

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 27 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Электромеханические системы управления
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления)

Направленность: Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – освоение ряда дисциплинарных компетенций, связанных с изучением принципов построения современных систем управления электромеханических систем, проектированием типовых систем автоматического управления электроприводами на базе методов их математического описания и исследования (анализа и синтеза).

Задачи учебной дисциплины

- изучение принципов построения современных систем управления электроприводами и электромеханических систем;
- изучение методов математического описания функциональных компонентов современных электроприводов, методов анализа и синтеза систем управления электроприводами;
- формирование умения проектировать типовые системы управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- формирование умения обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроприводов и электро-технических систем, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления;
- формирование навыков расчета параметров регуляторов типовых систем управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- формирование навыков работы с интегрированными средами разработки и исследования систем управления электроприводами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- электромеханические свойства двигателей постоянного и переменного тока;
- регулирование координат электроприводов;
- основы теории нагрева и выбора мощности двигателей для исполнительных механизмов;
- энергетика электроприводов;
- принципы построения современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем;
- системы стабилизации, программного и следящего управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- методы исследования (анализа и синтеза) систем управления электроприводами в интегрированных средах их разработки.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.7	ИД-1ПК-2.7	Знает классификационные признаки, статические и динамические характеристики современных систем управления электроприводами и электромеханических объектов; специфику, показатели качества и принципы построения систем управления электроприводами в режимах стабилизации, программного и следящего управления; методы математического описания функциональных компонентов электроприводов, современные методы анализа и синтеза систем управления электроприводами.	Знает классификацию и особенности электромеханических систем и основные требования к ним, ключевые параметры и характеристики электротехнических устройств и основные методы построения их моделей	Экзамен
ПК-2.7	ИД-2ПК-2.7	Умеет: применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода; проектировать типовые системы управления электроприводами; обосновывать выбор структуры и компонентов систем управления электроприводами; оставлять математические модели компонентов и систем управления электроприводами, проводить синтез и анализ основных контуров регулирования.	Умеет оценивать характеристики и параметры работы электромеханического оборудования в различных режимах работы, использовать результаты анализа и моделирования электротехнических устройств для проектирования автоматизированных электромеханических комплексов и систем	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.7	ИД-3ПК-2.7	Владеет: навыками расчета параметров контурных регуляторов типовых систем подчиненного	Владеет навыками и методами использования основных расчетов при проектировании автоматизированных	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		регулирования координат электроприводов постоянного и переменного тока; навыками расчета систем управления электроприводами и электромеханических систем в режимах стабилизации, программного и следящего управления; навыками расчёта статических характеристик, нагрузочных диаграмм и энергетических показателей электроприводов; навыками осуществления выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для системы электропривода.	электромеханических комплексов и систем	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Классификация и характеристики электромеханических систем управления.	4	0	0	12
Тема 1. Классификационные признаки и основные статические и динамические характеристики электромеханических систем управления (ЭМСУ). Классификация ЭМСУ по основным признакам. Статические и динамические характеристики ЭМСУ. Тема 2. Задачи исследования и стадии проектирования ЭМСУ Основные этапы синтеза ЭМСУ. Методы анализа ЭМСУ. Стадии и этапы проектирования, регламентированные стандартами РФ.				
Функциональные компоненты электромеханических систем управления	4	0	0	12
Тема 3. Обобщенная функциональная схема ЭМСУ. Функциональная схема на уровне макро модели и детализированная функциональная схема ЭМСУ. Функциональные блоки, взаимосвязи, координаты и параметры ЭМСУ. Тема 4. Модели силовых компонентов ЭМСУ. Математические модели электродвигателей и силовых преобразователей энергии в задачах синтеза и анализа ЭМСУ. Взаимосвязь форм математического описания компонентов ЭМСУ. Тема 5. Модели информационно-управляющих компонентов ЭМСУ. Математические модели датчиков координат ЭМСУ, типовых параметрически оптимизируемых регуляторов класса «вход-выход» и регуляторов состояния, модулей преобразования информации.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Принципы построения разомкнутых и замкнутых электромеханических систем управления	4	0	0	12
