

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

Структурное подразделение «Электропривода и электрического транспорта»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 19 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрооборудование и автоматизация в промышленности и энергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Павлов Владимир Евгеньевич Дата подписания: 03.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Арсентьев Олег Васильевич Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Электрический привод» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-2 Способность к оформлению технической документации на различных стадиях разработки проекта объекта профессиональной деятельности	ПКР-2.3, ПКР-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.3	Выполняет разработку технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	Знать Знать - требования действующих нормативно-технических документов Уметь Уметь - выполнять разработку технической документации для проекта в области электрического привода Владеть Владеть навыком практической реализации результатов расчета для конкретных электроприводов.
ПКР-2.2	Демонстрирует понимание конструкции, принципов действия и основных технических параметров электрического привода, разрабатывает схемные и модельные решения в виде технической документации	Знать Знать - требования действующих нормативно-технических документов Уметь Уметь - выполнять разработку технической документации для проекта в области электрического привода Владеть Владеть навыком практической реализации результатов расчета для конкретных электроприводов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электрический привод» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Электрические машины», «Теоретические основы электротехники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Асинхронный электропривод», «Моделирование оборудования электроустановок», «Проектная деятельность», «Системы управления электро- и энергоустановками», «Частотно-регулируемый электропривод», «Электрооборудование и автоматизация в металлургии», «Электрооборудование и автоматизация для нефтегазовой промышленности», «Электрооборудование и автоматизация лесоперерабатывающих предприятий», «Электрооборудование и автоматизация предприятий энергетики»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия, в том числе:	96	48	48
лекции	64	32	32
лабораторные работы	16	0	16
практические/семинарские занятия	16	16	0
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)	48	24	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен, Курсовой проект	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	Электропривод как система; структурная схема электропривода. Классификация электроприводов	1	2							Тест
2	Механическая часть силового канала электропривода. Уравнения	2	2			1	4	2	8	Тест

	механического движения . Приведение элементов механической части Многомассовые механические системы Установившееся движение электропривода. Устойчивость движения.									
3	Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока, асинхронными и синхронными машинами. Электромеханические свойства электроприводов. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока.	3	6			2	6	3	8	Тест
4	Электромеханические свойства асинхронного двигателя	4	4			3	6	1	8	Тест
5	Электромеханические свойства синхронного двигателя (СД)	5	2							Тест
6	Регулирование координат электроприводов. Регулирование координат электроприводов постоянного тока.	6	8							Тест
7	Регулирование координат асинхронного двигателя (АД)	7	8							Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				16		24	

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	Регулирование координат в	1	8	2, 3, 4	6			3	4	Тест

	системе ПЧ - АД									
2	Взаимосвязанный электропривод.	2	4	1, 5	4					Тест
3	Переходные процессы в электроприводах.	3	4	6, 7, 8	3			1	4	Тест
4	Расчёт переходных процессов в электроприводе методами моделирования	4	6	9, 10	3			2	12	Тест
5	Расчет мощности электропривода. Проверка электродвигателя по нагреву	5	10					4	4	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32		16				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Электропривод как система; структурная схема электропривода. Классификация электроприводов	Электрическим приводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением. Для выполнения этих функций электропривод вырабатывает механическую энергию за счет электрической энергии, получаемой им от источника электрической энергии (сети электроснабжения).
2	Механическая часть силового канала электропривода. Уравнения механического движения. Приведение элементов механической части Многомассовые механические системы Установившееся движение электропривода. Устойчивость движения.	Механическое движение от вала двигателя к исполнительному органу передается с помощью механического передаточного устройства (МПУ), которое в общем случае включает в себя различные механические элементы шестерни, канаты, валы, муфты сцепления, шкивы и т. д. Эти элементы вращаются или движутся поступательно с разной скоростью, имеют определенную жесткость и момент инерции (массу), а соединения между ними в общем случае содержат зазоры. Наличие этих свойств элементов МПУ вносит определенные искажения в процесс передачи движения от двигателя к исполнительному органу и требует соответствующего учета. Анализ механического движения осуществляется с помощью расчетных схем электропривода, получаемых по определенным правилам.

