ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «07» июня 2021 г. № 79

Б1.О.34 Теория автоматического управления

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль – Мехатронные системы на транспорте
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 8
Часов по учебному плану (УП) – 288
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 68
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 5 семестр, экзамен 6 семестр, курсовая работа 6 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68/34	51/34	**119/68**
– лекции	34	17	**51**
– практические (семинарские)		17/17	**17/17**
– лабораторные	34/34	17/17	**51/51**
Самостоятельная работа	76	57	**133**
Экзамен		36	**36**
Итого	144/34	144/34	**288/68**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.08.2020 № 1046.

Программу составил(и):
д.т.н., профессор, профессор, А.В. Лившиц

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «4» июня 2021 г. № 14

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент А.А. Александров

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование у студентов знаний общих принципов построения и расчета динамических систем различной физической природы и систем автоматического управления в транспортных средствах, основ анализа и синтеза таких систем
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение особенностей протекания процессов в системах автоматического управления, временных и частотных характеристик таких систем
2	освоение методов анализа устойчивости и точности систем с заданными детерминированными характеристиками
3	освоение методов анализа и синтеза линейных систем управления с заданными детерминированными характеристиками
4	освоение методов решения задач анализа и синтеза нелинейных и дискретных систем управления, работающих в условиях воздействия детерминированных помех
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.27 Основы цифровых вычислительных машин
2	Б1.О.28 Теория дискретных устройств
3	Б1.О.31 Программирование мехатронных модулей
4	Б1.О.33 Информационные устройства в транспортной мехатронике
5	Б1.О.35 Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
6	Б1.О.38 Микроконтроллеры и управляющие микро-вычислители
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.37 Конструирование мехатронных и робототехнических модулей
2	Б1.О.39 Приводы мехатронных и робототехнических систем
3	Б1.О.40 Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем
4	Б1.О.41 Проектирование мехатронных и робототехнических систем
5	Б1.О.43 Интеллектуальные системы управления
6	Б1.В.ДВ.03.01 Программирование автоматизированных систем
7	Б1.В.ДВ.04.01 Основы автоматизированного проектирования мехатронных систем
8	Б1.В.ДВ.05.01 Моделирование и исследование транспортных мехатронных систем
9	Б1.В.ДВ.07.01 Проектирование управляющих автоматов
10	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
11	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и	ОПК-11.3 Разрабатывает и применяет управляющие алгоритмы и программы робототехнических систем	Знать: основные понятия динамических процессов в системах автоматического управления (САУ) и классификацию САУ; методы анализа устойчивости и точности САУ; методы анализа и синтеза

современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем		корректирующих устройств в САУ: ПИД-регуляторы, модальное управление; методы анализа и синтеза нелинейных САУ: метод фазового пространства, теория скользящих режимов, методы анализа абсолютной устойчивости во временной и частотной областях, метод гармонической линеаризации; методы анализа и синтеза дискретных САУ через z-преобразование Лапласа
		Уметь: выполнять анализ и синтез линейных САУ во временной и частотной областях; строить фазовые портреты нелинейных САУ; выполнять анализ устойчивости линейных и нелинейных САУ
		Владеть: методами оценки качества переходных процессов, протекающих в автоматических системах; методами анализа устойчивости и точности непрерывных и дискретных САУ; методами синтеза САУ в пространстве состояний; методами синтеза САУ в частотной области
ПК-1 Способен проектировать и конструировать элементы мехатронных и робототехнических систем	ПК-1.3 Разрабатывает программное обеспечение для мехатронных модулей и систем	Знать: методы построения математических моделей САУ в операторном виде и в пространстве состояний
		Уметь: составлять математические модели линейных и нелинейных САУ; проводить исследование САУ методами математического и компьютерного моделирования
		Владеть: математическим аппаратом теории непрерывных и дискретных САУ; методами моделирования непрерывных и дискретных автоматических систем