Тема 6. Релейно-контакторные и полупроводниковые разомкнутые ЭМСУ. Реализация пуско-тормозных режимов в разомкнутых ЭМСУ постоянного и переменного тока. Типовые схемные решения силовых цепей и панелей управления. Защиты и блокировки. Симисторные пускатели. Тема 7. Замкнутые системы стабилизации, программного и следящего управления. Принципы построения систем стабилизации технологических координат с применением ЭМСУ. Системы программного управления. Способы ограничения координат ЭМСУ. Следящие системы управления и системы воспроизведения движений. Понятие добротности ЭМСУ.				
Общая постановка задачи синтеза электромеханических систем управления	5	0	9	18
Тема 8. Частотные и временные методы синтеза ЭМСУ. Желаемые частотные характеристики разомкнутых и замкнутых контуров регулирования ЭМСУ. Критерии качества и их связь с временными характеристиками ЭМСУ, расположением корней характеристического полинома на комплексной плоскости. Тема 9. Типовые регуляторы и корректирующие звенья. Типовые регуляторы класса «вход-выход», обеспечивающие пропорциональное, интегральное и дифференциальное регулирование. ПИ и ПИД регуляторы. Корректирующие звенья, обеспечивающие желаемое опережение или отставание по фазе выходного сигнала от входного. Тема 10. Типовая методика структурно-параметрического синтеза. Этапы структурно-параметрического синтеза оптимальных по интегральным квадратичным критериям контуров регулирования ЭМСУ. Понятие фильтров Баттерворта, настроек на технический, симметричный и апериодический оптимумы. Принцип подчиненного регулирования координат ЭМСУ.				
Электромеханические систем с двигателями постоянного тока	6	0	9	18
Тема 11. Системы «Тиристорный преобразователь-двигатель» Синтез контуров регулирования напряжения и тока якоря. Синтез контура регулирования скорости двигателя. Одно- и двукратно интегрирующие				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>ЭМСУ. Прямые оценки качества регулирования при различных аддитивных воздействиях на ЭМСУ.</p> <p>Тема 12. Система двухзонного регулирования скорости.</p> <p>Функциональная схема системы двухзонного регулирования. Методы оценки ЭДС двигателя.</p> <p>Синтез регуляторов ЭМСУ.</p> <p>Тема 13. Системы регулирования положения ЭМСУ. Режимы малых, средних и больших перемещений рабочего органа. Синтез линейного и параболического регуляторов ЭМСУ. Структурная схема следящей ЭМСУ. Инвариантные и квазиинвариантные следящие ЭМСУ.</p>				
<p>Электромеханические системы с двигателями переменного тока</p>	6	0	9	18
<p>Тема 14. Способы управления электроприводами переменного тока. Фазовое и частотное управление. Законы частотного управления. Понятия скалярного и векторного управления. Управление моментом асинхронного двигателя. Специфика управления асинхронным и вентильным электродвигателями.</p> <p>Тема 15. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока. Силовые преобразователи со звеном постоянного тока и непосредственные преобразователи частоты. ЭМСУ с инверторами напряжения и тока статора.</p>				
<p>Дискретно-непрерывные электромеханические системы управления</p>	5	0	9	18
<p>Тема 16. Синтез дискретно-непрерывных ЭМСУ. Понятия Z-преобразования, дискретных передаточных функций и разностных уравнений. Экстраполяторы нулевого порядка. Дискретно-непрерывные ЭМСУ. Методы синтеза контурных дискретных регуляторов ЭМСУ класса «вход-выход» и регуляторов состояния.</p> <p>Тема 17. Микропроцессорные контроллеры в структурах ЭМСУ.</p> <p>Обобщенная функциональная схема микропроцессорной ЭМСУ. Средства интеллектуализации СУЭП. Параметрирование контроллеров. Централизованные и децентрализованные ЭМСУ. Программно-аппаратные средства связи компонентов ЭМСУ по полевым шинам.</p> <p>Тема 18. Интегрированные среды для разработки и исследования (анализа и синтеза) ЭМСУ.</p> <p>Интегрированные среды Simulink и SimInTech.</p> <p>Основные библиотеки и функциональные блоки</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
для моделирования ЭМСУ. Схемы имитационных моделей типовых ЭМСУ с регуляторами класса «вход-выход» и регуляторами состояния. Среда MexBios для разработки и исследования ЭМСУ. Понятие интегрированных сред SCADA для разработки ЭМСУ.				
ИТОГО по 2-му семестру	34	0	36	108
ИТОГО по дисциплине	34	0	36	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Исследование программно-аппаратной реализации электромеханической системы управления на стенда фирмы National Instruments.
2	Синтез и анализ непрерывных двухконтурных статических систем регулирования скорости с применением ПК.
3	Синтез и анализ непрерывных двухконтурных астатических систем регулирования скорости с применением ПК.
4	Исследования электроприводных систем «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока»
5	Исследования электроприводных систем «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель»
6	Синтез и анализ микропроцессорных систем регулирования скорости с регуляторами состояния с применением ПК.
7	Синтез и анализ микропроцессорных систем регулирования скорости с регуляторами класса «вход-выход» в среде MatLab/Simulink разработки и исследования СУЭП.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Казанцев В. П. Системы управления исполнительными механизмами : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 273 с. 17,25 усл.печ.л.	20
2	Лыков А. Н. Системы управления электроприводами. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 190 с.	59

