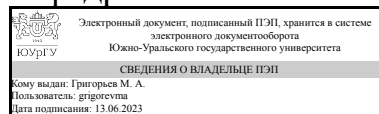


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



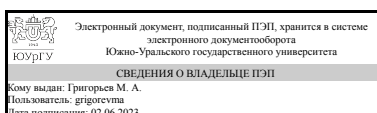
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М5.03 Компьютерный инжиниринг электротехнических комплексов и систем
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Электроприводы и системы управления электроприводов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

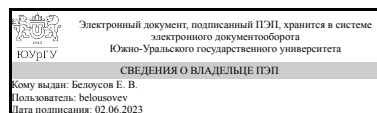
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Е. В. Белоусов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является освоение современных методов моделирования электромеханических систем для последующей оптимизации конструкции электромеханических преобразователей, синтеза систем управления электроприводами. Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач: изучение математического аппарата метода конечных элементов, овладение программными продуктами конечно-элементного анализа, овладение навыками синтеза систем управления и методами расчета систем с распределенными параметрами. Курс «Компьютерный инжиниринг электротехнических систем и комплексов» предполагает освоение студентами навыков расчета электрических машин и систем электроприводов в пакете электромагнитного анализа Ansys Electromagnetic Suite. Особенностью курса является то, что студенты вместо традиционной пассивной позиции слушателя в большей степени выступают участниками решения конкретных проектных задач. Курс рассчитан на два семестра. Задачей первого семестра является создание конечно-элементной модели электрической машины в программном пакете ANSYS Maxwell. В следующем семестре ставится задача синтеза системы управления электроприводом, в которую должна быть интегрирована разработанная в первом семестре конечно-элементная модель. Синтез системы управления выполняется в пакете Ansys Twin Builder и рассчитывается аналитическими и численными методами. Тип привода и способы регулирования, выбранные для проектирования, меняются из года в год, что исключает элемент списывания. Каждый из студентов имеет индивидуальный вариант и возможность по-своему реализовать поставленную задачу. Роль преподавателя заключается в контроле, консультировании и направлении студентов с учётом опыта реализации им реальных проектов. Таким образом обучение происходит на основе мысле-деятельностного подхода. По итогам первого семестра студенты сдают зачет. По итогам второго - курсовую работу и экзамен.

Краткое содержание дисциплины

В курсе изучается применение метода конечных элементов для моделирования электромеханических преобразователей и систем электроприводов. Освоив данные навыки, студенты могут решать исследовательские задачи в рамках выполнения магистерской диссертации на более высоком уровне. Выпускники магистратуры, успешно освоившие данный курс, являются востребованными на позиции инженера - проектировщика, работающего в CAD, CAE системах проектирования. Курс рассчитан на два семестра. Вид промежуточной аттестации - зачет. Во втором семестре студенты готовят курсовой проект и сдают экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен контролировать разработку проекта системы электропривода.	Знает: Основные принципы синтеза цифровых систем управления, основы программирования микроконтроллеров, элементную базу систем управления, типы датчиков. Умеет: Формулировать задачи исследования

	<p>точности и эффективности управления, определять приоритеты решения задач синтеза цифровых систем управления, устанавливать "маркеры" для контроля корректности работы системы.</p> <p>Имеет практический опыт: Анализа и синтеза цифровых систем управления.</p>
<p>ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе по видам профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: Основные принципы синтеза цифровых систем управления, основы программирования микроконтроллеров, элементную базу систем управления, типы датчиков.</p> <p>Умеет: Формулировать задачи исследования точности и эффективности управления, определять приоритеты решения задач синтеза цифровых систем управления, устанавливать "маркеры" для контроля корректности работы системы.</p> <p>Имеет практический опыт: Анализа и синтеза цифровых систем управления.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Высокоточные следящие электроприводы, Промышленные сети в системах управления электромеханическими комплексами, Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями, Информационные системы в энергетике, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Не предусмотрены</p>

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

Дисциплина	Требования
<p>Высокоточные следящие электроприводы</p>	<p>Знает: Современные алгоритмы построения замкнутых систем электроприводов, работающих в функции слежения и позиционирования. Умеет: Выбирать электрический и электромеханический преобразователь для реализации следящих электроприводов по критериям максимального быстродействия отработки сигнала задания и по критерию максимальной точности отработки сигнала задания. Имеет практический опыт: Настройки следящих электроприводов.</p>
<p>Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями</p>	<p>Знает: Энергетические показатели выпрямителей, обратимых преобразователей напряжения, преобразователей частоты и пути их улучшения., Принципы действия вентильных преобразователей с повышенными энергетическими показателями и их</p>