3	Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока, асинхронными и синхронными машинами. Электромеханические свойства электроприводов. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока.	Вывод уравнений для характеристик ДПТНВ проведем при следующих допущениях: реакция якоря не учитывается; момент на валу двигателя равен электромагнитному моменту. В основе вывода лежат уравнение электрического равновесия цепи якоря и выражения ЭДС и момента ДПТНВ. Тормозные режимы ДПТНВ: рекуперативное торможение, динамическое торможение, торможение противовключением. Основной особенностью ДПТ последовательного возбуждения (ДПТПВ) является включение его обмотки возбуждения ОВ последовательно с обмоткой якоря, вследствие чего ток якоря одновременно является и током возбуждения. При получении выражений для статических характеристик ДПТПВ используем те же допущения, что и для ДПТНВ. Особенностью такого ДПТ является отсутствие у него генераторного режима работы параллельно с сетью (режима рекуперативного торможения). Характеристики ДПТ не пересекают ось скорости и не переходят во второй квадрант. Для ДПТПВ не может быть однозначно определена скорость идеального холостого хода.
4	Электромеханические свойства асинхронного двигателя	Электромеханические и механические характеристики асинхронного двигателя (АД) часто представляются в виде зависимости тока и момента от скольжения s. В этом случае получаемые аналитические выражения имеют компактную форму записи и более удобны для анализа и вычислений. Выражение для механической характеристики АД можно получить, рассмотрев баланс мощности в цепи ротора. Потери мощности в цепи ротора, выраженные через механические координаты АД, представляют собой разность электромагнитной мощности и полезной механической мощности.
5	Электромеханические свойства синхронного двигателя (СД)	Синхронные трехфазные двигатели (СД) широко применяются в электроприводах самых разнообразных рабочих машин и механизмов, что объясняется их высокими технико-экономическими показателями. 1. Синхронные двигатели имеют высокий коэффициент мощности $\cos \varphi$, равный единице для электроприводов небольшой мощности и опережающий $\cos \varphi$ в установках большой мощности. Способность СД работать с опережающим $\cos \varphi$ и отдавать в сеть реактивную мощность позволяет улучшать режим работы и экономичность сети электро-снабжения. 2. Высокий КПД современных СД, составляющий 96–98 %, что на 1–1,5 % выше КПД

		АД тех же габаритов и скорости.3. Возможность регулирования перегрузочной способности СД за счет регулирования тока возбуждения и меньшая зависимость этого показателя от напряжения сети по сравнению с АД.4. Синхронный двигатель обладает абсолютно жесткой механической характеристикой.5. Важным преимуществом конструкции СД является большой воздушный зазор, вследствие чего его характеристики и свойства мало зависят от износа подшипников и не-точности монтажа ротора.6. Возможность их изготовления на очень большие мощности (до нескольких десятков мегаватт и более).
6	Регулирование координат электроприводов.Регулирование координат электроприводов постоянного тока.	Семейство искусственных (регулируемых) характеристик ДПТ можно получить, проанализировав, например, как изменяется скорость холостого ДПТ. Регулирование магнитного потока производится только в сторону его уменьшения (ослабления) по сравнению с номинальным за счет уменьшения тока возбуждения. Регулирование напряжения в системе Г-Д на якоре ДПТ происходит за счет изменения тока возбуждения генератора, при регулировании которого изменяется ЭДС E_g и соответственно напряжение. Регулирование напряжения в этой системе может сочетаться с воздействием на магнитный поток ДПТ, что обеспечивает двухзонное регулирование скорости. Основным типом преобразователей, применяемых в настоящее время в регулируемом электроприводе постоянного тока, являются тиристорные преобразователи. Они представляют собой управляемые реверсивные или нереверсивные выпрямители, собранные по нулевой или мостовой однофазной или трехфазной схеме.
7	Регулирование координат асинхронного двигателя (АД)	На практике применяют следующие способы регулирования скорости АД:– включением добавочного сопротивления R_d в цепь ротора (реостатное регулирование), включая и импульсное регулирование R_d;– регулирование изменением напряжения питания, что достигается включением добавочного сопротивления или дросселей насыщения в цепь статора, импульсным регулированием, а также с помощью тиристорных регуляторов напряжения с фазовым управлением;– переключением числа пар полюсов;– регулированием по определенному закону частоты и величины напряжения питания, включая и векторное регулирование (наиболее перспективный и экономичный способ);–