3	Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода : учебник для вузов. 6-е изд., доп. и перераб. Москва : Энергоиздат, 1981. 576 с.	116
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Борцов Ю. А., Поляхов Н. Д., Путов В. В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением. Ленинград : Энергоатомиздат, 1984. 216 с.	4
2	Казанцев В. П. Теория автоматического управления. Линейные системы управления : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 165 с. 10,5 усл. печ. л.	69
3	Москаленко В. В. Электрический привод : учебник. Москва : ИНФРА-М, 2020. 363 с. 22,75 усл. печ. л.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Казанцев В. П. Системы управления электромеханическими исполнительными механизмами : лабораторный практикум. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018.	URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6033	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Казанцев В. П. Системы управления электроприводом : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6170	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Казанцев В. П. Системы управления исполнительными механизмами : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2015. 274 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160418	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Лыков А. Н. Системы управления электроприводами : монография. Пермь : ПНИПУ, 2009. 191 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160500	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	10
Практическое занятие	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Электромеханические системы управления»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль) образовательной программы:	Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная
Курс: 1	Семестр: 2
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен:	2 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 7 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 классификационные признаки, статические и динамические характеристики современных систем управления электроприводами и электромеханических объектов;		ТО1		КР1		ТВ
3.2 специфику, показатели качества и принципы построения систем управления электроприводами в режимах стабилизации, программного и следящего управления;	С1	ТО2		КР2		ТВ
3.3 методы математического описания функциональных компонентов электроприводов, современные методы анализа и синтеза систем управления электроприводами.		ТО3		КР3		ТВ

Освоенные умения						
У.1 применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода;			ОП31 ОП32	КР1		ПЗ
У.2 проектировать типовые системы управления электроприводами; обосновывать выбор структуры и компонентов систем управления электроприводами;			ОП33 ОП34 ОП35	КР2		ПЗ
У.3 составлять математические модели компонентов и систем управления электроприводами, проводить синтез и анализ основных контуров регулирования.			ОП36 ОП37	КР3		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 навыки расчёта статических характеристик, нагрузочных диаграмм и энергетических показателей электроприводов;			ОП31 ОП32			КЗ
В.2 навыки осуществления выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для системы электропривода.			ОП33 ОП34 ОП35			КЗ
В.3 навыки расчета параметров контурных регуляторов типовых систем подчиненного регулирования координат электроприводов постоянного и переменного тока; навыки расчета систем управления электроприводами и электромеханических систем в режимах стабилизации, программного и следящего управления.			ОП36 ОП37			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Владеет:

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного

или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 7 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю «Классификация и характеристики электромеханических систем управления», вторая КР по модулю «Принципы построения разомкнутых и замкнутых электромеханических систем управления», третья КР по модулю «Дискретно-непрерывные электромеханические системы управления».

Типовые задания первой КР:

1. Классификация ЭМСУ по основным признакам.
2. Статические и динамические характеристики ЭМСУ.

Типовые задания второй КР:

1. Способы ограничения координат ЭМСУ.
2. Принципы построения систем стабилизации технологических координат с применением ЭМСУ.

Типовые задания третьей КР:

1. Методы синтеза контурных дискретных регуляторов ЭМСУ класса «вход-выход» и регуляторов состояния.
2. Понятия Z-преобразования, дискретных передаточных функций и

разностных уравнений.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача и защита всех отчетов по практическим заданиям и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Стадии и этапы проектирования ЭМСУ, регламентированные стандартами РФ.

2. Описание электродвигателей ЭМСУ в форме обыкновенных дифференциальных уравнений, передаточных функций и векторно-матричных уравнений.

3. Описание силовых преобразователей энергии ЭМСУ в форме обыкновенных дифференциальных уравнений и передаточных функций.

4. Прямые оценки качества контуров регулирования ЭМСУ, настроенных на типовые оптимумы. Сравнительный анализ показателей.

5. Функциональная и структурная схемы системы двухзонного регулирования скорости.

6. Законы частотного управления в зависимости от характера изменения статической нагрузки на валу электропривода.

7. Синтез дискретных регуляторов ЭМСУ методами прямоугольников и трапеций.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Разработать математическую модель силового электромеханического модуля «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока, регулируемый по цепи якоря».

2. Разработать математическую модель силового электромеханического модуля «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель».

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Провести синтез замкнутого контура регулирования тока якоря по критерию «технический оптимум».
2. Провести синтез замкнутого контура регулирования скорости по критерию «симметричный оптимум».
3. Провести синтез корректирующего устройства следящего электропривода, инвариантного к изменению задающего воздействия.
4. Привести синтез дискретного ПИД-регулятора ЭМСУ с использованием дискретизации параметров аналогового ПИД-регулятора методом трапеций.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.