основные дискретные элементы и устройства. Цифровые узлы. Триггер. Вычислительные устройства. Счетчик. Сумматор. Компаратор. Запоминающее устройство (ЗУ) и др.
5	Полупроводниковые логические элементы.	Типы полупроводниковых элементов: диоды, тиристоры и транзисторы. Назначение. Основные характеристики и применение.

6	Микропроцессорные средства управления.	Структура. Программируемые контроллеры и микроконтроллеры. Назначение. Область применения.
7	Датчики времени и координат электропривода.	Группы датчиков. Структурные схемы. Датчики времени, скорости, тока и положения.
8	Электромагнитные муфты и тормозы.	Механические характеристики. Структура. Принцип действия. Классификация.
9	Защита, блокировки и сигнализация в электроприводах.	Контроль за состоянием и режимом работы отдельных узлов ЭП и технологического оборудования. Максимальная токовая защита. Плавкие предохранители. Реле максимального тока. Схемы защиты.
10	Выбор силовых преобразователей, аппаратов управления, коммутации и защит.	Показатели и параметры. Предохранители. Автоматические выключатели. Контакторы и магнитные пускатели. Выбор сечения проводников. Выбор автоматического выключателя. Проверка выбранной защитной аппаратуры и силовых питающих кабелей по токам короткого замыкания.
11	Типовые узлы и схемы управления электроприводами с двигателями постоянного тока, с асинхронными двигателями и с синхронными двигателями	Управление пуском, реверсом и торможением ДПТ. Схема пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в функции времени. ЭДС и динамическое торможение. Управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Реверсивная схема управления. Схема управления асинхронным двигателем с использованием магнитного пускателя, с фазным ротором. Схема управления двухскоростным асинхронным двигателем. Прямой пуск и динамическое торможение в функции времени. Схема управления возбуждением СД в функции скорости, в функции тока. Схема панели управления низковольтным СД серии ПУ 7502

Семестр № 9

№	Тема	Краткое содержание
1	Замкнутые схемы управления электропривода с двигателями постоянного тока, с асинхронными двигателями и с синхронными двигателями.	Замкнутая система П-Д с отрицательной обратной связью по скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Виды применяемых в замкнутом электроприводе обратных связей. Механические характеристики ДПТ.Тиристорный регулятор напряжения. Импульсное регулирование скорости АД с помощью резистора в цепи ротора. Замкнутые ЭП с использованием преобразователей частоты. Электропривод с вентильным двигателем. Электропривод с шаговым двигателем. Схема вентильно-индукторного электропривода.
2	Следящие электроприводы.	Принцип исполнения, схема. Назначение. Область применения. Классификация следящего

		электропривода. Следящий электропривод непрерывного действия, релейного действия. Импульсный следящий электропривод, постоянного тока релейного действия, переменного тока пропорционального действия. Цифроаналоговый позиционный следящий ЭП постоянного тока.
3	Электроприводы с программным управлением.	Схема электропривода с программным управлением. Нечисловые (цикловые) и числовые программные устройства. Принципиальные релейно-контакторные схемы управления. Электропривод с числовым программным управлением (ЧПУ). Контурные (функциональные) системы ЧПУ. Замкнутые и разомкнутые системы ЧПУ. Схема электропривода с ЧПУ с использованием шагового двигателя.
4	Комплектные и интегрированные электроприводы.	Комплектный ЭП с двигателями постоянного тока. Комплектный электропривод с двигателями переменного тока. Интегрированный ЭП.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет релейно-контакторных схем управления электроприводов постоянного тока.	8
2	Расчет релейно-контакторных схем управления электроприводов переменного тока.	8
3	Синтез дискретных систем управления.	8
4	Моделирование систем электропривода постоянного тока.	8

Семестр № 9

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Освоение инженерных методик анализа и выбора техники при моделировании электроприводов.	4
2	Освоение инженерных методик оптимизации переходных процессов в электроприводах горных машин и наладки систем управления в ЭП постоянного и переменного тока	4
3	Оценка энергетических показателей работы массового электропривода горных машин.	4
4	Моделирование систем электропривода	4

	переменного тока.	
--	-------------------	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	12
2	Подготовка к зачёту	10
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Проработка разделов теоретического материала	12

Семестр № 9

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	10
2	Написание курсового проекта (работы)	10
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Проработка разделов теоретического материала	10

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=1570> (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=1570> (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=1570> (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 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится по материалам лекций, по тестовым заданиям

Критерии оценивания.

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

6.1.2 семестр 9 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится по материалам лекций, по тестовым заданиям

Критерии оценивания.