		введением добавочной ЭДС в цепь ротора (каскадные схемы включения асинхронных двигателей с другими машинами и преобразователями).
--	--	---

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Регулирование координат в системе ПЧ - АД	Частотный способ является одним из наиболее перспективных и широко используемых в настоящее время способов регулирования скорости АД. Принцип его заключается в том, что, изменяя частоту f_1 питающего АД напряжения, можно в изменять его синхронную скорость, получая тем самым различные искусственные характеристики. Этот способ обеспечивает плавное регулирование в широком диапазоне, получаемые характеристики обладают высокой жесткостью. Частотный способ к тому же отличается и еще одним весьма важным свойством при регулировании скорости АД не происходит увеличения его скольжения, как это имеет место, например, при реостатном регулировании. Поэтому при этом способе регулирования потери скольжения оказываются небольшими, в связи с чем частотный способ наиболее экономичен. Для лучшего использования АД и получения высоких энергетических показателей его работы – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – одновременно с изменением частоты питающего напряжения необходимо изменять и значение этого напряжения. Закон изменения напряжения при этом зависит от характера момента нагрузки. При выборе соотношения между частотой и напряжением, подводимым к статору АД, часто исходят на условия сохранения его перегрузочной способности, которая определяется отношением критического момента двигателя M_k к моменту нагрузки M_c.
2	Взаимосвязанный электропривод.	Взаимосвязанный электропривод содержит два или несколько электрически или механически связанных между собой электродвигательных устройства (или электроприводов), при работе которых поддерживается заданное соотношение или равенство скоростей или нагрузок или положение исполнительных органов рабочих машин. Необходимость в таком приводе часто возникает по конструктивным соображениям или с целью уменьшения момента инерции электропривода. Взаимосвязанный электропривод широко применяется в различных современных

		машинах и агрегатах, например в копирующих металлорежущих станках с программным управлением, в бумагоделательных машинах, ротационных машинах полиграфического производства, в текстильных агрегатах, в прокатных станах металлургического производства, в поточных технологических линиях по производству шинного корда, кузнечно-прессовых машинах, подъёмно-транспортных устройствах, в специальных установках большой мощности и т.п.
3	Переходные процессы в электроприводах.	Неустановившимися или переходными называются процессы, которые возникают в электроприводе при его переходе из одного установившегося состояния к другому. Можно назвать следующие основные причины возникновения переходных процессов:- изменения нагрузки M_c на валу двигателя;- изменение момента двигателя при переходе двигателя из одной характеристики на другую при пуске, торможении, реверсе и регулировании скорости; - изменением параметров привода;- колебаниями напряжения питания;Переход из одного установившегося состояния к другому вследствие наличия различного рода инерционностей совершается не мгновенно, а во времени. При этом изменяются во времени как механические (скорость, ускорение, угловое перемещение), так и электрические величины (ток, ЭДС и др.). К механическим переходным процессам относятся те, в которых учитывается только механическая инерция системы, а влиянием электромагнитной и тепловой инерционностью пренебрегают. Линейную механическую характеристику имеют электроприводы с двигателями постоянного тока независимого возбуждения, а также с некоторым приближением приводы с асинхронными двигателями с фазным ротором, работающими на естественной или реостатной характеристиках.
4	Расчёт переходных процессов в электроприводе методами моделирования	Имитационная среда Simulink пакета Matlab с обширными библиотеками стандартных элементов, неограниченными возможностями по созданию собственных блоков и подсистем, удобный интерфейс моделирования и визуализации результатов для пользователя создает широкие возможности для синтеза моделей сложных электромеханических систем. Данная имитационная среда на сегодняшний день является общепризнанной в учебной, инженерной и научной сфере, поэтому разработанные в ней модели могут быть рассчитаны на широкий круг