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Математическое описание автоматических систем.**						
1.1	Тема 1.1. Введение. Классификация систем автоматического управления. Основные понятия и определения	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.2	Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.3	Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.4	Тема 1.4. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами Правила преобразования структурных схем. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.5	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев	5			4/4	5	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.6	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного,	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
	дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab/ Simulink						
1.7	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
1.8	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab/ Simulink	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.0	**Раздел 2. Устойчивость систем управления.**						
2.1	Тема 2.1. Определение и условия устойчивости	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.2	Тема 2.2. Алгебраические критерии устойчивости	5	4			4	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.3	Тема 2.3. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.4	Тема 2.4. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивость. Устойчивость систем с чистым запаздыванием	5	4			4	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.5	Тема 2.5. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.6	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.7	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.8	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.9	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
2.10	Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в средах программирования Matlab и MathCad	5			2/2	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.0	**Раздел 3.Качество систем управления.**						
3.1	Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.2	Тема 3.2. Определение областей устойчивости ЛСС методом D-разбиения	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.3	Тема 3.3. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.4	Тема 3.4. Корневые показатели качества	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.5	Тема 3.5. Интегральные показатели качества	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.6	Тема 3.6. Равенство Парсеваля	5	2			2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.7	Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде программирования Matlab/ Simulink	5			2/2	2	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.8	Лабораторная работа. Определение степени заданного полинома методом корневого годографа	5			3/3	4	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.9	Лабораторная работа. Вычисление интегральных квадратичных оценок в среде Matlab	5			3/3	3	ОПК-11.3 ПК-1.3
3.10	Лабораторная работа. Определение интегральных показателей качества	5			4/4	4	ОПК-11.3 ПК-1.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
	Форма промежуточной аттестации – зачет	5					
4.0	**Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы.**						
4.1	Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
4.2	Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
4.3	Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
4.4	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов второго порядка	6			1/1	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
4.5	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов первого порядка с транспортным запаздыванием	6			1/1	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.0	**Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем.**						
5.1	Тема 5.1. Корректирующие устройства	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.2	Тема 5.2. Синтез систем управления по частотным характеристикам	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.3	Тема 5.3. Синтез САР с последовательной коррекцией	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.4	Практическая работа. Изучение способов включения корректирующих устройств в контур управления ЛСС	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.5	Практическая работа. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.6	Практическая работа. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
5.7	Лабораторная работа. Исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно- частотным характеристикам	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.0	**Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.**						
6.1	Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.2	Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.3	Практическая работа. Изучение метода гармонической линеаризации	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.4	Практическая работа. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.5	Лабораторная работа. Исследование изображений процессов на фазовой плоскости	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
6.6	Лабораторная работа. Исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.0	**Раздел 7. Дискретные системы.**						
7.1	Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления	6	1			1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.2	Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа	6	2			1	ОПК-11.3 ПК-1.3

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
7.3	Практическая работа. Изучение принципов построения дискретных систем управления	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.4	Практическая работа. Определение решетчатой функции через Z-преобразование	6		2/2		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.5	Практическая работа. Изучение цифровой модели привода робота-манипулятора	6		3/3		1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.6	Лабораторная работа. Исследование дискретных систем управления на устойчивость	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.7	Лабораторная работа. Исследование методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулу Тастина	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.8	Лабораторная работа. Исследование импульсных схем: дискретная передаточная функция; исследование устойчивости импульсных систем	6			2/2	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
7.9	Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	6			3/3	1	ОПК-11.3 ПК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	6	36				ОПК-11.3 ПК-1.3
	Курсовая работа	6				30	ОПК-11.3 ПК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		51	17/17	51/51	133	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Юрайт, 2024. — 276 с. — URL: https://urait.ru/bcode/536474 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Молоканова, Н. П. Автоматическое управление. Курс лекций с решением задач и лабораторных работ : [учеб. пособие] / Н. П. Молоканова. — М. : Форум, 2012. — 223 с. — Текст : непосредственный.	8
6.1.1.3	Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие для вузов / А. А. Первозванский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 616 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/322499 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 311 с. — URL: https://urait.ru/bcode/537958 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А.	Онлайн

	Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2020. — 386 с. — URL: https://urait.ru/bcode/453023 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Лившиц, А.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.34 Теория автоматического управления по направлению подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль – Мехатроника и робототехника на транспорте / А.В. Лившиц ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 18 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1542_1484_2021_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №3341000100110001 14-0000756-01	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-408*(408-1) Компьютерный класс – «Моделирование технических систем управления» для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: Специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Мультимедиапроектор, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Учебная аудитория Д-411 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: Специализированная мебель, персональные компьютеры. Мультимедиапроектор переносной, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы;

	– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);

	- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Теория автоматического управления» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина. Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Теория автоматического управления» участвует в формировании компетенций:

ОПК-11. Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

ПК-1. Способен проектировать и конструировать элементы мехатронных и робототехнических систем

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 семестр				
1.0	**Раздел 1. Математическое описание автоматических систем**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1.1. Введение. Классификация систем автоматического управления. Основные понятия и определения	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
1.2	Текущий контроль	Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
1.3	Текущий контроль	Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
1.4	Текущий контроль	Тема 1.4. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами Правила преобразования структурных схем. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
1.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.0	**Раздел 2. Устойчивость систем управления**			
2.1	Текущий контроль	Тема 2.1. Определение и условия устойчивости	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 2.2. Алгебраические критерии устойчивости	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 2.3. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
2.4	Текущий контроль	Тема 2.4. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивость. Устойчивость систем с чистым запаздыванием	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
2.5	Текущий контроль	Тема 2.5. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
2.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно)