	<p>характеристики; основы расчета схем вентильных преобразователей. Умеет: Разрабатывать сложные схемы преобразовательной техники; анализировать сложные электротехнические системы, содержащие различные виды преобразователей и другое оборудование., Использовать методы спектрального анализа, линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока для расчета переходных и установившихся режимов преобразователей; выбирать параметры элементов силовой схемы преобразователей; рассчитывать режимы работы вентильных преобразователей; анализировать сложные электротехнические системы, содержащие различные виды преобразователей и другое оборудование; снимать характеристики устройств силовой электроники с применением электронных осциллографов и компьютеров . Имеет практический опыт: По выбору силовых схем для электропривода и электротехнического оборудования с учетом энерго- и ресурсосбережения; выполнения экспериментальных исследований сложных систем, содержащих различные виды преобразователей и другое оборудование; переоценки накопленных знаний в области силовой электроники., Экспериментальных исследований схем силовой электроники по заданной методике, обработки результатов эксперимента; готовности к составлению научно-технического отчета.</p>
Информационные системы в энергетике	<p>Знает: Современные методы и способы энерго- и ресурсосбережения с помощью электропривода, меры по модернизации электропривода с целью повышения его энергетической эффективности. Умеет: Применять современные способы и методы энерго- и ресурсосбережения с помощью электропривода, осуществлять модернизацию устаревшего и ввод в строй нового оборудования с целью повышения энергетической эффективности электротехнического и технологического оборудования, следить за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов в области энерго- и ресурсосбережения. Имеет практический опыт: Освоения нового электротехнического оборудования, расчета параметров электротехнических устройств и электроустановок, систем защиты и автоматики, анализа режимов работы электротехнического оборудования и систем.</p>
Промышленные сети в системах управления электромеханическими комплексами	<p>Знает: Коммуникации в технике автоматизации, в частности, сети Profibus-DP, Profibus-PA, ASInterface; Industrial Ethernet., Последние достижения отечественной и зарубежной науки и</p>

	<p>техники в системах автоматизации управления технологическими процессами и устройствами. Умеет: Изучать и анализировать необходимую информацию систем автоматизации, технические данные автоматизированного объекта, показатели и результаты экспериментальной работы, обобщать и систематизировать их, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства и информационные технологии., Осуществлять поиск и анализ научной информации автоматизированного объекта, требующего в основном систему циклового программного управления. Имеет практический опыт: Осуществления экспериментальных исследований., Выбора элементной базы для реализации системы автоматизации, составления функциональных и принципиальных схем системы автоматизации.</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p>	<p>Знает: Основные мировые тенденции развития науки и техники в области электропривода, силовой электроники и автоматизации промышленных установок. Умеет: Оценивать применимость отдельных современных технологий для конкретного производственного процесса. Имеет практический опыт: Участия в создании проекта по модернизации производственного объекта с применением современных технологий повышения производительности либо энергоэффективности.</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	96	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Подготовка к экзамену.	25,5	0	25,5
Подготовка к выполнению семестровых работ №3 и №4	5	0	5
Подготовка и выполнение курсовой работы	21	0	21
Подготовка к выполнению семестровых работ №1 и №2	4	4	0
Подготовка к зачету	49,75	49,75	0

Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Методы проектирования электромеханических преобразователей и систем электроприводов. Системы с распределенными параметрами.	4	0	4	0
2	Моделирование процесса работы электрической машины методом конечных элементов	46	0	46	0
3	Синтез системы управления электроприводом, в которой электромеханический преобразователь представлен моделью с распределенными параметрами	46	0	46	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Расчет электромагнитных нагрузок, координат, статических характеристик работы электрической машины аналитическими методами.	4
3	2	Аналитический расчет RmExpert - геометрия машины. Создается новый проект в системе аналитического расчёта RmExpert. Приводится геометрия электрической машины в поперечном разрезе. Производится выбор типа электрической машины. Вводятся общие параметры машины, задаются линейные размеры статора, включая размеры пазов.	2
4	2	Аналитический расчет RmExpert - обмоточные данные. Вводятся обмоточные данные статора и ротора машины. Вводятся линейные размеры ротора машины.	2
5	2	Аналитический расчет RmExpert. Геометрия ротора. Задаются параметрические размеры паза ротора. В обмотке ротора заполняются размеры короткозамыкающего кольца. Указывается материал статора, ротора, обмоток.	2
6	2	Создание в библиотеке материалов статей, требуемых для расчета машины по каталожным данным.	2
7	2	Аналитический расчет RmExpert - статические характеристики. Задаются параметры расчета: шаг, время расчета, указываются точки сохранения картины полей для анализа на этапе постпроцессинга.	2
8	2	Проверка параметров электрической машины. Для самопроверки есть возможность посмотреть трехмерную модель получившейся машины. Запуск расчета.	2
9-10	2	Семестровая работа №1. Анализ результатов расчета RmExpert. Необходимо сопоставить полученные результаты в Rm-Expert (а именно координаты ключевых точек статических характеристик, индукцию в зазоре, линейную нагрузку) с рассчитанными аналитически ранее и с каталожными данными.	4

		Для этого необходимо построить зависимость момента и тока от скорости.	
11-12	2	Создание модели конечных элементов в Maxwell. После того, как в результате расчета в RM-Expert получена аналитическая модель электрической машины, необходимо приступить к созданию конечно-элементной модели в Ansys Maxwell. Для этого необходимо экспортировать данные расчета	4
13-14	2	Настройка модели конечных элементов в Maxwell. Задание граничных условий, параметров расчета, настройка сетки конечных элементов, задание электромагнитных нагрузок.	4
15-16	2	Моделирование процесса пуска на холостом ходу.	4
17	2	Анализ осциллограмм переходных процессов пуска	2
18-19	2	Семестровая работа №2. Моделирование процесса наброса нагрузки.	4
20-21	2	Анализ картины полей. По завершению расчета процесса пуска на холостом ходу с последующим набросом нагрузки, необходимо провести качественный анализ получившихся результатов. Для этого необходимо получить картины полей машины.	4
22-23	2	Анализ картины полей по полилиниям. Помимо визуального представления картины полей, в Maxwell имеется возможность построить график распределения той или иной электромагнитной величины по конкретному пути. Так, например, большой интерес представляет распределение электромагнитной индукции в зазоре электрической машины, которое невозможно оценить визуально.	4
24-25	2	Промежуточная аттестация. Зачет. Сравнительный анализ полученных результатов. Сравнение статических характеристик, полученных в результате самостоятельного расчета, расчета в системе RM-Expert и методом конечных элементов в Maxwell.	4
26-28	3	Создание модели системы управления Simplorer с интегрированной моделью электрической машины Maxwell, питание от сети.	6
29-31	3	Создание модели регулируемого электропривода (питание от преобразователя частоты), в которой электрическая машина представлена аналитической моделью (из библиотеки Simplorer).	6
32-34	3	Создание модели электропривода с частотно-токовым регулированием, в которой электрическая машина представлена аналитической моделью (из библиотеки Simplorer). Семестровая работа №3.	6
35-37	3	Создание модели регулируемого электропривода (питание от преобразователя частоты), в которой электрическая машина представлена конечно-элементной моделью Maxwell.	6
38-39	3	Расчет параметров электрической машины (сопротивлений обмоток по схеме замещения)	4
40-42	3	Оптимизация параметров системы управления. Настройка регуляторов. Оптимизация несущей частоты ШИМ.	6
43-45	3	Отладка модели регулируемого электропривода, в которой электрическая машина представлена конечно-элементной моделью Maxwell. Семестровая работа №4.	6
46-48	3	Защита курсового проекта. Сравнительный анализ полученных моделей.	6

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену.	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 12-18., [Доп. лит., 2], с. 314-328, Программное обеспечение: [1], [2].	3	25,5
Подготовка к выполнению семестровых работ №3 и №4	ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 324-351, [Осн. лит., 2], с. 36-50, Программное обеспечение: [1], [2], Методические пособия для самостоятельной работы студента: [1].	3	5
Подготовка и выполнение курсовой работы	ПУМД: [Осн. лит., 2], с. 36-50, с. 54- 61, [Доп. лит., 1], с. 144 - 156, Программное обеспечение: [1], [2].	3	21
Подготовка к выполнению семестровых работ №1 и №2	ЭУМД: УМО для СРС [1], с 3-6, Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], Программное обеспечение: [1], [2], Методические пособия для самостоятельной работы студента: [1].	2	4
Подготовка к зачету	ПУМД: [Осн. лит., 3], с. 44 - 56, ЭУМД: УМО для СРС [1], с 3-6, Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], Программное обеспечение: [1], [2].	2	49,75