		пользователей и найти различное применение. В этом разделе рассмотрены математические модели электроприводов постоянного и переменного тока.
5	Расчет мощности электропривода. Проверка электродвигателей по нагреву	Расчет мощности и выбор двигателя должен производиться с учетом требований технологического процесса и режима работы производственного механизма. Многообразие реальных режимов работы рабочих машин, которые отличаются величиной и характером изменения нагрузки и скорости в течение цикла, его продолжительностью, соотношением времени работы и паузы, обуславливает также различные режимы работы электродвигателей. Согласно международной классификации предусматривается восемь, которой превышение температуры всех частей двигателя достигает установившегося значения. основных режимов работы двигателя, которые условно обозначены S1...S8. Основными факторами, лежащими в основе этой классификации, являются особенности нагревания и охлаждения двигателей, а также характер изменения нагрузки. Продолжительный номинальный режим работы S1 характеризуется неизменной нагрузкой и продолжительной работой, в течение которой превышение температуры всех частей двигателя достигает установившегося значения.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ	2
2	ИССЛЕДОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ	2
3	ИССЛЕДОВАНИЕ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	2
4	ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗОМКНУТОЙ СИСТЕМЫ "ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ"	2
5	ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	2
6	ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОСТАТНОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ	1

7	ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ МЕТОДАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ	1
8	ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ НА МОДЕЛЯХ	1
9	ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО СИСТЕМЕ ГЕНЕРАТОР – ДВИГАТЕЛЬ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ МАТЛАВ	2
10	ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЛИНЕЙНОМ НАРАСТАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	1

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Задача №1. Механика электропривода.	4
2	Задача №2. Расчёт характеристик двигателя постоянного тока	6
3	Задача №3. Расчёт характеристик асинхронного двигателя.	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	8
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	4
2	Написание курсового проекта (работы)	12
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: _ Разбор конкретных ситуаций

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:

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсового проекта: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 18 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15155>.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. - 16 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15157.pdf>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторных занятий (лабораторные работы): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 49 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15156.pdf>

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 30 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15232.pdf>

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 | Тест

Описание процедуры.

Решение задач

Тема 2. Механическая часть силового канала электропривода. Уравнения механического движения . Приведение элементов механической части

Задача 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЛЕКТОПРИВОД
ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Кинематическая схема.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как определить режим работы электропривода?
2. Как противовес влияет на работу электропривода?
3. Как правильно выбрать вес противовеса?
4. Для чего нужен редуктор?
5. От чего зависит момент нагрузки на валу двигателя?
6. Как определить момент инерции на валу двигателя?

Тема 3. Электромеханические свойства двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Задача 2. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Уравнения ДПТНВ в двигательном и тормозных режимах.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как построить естественную электромеханическую (механическую) характеристику ДПТНВ ?
2. Назначение пускового реостата?
3. Порядок расчёта пускового реостата.
4. Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
5. Порядок построения диаграммы пуска ДПТНВ ?
6. Как осуществить работу ДПТНВ с половинной скоростью ?
7. Как осуществить тормозные режимы ДПТНВ ?

Тема 5. Электромеханические свойства асинхронного двигателя

Задача 3.. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Уравнения АД в двигательном и тормозных режимах.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как построить естественную электромеханическую (механическую) характеристику АД?
2. Назначение пускового реостата?
3. Порядок расчёта пускового реостата.
4. Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
5. Порядок построения диаграммы пуска АД ?
6. Как осуществить работу АД с фазным ротором с половинной скоростью ?
7. Как осуществить тормозные режимы АД?

Критерии оценки:

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о практической работе, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля.

Критерии оценивания.

Критерии оценки:

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля.

6.1.2 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

Решение задач

Тема 2. Механическая часть силового канала электропривода. Уравнения механического движения . Приведение элементов механической части

Задача 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЛЕКТОПРИВОД ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Кинематическая схема.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как определить режим работы электропривода?
2. Как противовес влияет на работу электропривода?
3. Как правильно выбрать вес противовеса?
4. Для чего нужен редуктор?
5. От чего зависит момент нагрузки на валу двигателя?
6. Как определить момент инерции на валу двигателя?