		характеристик апериодического звена второго порядка		В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.9	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.10	Текущий контроль	Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в средах программирования Matlab и MathCad	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.0	**Раздел 3.Качество систем управления**			
3.1	Текущий контроль	Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 3.2. Определение областей устойчивости ЛСС методом D-разбиения	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тема 3.3. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Тема 3.4. Корневые показатели качества	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.5	Текущий контроль	Тема 3.5. Интегральные показатели качества	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.6	Текущий контроль	Тема 3.6. Равенство Парсеваля	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
3.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде программирования Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Определение степени заданного полинома методом корневого годографа	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.9	Текущий контроль	Лабораторная работа. Вычисление интегральных квадратичных оценок в среде Matlab	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.10	Текущий контроль	Лабораторная работа. Определение интегральных показателей качества	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Математическое описание автоматических систем. Раздел 2. Устойчивость систем управления. Раздел 3.Качество систем управления.		Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
6 семестр				

4.0	**Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы**			
4.1	Текущий контроль	Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
4.3	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
4.4	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов второго порядка	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
4.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов первого порядка с транспортным запаздыванием	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
5.0	**Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем**			
5.1	Текущий контроль	Тема 5.1. Корректирующие устройства	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
5.2	Текущий контроль	Тема 5.2. Синтез систем управления по частотным характеристикам	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
5.3	Текущий контроль	Тема 5.3. Синтез САР с последовательной коррекцией	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
5.4	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение способов включения корректирующих устройств в контур управления ЛСС	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
5.5	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
5.6	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
5.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
6.0	**Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости**			
6.1	Текущий контроль	Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
6.2	Текущий контроль	Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
6.3	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение метода гармонической линеаризации	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
6.4	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)

6.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование изображений процессов на фазовой плоскости	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
6.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.0	**Раздел 7. Дискретные системы**			
7.1	Текущий контроль	Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
7.2	Текущий контроль	Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа	ОПК-11.3 ПК-1.3	Конспект (письменно)
7.3	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение принципов построения дискретных систем управления	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.4	Текущий контроль	Практическая работа. Определение решетчатой функции через Z-преобразование	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.5	Текущий контроль	Практическая работа. Изучение цифровой модели привода робота-манипулятора	ОПК-11.3 ПК-1.3	Ситуационная задача (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование дискретных систем управления на устойчивость	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулу Тастина	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование импульсных схем: дискретная передаточная функция; исследование устойчивости импульсных систем	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
7.9	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	ОПК-11.3 ПК-1.3	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы. Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем. Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Раздел 7. Дискретные системы.	ОПК-11.3 ПК-1.3	Курсовая работа (письменно) Курсовая работа (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы. Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем. Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.	ОПК-11.3 ПК-1.3	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

		Раздел 7. Дискретные системы.		

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Ситуационная задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, а также отдельных компетенций (в рамках дисциплины)	Типовое задание для решения ситуационной задачи
3	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
4	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
4	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
5	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал	Базовый

		хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и

	схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

Ситуационная задача

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся излагает материал логично, грамотно, без ошибок; свободное владеет профессиональной терминологией; умеет высказывать и обосновать свои суждения; дает четкий, полный, правильный ответ на теоретические вопросы; организует связь теории с практикой
«хорошо»		Обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале; владеет профессиональной терминологией; осознанно применяет теоретические знания для решения кейса, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности. Ответ обучающегося правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный
«удовлетворительно»		Обучающийся излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения кейса, не может доказательно обосновать свои суждения; обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	У обучающегося отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл, не решен кейс. В ответе обучающийся проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения кейса

Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами

«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев»
«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab/ Simulink»

1. Что называется передаточной функцией?
2. Что называется переходной функцией?
3. Что называется весовой функцией?
4. Как получить переходную (временную) характеристику системы.
5. Что такое передаточная функция звена.
6. Что такое ЛАХ, ЛФХ, АФЧХ. Как они строятся.

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка»
«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab / Simulink»

1. Какая существует связь между переходной и весовой функциями?
2. Дайте определение передаточной функции через обратное преобразование Лапласа от временных характеристик.
3. Расскажите порядок расчета АФЧХ.
4. Назовите средства описания динамики систем автоматического управления.
5. В чем состоит понятие стандартного вида дифференциального уравнения системы?
6. Что представляет собой передаточная функция.
7. Назовите основные временные характеристики САУ. Какова взаимосвязь между ними?

