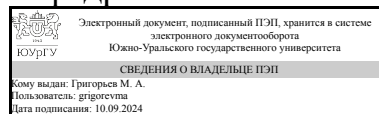


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



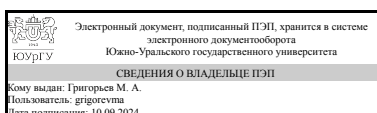
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М2.08 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Электропривод, электромеханика и автоматизация
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

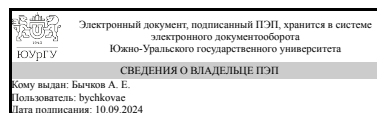
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Бычков

1. Цели и задачи дисциплины

Развитие у студентов практических представлений о реальных электроприводах и закрепление полученных знаний об основных закономерностях, свойственных сложным электромеханическим системам, путем выявления и анализа их характеристик в электроприводах типовых механизмов в различных сферах народного хозяйства.

Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются наиболее распространенные промышленные механизмы, которые традиционно управляются посредством электроприводов. Итоговым контрольным мероприятием по дисциплине является экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: Рациональные типы электроприводов, наиболее подходящие по критериям максимальной энергоэффективности и производительности для типовых производственных механизмов. Умеет: Разрабатывать и корректировать программы настройки разомкнутых и замкнутых систем управления электроприводов как на этапе проектирования системы, так и на этапе его наладки. Имеет практический опыт: Выбора типа электропривода и его составляющих элементов для конкретного типа общепромышленных механизмов.
ПК-1 Способен контролировать разработку проекта системы электропривода.	Знает: Технологические требования, предъявляемые к типовым промышленным электроприводам. Умеет: Составлять проекты по полной или частичной модернизации существующих электроприводов типовых производственных механизмов с учетом современного уровня развития электропривода в каждой конкретной отрасли промышленности. Имеет практический опыт: Наладки систем управления электроприводов с учетом минимального времени внедрения современных технологий на конкретных технологических объектах в системах общепромышленного электропривода.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Проектирование электромеханических устройств, Проектирование специальных электрических машин, Релейная защита и автоматика	Не предусмотрены
--	------------------

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Проектирование электромеханических устройств	Знает: Основные типы электромеханических устройств, применяемых в современных электроприводах, их технологические характеристики и области применения. Умеет: Проектировать электромеханические устройства с созданием пакета конструкторской документации по заданным техническим характеристикам с учетом технологических параметров, параметров применяемой силовой полупроводниковой техники и параметров системы управления. Имеет практический опыт: Проектирования электромеханических устройств по классическим методикам и с применением современных программных пакетов.
Проектирование специальных электрических машин	Знает: Конструкционные и физические особенности работы специальных электрических машин с точки зрения отличия от классических электрических машин., Методы проектирования специальных электрических машин, включая весь комплект конструкторской документации, для объектов профессиональной деятельности. Умеет: Оценивать области применения электрических машин специальной конструкции в объектах профессиональной деятельности., Измерять и вычислять параметры специальных электрических машин для нужд в электроприводе, применяемого на объектах профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Математического моделирования режимов работы специальных электрических машин., Экспериментального определения характеристик специальных электрических машин.
Релейная защита и автоматика	Знает: Основные принципы выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы. Умеет: Выбирать устройства релейной защиты для объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Испытания и математического моделирования рабочих режимов устройства релейной защиты.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5
Подготовка к лабораторным работам	10,5	10,5
Подготовка к экзамену	25	25
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Электропривод тягодутьевых механизмов	8	4	0	4
2	Электропривод грузоподъемных механизмов	8	4	0	4
3	Электропривод систем горизонтальной транспортировки	8	4	0	4
4	Электропривод прокатного производства	8	4	0	4
5	Электропривод механизмов управления намоткой и размоткой гибких материалов	8	4	0	4
6	Электропривод механизмов, работающих на ударную нагрузку	8	4	0	4
7	Электроприводы горно-добывающей промышленности	8	4	0	4
8	Электроприводы металлорежущих устройств	8	4	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Типы насосов, управляемых электроприводами: центробежные и поршневые насосы. Скалярное управление асинхронным электроприводом как наиболее простой и эффективный метод управления центробежными насосами и вентиляторами. Специфика реализации квадратичного закона управления в современных преобразователях. Характеристики напор-расход и связь их с механическими характеристиками асинхронного электропривода. Статические режимы работы тягодутьевых электроприводов при наличии обратных связей по расходу, давлению и уровню.	2