Тема 3. Электромеханические свойства двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Задача 2. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Уравнения ДПТНВ в двигательном и тормозных режимах.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как построить естественную электромеханическую (механическую характеристику ДПТНВ ?
2. Назначение пускового реостата?
3. Порядок расчёта пускового реостата.
4. Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
5. Порядок построения диаграммы пуска ДПТНВ ?
6. Как осуществить работу ДПТНВ с половинной скоростью ?
7. Как осуществить тормозные режимы ДПТНВ ?

Тема 5. Электромеханические свойства асинхронного двигателя

Задача 3.. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Описание процедуры:

Проверка отчета о решении задачи.

Устный опрос по теоретическому материалу работы.

Уравнения АД в двигательном и тормозных режимах.

Анализ полученных характеристик

Вопросы для контроля:

1. Как построить естественную электромеханическую (механическую) характеристику АД?
2. Назначение пускового реостата?
3. Порядок расчёта пускового реостата.
4. Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
5. Порядок построения диаграммы пуска АД ?
6. Как осуществить работу АД с фазным ротором с половинной скоростью ?
7. Как осуществить тормозные режимы АД?

Критерии оценки:

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о практической работе, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля.

Критерии оценивания.

Критерии оценки:

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля.

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
ПКР-2.3	Выполняет разработку технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение практического задания.
ПКР-2.2	Выполняет разработку технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение практического задания.

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

Зачет проводится в виде тестирования по теоретической части дисциплины, изучаемой в 5 семестре.

Пример задания:

Тесты

ВАРИАНТ 1

Знать параметры различных типов электроприводов

1. У электроприводов с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения естественная механическая характеристика:

1. абсолютно жёсткая
2. мягкая
3. абсолютно мягкая
4. жёсткая

2. При изменении какого параметра ДПТНВ регулирование будет наиболее экономичным?

- 1) Сопротивления цепи якоря.
- 2) Напряжения цепи якоря.
- 3) Магнитного потока двигателя

3. При уменьшении напряжения подводимого к якорю двигателя постоянного тока независимого возбуждения:

- a) механическая характеристика переместится вниз параллельно самой себе
- b) увеличится наклон механической характеристики и уменьшится ω_0
- c) уменьшится ω_0 и наклон механической характеристики механическая характеристика останется неизменной

4. При изменении какого параметра ДПТНВ получают характеристики, показанные на рисунке?

- 1) Сопротивления цепи якоря.
- 2) Напряжения цепи якоря.
- 3) Магнитного потока двигателя.

5. При изменении какого параметра АД получают характеристики 1, 2, 4, показанные на рисунке?

- 1) Сопротивления цепи ротора.

- 2) Напряжения цепи статора.
- 3) Магнитного потока двигателя

Уметь использовать расчетные методики для определения параметров электроприводов.

6. Определить число пар полюсов p асинхронного двигателя, имеющего паспортные данные $n_{\text{ном.}} = 1470$ об/мин., $f = 50$ гц

- a) $p = 1$
- b) $p = 5$
- c) $p = 4$
- d) $p = 2$
- e) $p = 3$

7. В каком из выражений допущена ошибка?

- 1) c)
- 2) d)
- e)

8. При работе двигателя в точке A справедливо соотношение:

- a) $I_a = (U - E) / R$ ω
- b) $I_a = (U + E) / R$ A
- c) $I_a = U / R$ M
- d) $-I_a = E / R$
- e) $I_a = (E - U) / R$

Владеть навыком работы с электроприводами постоянного и переменного тока.

9. Каким способом включить трехфазный асинхронный двигатель с паспортными данными Y / Δ 380/220 В в сеть с линейным напряжением 380 В, чтобы он работал на естественной механической характеристике?