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	2	Текущий контроль	Семестровая работа №1 "Валидация аналитической модели RmExpert"	0,5	5	Семестровая работа №1 (по разделам №1, 2) выполняется на занятии № 10 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям: 5 баллов - ключевые точки статических характеристик, полученных на математической модели совпадают с рассчитанными аналитически 4 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%,	зачет

						<p>студент может объяснить причину расхождения</p> <p>3 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p> <p>2 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения</p> <p>0 баллов - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p>	
2	2	Текущий контроль	Семестровая работа №2 "Валидация модели Maxwell"	0,5	5	<p>Семестровая работа №2 (по разделу №2) выполняется на занятии № 19 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям:</p> <p>5 баллов - ключевые точки статических характеристик, полученных на КЭ модели Maxwell совпадают с рассчитанными в аналитической системе RmExpert</p> <p>4 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения</p> <p>3 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p> <p>2 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения</p> <p>0 баллов - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения</p>	зачет
3	2	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>Зачет проводится в устной форме. К зачету допускаются студенты, выполнившие все семестровые задания. На зачете студент получает вопрос по проделанной работе. Ответ оценивается преподавателем по следующим критериям:</p>	зачет

						<p>5 баллов - студент может объяснить результаты моделирования с учетом теоретических аспектов</p> <p>4 балла - студент может объяснить результаты моделирования</p> <p>3 балла - студент отвечает на вопрос по выполненной работе, но не способен ответить на уточняющие вопросы</p> <p>2 балла - студент не может ответить на поставленный вопрос.</p>	
4	3	Текущий контроль	Семестровая работа №3 "Валидация модели нерегулируемого электропривода"	0,25	5	<p>Семестровая работа №3 (по разделу №3) выполняется на занятии № 34 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям:</p> <p>5 баллов - приведены осциллограммы переходных процессов, проведен их анализ</p> <p>4 балла - создана модель, студент может объяснить принцип её работы, может объяснить что позволяет учесть конечно-элементная модель в сравнении с аналитической, что меняется в характере переходных процессов в регулируемом приводе в сравнении с нерегулируемым;</p> <p>3 балла - студентом создана модель, но качество переходных процессов не соответствует расчетному</p> <p>2 балла - студентом создана модель, которая требует отладки</p> <p>0 баллов - модель не представлена</p>	экзамен
5	3	Текущий контроль	Семестровая работа №4 "Валидация модели регулируемого электропривода Simplorer"	0,75	5	<p>Семестровая работа №4 (по разделу №3) выполняется на занятии № 45 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям:</p> <p>5 баллов - приведены осциллограммы переходных процессов, проведен их анализ</p> <p>4 балла - создана модель, студент может объяснить принцип её работы, получены осциллограммы переходных процессов</p> <p>3 балла - студентом создана модель, но качество переходных процессов не соответствует расчетному</p> <p>2 балла - студентом создана модель, которая требует отладки</p> <p>0 баллов - модель не представлена</p>	экзамен