2	1	Специфика динамики центробежных насосов, применение ПИД-регуляторов для реализации обратных связей. Особенности управления электроприводами насосов, включенных последовательно и параллельно. Применение устройств плавного пуска для запуска центробежных насосов. Согласование работы преобразователей различного типа для управления насосными системами. Управление поршневыми насосами и их отличие от центробежных. Применение векторного управления асинхронными электроприводами для нужд поршневых насосов. Специфика реализация замкнутых систем управления поршневыми насосами.	2
3	2	Системы электроприводов, применяемых в современных грузоподъемных механизмах. Редукторы грузоподъемных механизмов, редукторный и безредукторный электропривод грузоподъемных механизмов. Реализация торможения на спуска для различных схем грузоподъемного электропривода. Векторное управление асинхронными электроприводами как наиболее качественный способ управления грузоподъемными механизмами. Управление электромагнитным тормозом в грузоподъемных механизмах посредством встроенных алгоритмов преобразователей частоты в скалярном и векторном режимах.	2
4	2	Ограничение динамических нагрузок в электроприводах грузоподъемных механизмов. Системы плавного разгона и торможения грузоподъемных механизмов. Системы точного останова грузоподъемных механизмов. Системы защиты от раскачивания груза. Диаграммы уравниваемости лифтовых механизмов и выбор скоростного режима лифтовых электроприводов.	2
5	3	Классификация механизмов непрерывного транспорта, их устройство и технические характеристики. Определение мощности и места установки приводных станций. Типы электроприводов рольгангов относительно количества применяемых электродвигателей. Обеспечение защиты рольгангов от пробуксовки методами электропривода. Сравнительный анализ многодвигательных электроприводов рольгангов и согласование нагрузок в них.	2
6	3	Диаграмма натяжения тягового органа электроприводов конвейеров. Выбор места установки и количества электродвигателей. Упругих элементов кинематической схемы механизмов конвейеров. Пуск конвейеров и учет динамических нагрузок в электроприводах, возникающих при пуске. Работа электроприводов наклонных конвейеров.	2
7	4	Общая теория прокатки металла. Классификация прокатных станов: по назначению и по расположению рабочих клетей. Требования к электроприводам прокатных станов при непрерывной и реверсивной прокатке. Специфика настройки регуляторов в замкнутых электропривода прокатного производства.	2
8	4	Особенности конструкции электродвигателей реверсивных прокатных станов. Двухзонное регулирование координат в электроприводах прокатных станов. Типовые скоростные графики при реверсивной прокатке. Особенности непрерывной прокатки на примере трехклетьевого стана. Согласование натяжений и скоростей между прокатными клетями.	2
9	5	Основные требования к работе электропривода моталки диапазоны изменения скоростей и моментов электроприводов моталок при намотке металла и бумаги. Регулирование скорости вращения моталки для поддержания натяжения полотна и линейной скорости намотки полотна. Применение датчиков натяжения, датчиков толщины рулона в электроприводе моталок.	2
10	5	Система моталка-разматыватель на реверсивных станах. Алгоритмы работы разматывателя для электроприводов постоянного и переменного тока, контроль скорости и натяжения с системе моталка-разматыватель при	2