- a) Любым способом
- b) Звездой
- c) Треугольником
- d) Естественной характеристики получить нельзя

10. Ограничить величину пускового тока при пуске двигателя постоянного тока параллельного возбуждения можно :

- a) пуском двигателя вхолостую
- b) введением $R_{\text{доб}}$ в цепь возбуждения
- c) введением $R_{\text{доб}}$ в цепь якоря
- d) включением обмотки якоря в сеть, не возбуждая двигатель

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует понимание конструкции, принципов действия и основных технических параметров электрического	Не понимает конструкции, принципы действия и основные технические параметры электрического привода, не

Уметь использовать расчетные методики для определения параметров электроприводов.

6. Определить число пар полюсов p асинхронного двигателя, имеющего паспортные данные $n_{ном.} = 970$ об/мин., $f = 50$ Гц

- f) $p = 1$
- g) $p = 5$
- h) $p = 4$
- i) $p = 2$
- j) $p = 3$

7. В каком из выражений допущена ошибка?

- 1. c)
- d)
- f)

8. При работе двигателя в точке А справедливо соотношение:

- a) $I_a = (U - E) / R$ ω
- b) $I_a = (U + E) / R$ А
- c) $I_a = U / R$ М
- d) $-I_a = E / R$
- e) $I_a = (E - U) / R$

Владеть навыком работы с электроприводами постоянного и переменного тока.

9. Каким способом включить трехфазный асинхронный двигатель с паспортными данными $Y / \Delta 380/220$ В в сеть с линейным напряжением 220 В, чтобы он работал на естественной механической характеристике?

- e) Любым способом
- f) Звездой
- g) Треугольником
- h) Естественной характеристики получить нельзя

10. Ограничить величину пускового тока при пуске двигателя постоянного тока параллельного возбуждения можно :

- e) пуском двигателя вхолостую
- f) введением $R_{доб}$ в цепь возбуждения
- g) снижением напряжения цепи якоря
- h) включением обмотки якоря в сеть, не возбуждая двигатель

-

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Правильно выполняет разработку технической	Почти всегда правильно выполняет разработку	Правильно выполняет разработку технической	Не умеет правильно выполнять разработку технической документации для

документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	документации для проекта в области электрического привода	проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов
---	---	---	--

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

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Расчёт характеристик электроприводов постоянного и переменного тока по вариантам

Пример задания:

Необходимо выполнить:

1 Для грузоподъемной тележки, имеющей противовес, движущейся по наклонному рельсовому пути под углом α к горизонту с помощью троса, перекинутого через барабан лебедки, необходимо: 1. Определить силы, действующие на трос со стороны тележки с грузом и противо-веса, моменты статических сопротивлений на барабане и валу двигателя и мощности, развиваемые электродвигателем: а). при подъеме тележки с полным грузом и спуске пустой тележки с установившейся скоростью $V_{уст}$; б). при спуске тележки с полным грузом со скоростью, равной $0,75 V_{уст}$. 2. Определить суммарный приведенный к валу электродвигателя момент инерции вращающего барабана лебедки и движущейся поступательно тележки.

2 Для привода грузоподъемного механизма используется электродвигатель постоянного тока. Требуется: 1. По данным каталога для электродвигателя построить естественные электро-механическую и механическую характеристики. 2. Рассчитать графическим и аналитическим методами пусковой реостат при заданном числе пуска – m , считая, что пуск осуществляется с нагрузкой, равной номинальной. 3. Рассчитать время разгона на каждой ступени и общее время пуска, приняв приведенный к валу электродвигателя момент инерции механизма $J_{пр}$, равным половине момента инерции электродвигателя $J_{дв}$. 4. Определить величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь якоря электродвигателя при подъеме номинального груза со скоростью, равной половине номинальной. Построить соответствующие искусственные электро-механическую и механическую характеристики. 5. Определить графическим и аналитическим методами величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь якоря электродвигателя для осуществления тормозного спуска противовключением с половинной скоростью, считая нагрузку при спуске равной $0,75$ от номинальной. 6. Определить величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь якоря электродвигателя при тормозном спуске в режиме динамического торможения с половинной скоростью, считая нагрузку двигателя при спуске равной $0,75$ от номинальной. 7. Вычертить принципиальную схему включения электродвигателя, реализующего все режимы работы.