Оценка формируется исходя из пятибалльной шкалы. Оценивается правильность и полнота ответов на вопросы, выполнение тестов, 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-4.3	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. КП.
ПКС-4.5	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	Устный опрос. Выполнение практических работ. Тесты. КП.

	заданием. Сдал экзамен.	
--	-------------------------	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, 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 лекции и выполненных практических работ, компьютерных тестов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знание основной части теоретического материала. Правильное выполнение практических работ, компьютерных тестов.	Незнание основной части теоретического материала. Неправильное выполнение практических работ, компьютерных тестов.

6.2.2.2 Семестр 9, 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 логически стройно излагает теоретический материал, в полном объеме выполнил все практические работы, тесты, решил задачи.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, правильно применяет теоретические положения. Выполнил практические работы, тесты, решил задачи.	Имеет знания только основную материал, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения при выполнении практических работ, тестов, решении задач.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, тесты, задачи.

6.2.2.3 Семестр 9, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

В курсовом проекте «Расчёт и моделирование системы управления электроприводом» производится расчёт электропривода произвольного производственного оборудования. Осваиваются методики по определению нагрузок, построению нагрузочных и скоростных диаграмм, нахождению мощности, необходимой для преодоления этих нагрузок.

Для заданных условий студенты рассчитывают и разрабатывают соответствующую систему управления, производят выбор элементной базы, выполняют принципиальные, функциональные схемы и схемы подключения электропривода.

Выполняемые расчеты служат исходными данными при компьютерном моделировании систем управления.

Этапы выполнения курсового проекта.

1. Выбор двигателя механизма

1.1. Описание механизма

1.1. Расчёт параметров (определение нагрузок) механизма

1.2. Расчёт мощности и выбор двигателя

2. Расчёт параметров схемы замещения двигателя

2.1. Построение статических характеристик (электромеханическая, механическая)

3. Выбор электропривода

3.1. Обоснование выбора электропривода механизма

3.2. Требования к электроприводу механизма

3.3. Выбор преобразователя

3.4. Статические характеристики системы электропривода (электромеханическая, механическая)

4. Моделирование системы электропривода

4.1. Описание модели

4.2. Динамические характеристики системы электропривода

Выводы

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 проекта, произвел все необходимые расчеты.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, правильно применяет теоретические положения. Выполнил все разделы курсового проекта.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения при выполнении разделов курсового проекта.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Не выполнил необходимые расчеты в курсовом проекте.

7 Основная учебная литература

1. Ключев Владимир Иванович. Теория электропривода : учеб. для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация пром. установок" / Владимир Иванович Ключев, 1985. - 560.
2. Леоненко А. С. Синтез дискретных систем управления : учебное пособие для самостоятельной работы по дисциплине "Системы управления электроприводов" ... / А. С. Леоненко, 2006. - 80.
3. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов"... / В. М. Терехов, О. И. Осипов, 2005. - 299.
4. Автоматизированные системы управления электроприводом [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения практических занятий по специальности 140000 - Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника / Иркут. гос. техн. ун-т., Энергет. фак, 2012. - 36.
5. Новожилов М. А. Электрический привод : лабораторный практикум / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2014. - 64.
6. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование электрического привода в системе MATLAB : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2021. - 84.
7. Пионкевич В. А. Системы автоматического управления асинхронными генераторами : монография / В. А. Пионкевич, 2022
8. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование полупроводниковых элементов силовых преобразователей : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2022. - 94.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ключев В. И. Теория электропривода : [Учеб. для вузов] / В. И. Ключев, 1998. - 696.
2. Теория электропривода [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторских занятий (лекционные занятия) по направлению 140600 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии", специальности: 140604.65 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" / Иркут. гос. техн. ун-т, Энергет. фак., 2008. - 167.
3. Павлов В. Е. Теория электропривода [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Павлов, 2008. - 152.
4. Теория электропривода [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / сост. В. Е. Павлов, Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп. Ч. 2, 2018. - 15.
5. Теория электропривода [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / сост. В. Е. Павлов; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп. Ч. 1, 2018. - 23.

6. Онищенко Г. Б. Теория электропривода : учебник / Г. Б. Онищенко, 2020. - 292.

7. Системы управления электроприводами (системы подчиненного регулирования параметров электропривода) [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсового проекта / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 43.

8. Системы управления электроприводами [Электронный ресурс] : методические указания по лабораторным работам по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника", профиль специальности "Электропривод и автоматика" / Иркут. гос. техн. ун-т, Фак. энергет., Каф. электропривода и электр. трансп., 2011. - 37.

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)