		намотке бумаги и намотке металла.	
11	6	Возникновение ударных нагрузок в электроприводе. Электроприводы, содержащие ударную нагрузку как часть технологического процесса. Диаграммы скорости и момента при ударной нагрузке в электроприводе. Применение дополнительного запаса кинетической энергии для снижения нагрузок на электродвигатель при работе на ударную нагрузку. Выбор параметров маховика. Настройка замкнутой системы для отработки ударных нагрузок.	2
12	6	Электроприводы дробилок как пример электроприводов с ударной нагрузкой возникающей хаотично. Выбор электродвигателей для электроприводов дробильного оборудования. Случайные ударные нагрузки в электроприводах как следствия наличия упругих элементов и люфтов в кинематической схеме. Демпфирование случайных ударных нагрузок средствами электропривода.	2
13	7	Электропривод буровых установок: диаграммы скорости для спуско-подъемных агрегатов и буровой лебедки. Особенности динамики и моменты буровой подъемной системы. Выбор скоростного режима и количества электродвигателей.	2
14	7	Электроприводы экскаваторов.	2
15	8	Электропривод системы "Летучая пила". Диаграммы и логика работы электропривода по схеме "летучая пила". Выбор оптимальных кривых перемещения каретки по скорости моменту и положению. Способы ориентации электропривода каретки. Повышение энергоэффективности электропривода путем выбора оптимальных траекторий перемещения.	2
16	8	Электропривод системы "Летучие ножницы". Классификация типов летучих ножниц. Диаграммы и логика работы электропривода по схеме "Летучие ножницы". Выбор оптимальных кривых перемещения режущих валков по скорости моменту и положению. Согласование движения валков и отрезаемой полосы: диаграммы скорости при длине заготовки большей или меньшей длины окружности валка. Повышение энергоэффективности электропривода путем выбора оптимальных траекторий перемещения.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Изучение энергопотребления электропривода при использовании различных законах скалярного управления при широком диапазоне скоростей, характерном для насосных механизмов.	4
2	2	Настройка релейного выхода преобразователя частоты для управления электромагнитным тормозом электропривода	4
3	3	Изучение параллельного включения нескольких двигателей к единому полупроводниковому преобразователю	4
4	4	Настройка электропривода постоянного тока на реверсирование с предельными характеристиками по быстродействию и широкими диапазонами скорости и момента	4
5	5	Исследование методов поддержания линейной скорости перемещения полотна по датчику натяжения, датчику движения полотна и по усилию на разматывателе.	4

6	6	Настройка электропривода с переменной структурой для отработки возмущающих ударных воздействий	4
7	7	Настройка замкнутого электропривода на отработку диаграммы подъема буровой колонны	4
8	8	Изучение и настройка системы "Летучая пила"	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	ПУМД: [Доп. лит., 1-4]	3	10,5
Подготовка к экзамену	ПУМД: [Осн. лит., 1]	3	25

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Семестровое задание №1 "Настройка преобразователя частоты для нужд насосного механизма"	1	20	Для выбранного преобразователя частоты составляется программа настроек т.е. студент указывает параметры преобразователя частоты, подлежащие программированию и значения параметров, которые необходимо указать. В программе настроек необходимо отобразить настройку ПИД-регулятора технологического параметра (давления или расхода), оптимальный закон управления электродвигателем и диапазон регулирования частоты.	экзамен
2	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	9	Студентам задаются 3 вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ начисляется по 3 балла, за каждый частично верный ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от полноты ответа.	экзамен
3	3	Текущий контроль	Семестровое №2 "Настройка преобразователя частоты для нужд грузоподъемного"	1	20	Для выбранного преобразователя частоты составляется программа настроек т.е. студент указывает параметры преобразователя частоты, подлежащие	экзамен