3 Для привода грузоподъемного механизма используется асинхронный двигатель с фазным ротором. Требуется: 1. По данным каталога для электродвигателя построить

естественные электромеханическую и механическую характеристики. 2. Рассчитать графическим и аналитическим методами пусковой реостат при заданном числе пуска – m , считая, что пуск осуществляется с нагрузкой, равной номинальной. 3. Рассчитать время разгона на каждой ступени и общее время пуска, приняв приведенный к валу электродвигателя момент инерции механизма $J_{пр}$, равным половине момента инерции электродвигателя $J_{дв}$. 4. Определить величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь ротора электродвигателя при подъёме номинального груза со скоростью, равной половине номинальной. Построить соответствующие искусственные электромеханическую и механическую характеристики. 5. Определить графическим и аналитическим методами величину добавочного сопротивления, включаемого в цепь ротора электродвигателя для осуществления тормозного спуска противовключением с половинной скоростью, считая нагрузку при спуске равной 0,75 от номинальной. 6. Вычертить принципиальную схему включения электродвигателя, реализующего все режимы работы.

Описание процедуры:

- Проверка пояснительной записки и графической части курсового проекта.
- Устный опрос по теоретическому материалу курсового проекта.
- Анализ расчетных статических характеристик системы электропривода

Вопросы для контроля:

- Для чего нужен противовес?
- Как правильно выбрать вес противовеса?
- Как определить усилие на барабане лебёдки при подъёме гружённой тележки?
- Как определить усилие на барабане лебёдки при спуске гружённой тележки?
- Как определить усилие на барабане лебёдки при спуске пустой тележки?
- Как определить момент сил сопротивления на валу двигателя?
- Для чего нужен редуктор?
- Как определить режим работы электропривода?
- Как построить естественную электромеханическую (механическую характеристику ДПТНВ ?

- Назначение пускового реостата?
- Порядок расчёта пускового реостата.
- Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
- Порядок построения диаграммы пуска ДПТНВ ?
- Как осуществить работу ДПТНВ с половинной скоростью ?
- Как осуществить тормозные режимы ДПТНВ ?
- Как построить естественную электромеханическую (механическую характеристику АД ?

- Назначение пускового реостата?
- Порядок расчёта пускового реостата.
- Как рассчитать время работы реостата на каждой ступени?
- Порядок построения диаграммы пуска АД ?
- Как осуществить работу АД с фазным ротором с половинной скоростью ?
- Как осуществить тормозные режимы АД?

-

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Правильно выполняет	Почти всегда правильно	Правильно выполняет	Не умеет правильно выполнять разработку

разработку технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	выполняет разработку технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов	разработку технической документации для проекта в области электрического привода	технической документации для проекта в области электрического привода в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Б. Онищенко, 2008. - 287.
2. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учеб. для вузов по направлению 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Г. Б. Онищенко, 2003. - 320.
3. Электрический привод : методические указания для самостоятельной работы студентов (курсовой проект) / Иркут. гос. техн. ун-т, 2014. - 20.
4. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учебник для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Б. Онищенко, 2013. - 287.
5. Москаленко В. В. Электрический привод : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Москаленко, 2014. - 365.
6. Электрический привод : методические указания по выполнению курсового проекта: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 18.
7. Электрический привод : методические указания для аудиторных занятий (лабораторные работы): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 49.
8. Электрический привод : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. - 16.
9. Электрический привод : методические указания по самостоятельной работе: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 30.
10. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование электрического привода в системе MATLAB : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2021. - 84.

11. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование полупроводниковых элементов силовых преобразователей : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2022. - 94.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электрический привод : примеры и задачи : метод. указания для практ. занятий и СРС по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 47.

2. Москаленко В. В. Электрический привод / В. В. Москаленко, 2014. - 366.

3. Овсянников Е. М. Электрический привод : учебник / Е. М. Овсянников, 2023. - 224.

4. Москаленко В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко, 2022. - 364.

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. Свободно распространяемое программное обеспечение МАТЛАБ

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. В119