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка»
«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink»

1. Докажите, что для апериодического звена второго порядка производная переходной функции $dh(t)/dt = 0$ при $t = 0$.
2. Как связаны корни характеристического уравнения и постоянные времени

апериодического звена второго порядка?

3. Какие формы интеграла Дюамеля существуют? Их физический смысл.

4. Укажите причины, по которым вместо АЧХ удобнее на практике пользоваться ЛАЧХ.

5. При каком условии апериодическое звено второго порядка является звеном максимального быстродействия?

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе»

«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде»

1. Сформулировать критерий Найквиста для неустойчивых систем.
2. Сформулировать критерий Найквиста для устойчивых систем.
3. Сформулировать логарифмический частотный критерий Найквиста
4. Расскажите порядок построения ЛАФЧХ соединения элементарных звеньев.
5. Как определяется запас устойчивости по амплитуде и по фазе по ЛАФЧХ колебательного звена?

«Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в средах программирования Matlab и MathCad»

1. Как определяются нули передаточной функции?
2. Как определяются полюса передаточной функции?
3. Каким образом осуществляется аналитически деление полинома на полином?

«Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде программирования Matlab/ Simulink»

1. Дайте классификацию методов определения показателей качества в переходных режимах.

2. Почему вместо ошибки рассогласования между входным и выходным сигналами используется переходная функция выходного сигнала?

3. Дайте определения прямым показателям качества: время нарастания сигнала, время регулирования, перерегулирование, число колебаний.

«Лабораторная работа. Определение степени заданного полинома методом корневого годографа»

1. Дать определение передаточной функции, полюсов, нулей, корневого годографа. Назвать типовые звенья САУ. Что такое отрицательная обратная связь?

2. Показать влияние расположения нуля на поведение ветвей КГ.

«Лабораторная работа. Вычисление интегральных квадратичных оценок в среде Matlab»

1. Что такое регулятор и каковы его функции?
2. Назовите оценки качества регулирования.
3. Перерегулирование. Время регулирования.
4. Квадратичная интегральная оценки.
5. Влияние коэффициентов регулятора на устойчивость системы, на скорость сходимости и колебательность переходного процесса.
6. Влияние коэффициентов регулятора на значения интегрально-квадратичной ошибки.

«Лабораторная работа. Определение интегральных показателей качества»

1. В каких режимах оценивается качество стационарных САУ? Что входит в это понятие и от чего зависят методы его оценки?

2. Какими бывают оценки качества переходных процессов с точки зрения их классификации?

3. В чем суть локальных и интегральных критериев качества?

«Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink»

1. В чем назначение регулятора?

2. Что позволяет повысить дифференциальная составляющая в уравнении ПИД-регулятора?

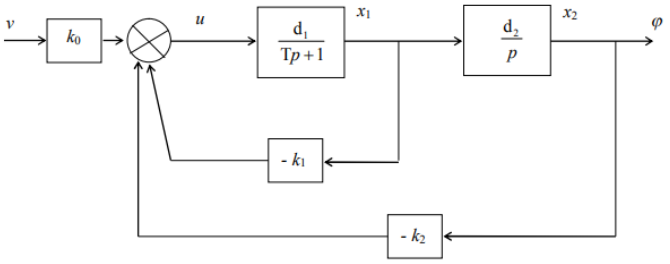
3. Что за инженерный подход существует к синтезу ПИД-регуляторов? Описать основные шаги подхода.

«Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов второго порядка»

«Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов первого порядка с транспортным запаздыванием»

1. Описать процедуру расчета коэффициентов обратной связи при модальном управлении.

2. Получить выражение для передаточной функции замкнутой системы:



3. Упростится ли вычисление k_i , если:

– совпадают некоторые из собственных чисел разомкнутой и замкнутой систем?

– совпадают некоторые из коэффициентов характеристических полиномов разомкнутой и замкнутой систем?

4. Проверить, изменяется ли числитель передаточной функции системы при модальном управлении.

5. Как изменятся свойства системы, если одно из собственных чисел замкнутой системы окажется совпадающим с нулем ее передаточной функции?

«Практическая работа. Изучение способов включения корректирующих устройств в контур управления ЛСС»

1. В чем назначение регулятора?

2. Что позволяет повысить дифференциальная составляющая в уравнении ПИД-регулятора?

3. Что за инженерный подход существует к синтезу ПИД-регуляторов? Описать основные шаги подхода.

«Практическая работа. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам»

«Лабораторная работа. Исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно- частотным характеристикам»

1. Для чего вводят в систему корректирующие устройства?