6	3	Курсовая работа/проект	Защита курсовой работы	-	5	Защита курсовой работы проходит в устной форме. Студент получает вопрос по проделанной работе. Преподавателем оценивается ответ по следующей шкале: 5 баллов - студент может объяснить результаты моделирования с учетом теоретических аспектов 4 балла - студент может объяснить результаты моделирования 3 балла - студент отвечает на вопрос по выполненной работе, но не способен ответить на уточняющие вопросы 2 балла - студент не может ответить на поставленный вопрос.	курсовые проекты
7	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Экзамен проводится в устной форме. Каждому студенту выдается билет, в котором присутствует вопрос, ответ на который требует понимания теории предмета и практических навыков моделирования. Ответ оценивается по следующим критериям: 5 баллов - студент может объяснить результаты моделирования с учетом теоретических аспектов 4 балла - студент может объяснить результаты моделирования 3 балла - студент отвечает на вопрос по выполненной работе, но не способен ответить на уточняющие вопросы 2 балла - студент не может ответить на поставленный вопрос.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускаются студенты, выполнившие все семестровые задания. Зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ плюс бонусные баллы R_b (максимум 15) по формуле: $R_d = R_{тек} + R_b$, где $R_{тек} = 0,3 KМ1 + 0,3 KМ2 + 0,4 KМ3$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Но студент вправе улучшить свой результат при помощи сдачи промежуточной аттестации, тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	формуле: $R_d=0,6 R_{тек}+0,4 R_{па}+R_b$, где $R_{па}$ – рейтинг за промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: «Зачтено» – R_d больше или равно 60%; «Не зачтено» – R_d меньше 60%.	
экзамен	К экзамену допускаются студенты, выполнившие все семестровые работы. Экзамен проводится в устной форме. Каждому студенту выдается билет с вопросом по одной из семестровых работ. 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: $R_d=0,6 R_{тек}+0,4 R_{па}$. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_k = 85...100\%$; «Хорошо» - $R_k = 75...84\%$; «Удовлетворительно» - $R_k = 60...74\%$; «Неудовлетворительно» - $R_k = 0...59\%$.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Курсовая работа (курсовой проект) выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, содержит 2 раздела и сдается по окончании 16 недели обучения. Курсовая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний. Защита курсового проекта происходит в форме доклада. После доклада студенту задаются уточняющие вопросы. Оценка по курсовой работе рассчитывается как рейтинг обучающегося по курсовой работе R_k и определяется по результатам оценивания выполнения всех требований, предъявляемых к данной работе. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_k = 85...100\%$; «Хорошо» - $R_k = 75...84\%$; «Удовлетворительно» - $R_k = 60...74\%$; «Неудовлетворительно» - $R_k = 0...59\%$.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: Основные принципы синтеза цифровых систем управления, основы программирования микроконтроллеров, элементную базу систем управления, типы датчиков.	+						
ПК-1	Умеет: Формулировать задачи исследования точности и эффективности управления, определять приоритеты решения задач синтеза цифровых систем управления, устанавливать "маркеры" для контроля корректности работы системы.	++						
ПК-1	Имеет практический опыт: Анализа и синтеза цифровых систем управления.	++						
ПК-3	Знает: Основные принципы синтеза цифровых систем управления, основы программирования микроконтроллеров, элементную базу систем управления, типы датчиков.			+		+++		
ПК-3	Умеет: Формулировать задачи исследования точности и эффективности управления, определять приоритеты решения задач синтеза цифровых систем управления, устанавливать "маркеры" для контроля корректности работы системы.				+++	+++		
ПК-3	Имеет практический опыт: Анализа и синтеза цифровых систем управления.				+++	+++		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Сахаров, А. С. Метод конечных элементов в механике твердых тел Под ред. А. С. Сахарова, И. Альтенбаха. - Киев: Вища школа, 1982. - 480 с.
2. Драчев, Г. И. Теория электропривода [Текст] учеб. пособие по типовым расчетам для заоч. обучения Г. И. Драчев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 84, [1] с. электрон. версия
3. Драчев, Г. И. Теория электропривода Ч. 2 учеб. пособие Г. И. Драчев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 202, [1] с. электрон. версия

б) дополнительная литература:

1. Усынин, Ю. С. Системы управления электроприводов [Текст] учеб. пособие Ю. С. Усынин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 358 с. ил.
2. 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. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 299 с.

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

1. Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) Челябинск Вестник Южно-Уральского государственного университета Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Е.В. Белоусов. Методическое пособие по выполнению семестровых работ по дисциплине Компьютерный инжиниринг электротехнических комплексов и систем, 2021 г.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Е.В. Белоусов. Методическое пособие по выполнению семестровых работ по дисциплине Компьютерный инжиниринг электротехнических комплексов и систем, 2021 г.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Образовательная платформа Юрайт	Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-

		5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470195 (дата обращения: 23.12.2021).
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	255а (1)	Центр компьютерных технологий и цифровых систем управления в промышленности, имеющий 11 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный комплект программного обеспечения для моделирования процессов силовых полупроводниковых преобразователей в программе MatLab+Simulink. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.
Самостоятельная работа студента	526-3 (1)	Компьютерный класс имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах полупроводниковых приборов).