			механизма"			программированию и значения параметров, которые необходимо указать. В программе настроек необходимо отобразить настройку, оптимального закона управления электродвигателем, настройку датчика скорости, алгоритм управления сливным резистором и внешним электромагнитным тормозом.	
4	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	9	Студентам задаются 3 вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ начисляется по 3 балла, за каждый частично верный ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от полноты ответа.	экзамен
5	3	Текущий контроль	Индивидуальный доклад делается в качестве презентации по одному типу общепромышленных механизмов и электропривода для них. По итогу всех докладов выбирается лучший доклад методом тайного голосования,	1	40	Презентация по индивидуальному докладу	экзамен
6	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	Экзамен состоит из устного ответа на вопрос по теме одной из лекций на основании ответа преподаватель выставляет оценочный балл	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	К процедуре проведения экзамена допускаются студенты, прошедшие все контрольные мероприятия текущего контроля. Итоговый рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля и определяется по формуле: $R_d = R_{тек}$. В случае, если студент хочет повысить свою оценку он вправе пройти процедуру экзамена, тогда итоговый рейтинг определяется по формуле: $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}$. Критерии оценивания: – Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%; – Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%. – Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; – Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
УК-1	Знает: Рациональные типы электроприводов, наиболее подходящие по критериям максимальной энергоэффективности и производительности для типовых производственных механизмов.		+		+	+	+
УК-1	Умеет: Разрабатывать и корректировать программы настройки разомкнутых и замкнутых систем управления электроприводов как на этапе проектирования системы, так и на этапе его наладки.		+		+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: Выбора типа электропривода и его составляющих элементов для конкретного типа общепромышленных механизмов.		+		+	+	+
ПК-1	Знает: Технологические требования, предъявляемые к типовым промышленным электроприводам.	+		+			
ПК-1	Умеет: Составлять проекты по полной или частичной модернизации существующих электроприводов типовых производственных механизмов с учетом современного уровня развития электропривода в каждой конкретной отрасли промышленности.	+		+			
ПК-1	Имеет практический опыт: Наладки систем управления электроприводов с учетом минимального времени внедрения современных технологий на конкретных технологических объектах в системах общепромышленного электропривода.	+		+			

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов Учеб. для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2004. - 574,[1] с.
2. Капунцов, Ю. Д. Электрооборудование и электропривод промышленных установок Учебник для энергет. специальностей вузов Ю. Д. Капунцов, В. А. Елисеев, Л. А. Ильяшенко; Под общ. ред. М. М. Соколова. - М.: Высшая школа, 1979. - 359 с. ил.
3. Ключев, В. И. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов [Текст] учебник для вузов по специальности "Электропривод и автоматизация пром. установок" В. И. Ключев, В. М. Терехов. - М.: Энергия, 1980. - 359 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Бычков, В. П. Электропривод и автоматизация металлургического производства Учеб. пособие для энергет., электротехн. и политехн. вузов и фак. В. П. Бычков. - М.: Высшая школа, 1966. - 479 с. черт.; 1 л. схем
2. Дружинин, Н. Н. Непрерывные станы как объект автоматизации. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Металлургия, 1975. - 336 с. ил.

3. Фотиев, М. М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов Учебник для металлург. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1990. - 349 с. ил.

4. Яуре, А. Г. Крановый электропривод Справ. А. Г. Яуре, Е. М. Певзнер. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 344 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Энергосбережение в электроприводе [Текст] монография Ю. С. Усынин и др.; под ред. Ю. С. Усынина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 104 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Энергосбережение в электроприводе [Текст] монография Ю. С. Усынин и др.; под ред. Ю. С. Усынина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 104 с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	146 (1)	Специализированные аудитории, оборудованные аудиовизуальным оборудованием и стендами, позволяющими вести учебным процесс с использованием мультимедийных технологий. Стенд оснащён электромеханическим агрегатом (исследуемый двигатель – электропривод нагрузочной машины), позволяющий физически моделировать различные технологические режимы работы (поддержание скорости, момента, нагрузку вентиляторного типа). Стенд оснащён датчиками координат электропривода (тока, напряжения, скорости), измерителем мощности с оценкой качества электрической энергии.
Лекции		Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленной ПО.