2. Какие способы подключения корректирующих устройств Вам известны?
3. Как по требованиям к динамической точности системы построить желаемую ЛАЧХ?
4. Как экспериментально определить ЛАЧХ неизменяемой части системы?
5. Как найти ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства?
6. Как по ЛАЧХ корректирующего устройства определить его передаточную функцию?

«Практическая работа. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»»

1. Каковы основные характеристики контуров, настроенных на технический оптимум?
2. Каковы основные характеристики контуров, настроенных на симметричный оптимум?
3. Как происходит настройка системы на технический оптимум?
4. Как происходит настройка системы на симметричный оптимум?
5. Как производится сглаживание задающего сигнала при настройке системы на симметричный оптимум?

«Практическая работа. Изучение метода гармонической линеаризации»

1. В чем особенности метода гармонической линеаризации, каковы его основные достоинства и недостатки.
2. Каким образом представляется выходной сигнал нелинейной части системы, при использовании метода гармонической линеаризации.
3. Какие частоты линейная часть нелинейной системы отфильтровывает, а какие пропускает без ослабления? Почему.
4. Назовите допущение, которое делается в методе гармонической линеаризации при описании сигнала на выходе линейной части.
5. Как рассчитать коэффициенты гармонической линеаризации.
6. Чем отличается линеаризация нелинейности в случае симметричных и несимметричных колебаний.

«Практическая работа. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова»

1. Что является функцией Ляпунова?
2. Что значит знакоопределенность, знакопостоянство и знакопеременность функции Ляпунова?
3. Как проверить знакоопределенность функции Ляпунова в виде квадратичной формы?
4. Что такое полная производная функции Ляпунова по времени?
5. Сформулируйте теоремы Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости.

«Лабораторная работа. Исследование изображений процессов на фазовой плоскости»

1. Дать определение фазовой плоскости, изображающей точки и фазовой траектории.
2. Как зависит фазовая траектория от начальных условий?
3. Охарактеризуйте точку равновесия цепи на фазовой плоскости в зависимости от величины потерь мощности в цепи?
4. Дать определение изоклины. Что она представляет собой для линейной и нелинейной цепей?
5. Пояснить, как используются изоклины для построения фазовой траектории?
6. Для анализа каких цепей используется метод фазовой плоскости?

«Лабораторная работа. Исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров»

1. Как по критерию Гурвица можно определить наличие пары чисто мнимых корней в характеристическом уравнении гармонически линеаризованной системы?
2. Поясните методику определения границ абсолютной устойчивости системы.
3. Как по характеристическому уравнению гармонически линеаризованной системы составить матрицу Гурвица?
4. Назовите два условия определения границ абсолютной устойчивости системы.

«Практическая работа. Изучение принципов построения дискретных систем управления»

1. Дайте определение цифровых систем автоматического управления.
2. Назовите достоинства и недостатки дискретной передачи сигналов.
3. Поясните принцип действия параллельного трехразрядного регистра.
5. Как осуществляется цифровое регулирование температуры?

«Практическая работа. Определение решетчатой функции через Z-преобразование»

1. Что такое решетчатая функция? Как она получается?
2. Почему разности решетчатых функций - аналог производных непрерывной функции?
3. Почему бесконечное число полюсов (нулей) s-преобразования по Лапласу преобразуется в одну точку на плоскости z?
4. Какой основной метод получения z-преобразования дискретного сигнала?
5. Как выглядит z-преобразование для $G(s) = \dfrac{1}{1 + T \cdot s + T^2 \cdot s^2}$?

«Практическая работа. Изучение цифровой модели привода робота-манипулятора»
«Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink»

1. Системы управления. Основные понятия и определения. Назначение и выполняемые функции систем управления. Состав систем управления.
2. Математическая модель многозвенного манипулятора.

«Лабораторная работа. Исследование дискретных систем управления на устойчивость»

1.Сформулируйте корневой критерий устойчивости для дискретных систем управления.
2.Сформулируйте частотный критерий устойчивости Михайлова для дискретных систем управления.
3.Что характеризует устойчивость дискретной системы?
4.Что называют характеристическим уравнением?
5.Как расположение полюсов системы определяет её устойчивость?

«Лабораторная работа. Исследование методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулу Тастина»

1. В чем отличие непрерывной и цифровой систем управления?
2. В чем преимущества цифровых систем управления?
3. Что такое дискретная передаточная функция?
4. Что такое импульсный элемент? Моделью какого реального устройства он служит?
5. Что такое экстраполятор? Моделью какого реального устройства он служит?

6. Что такое фиксатор нулевого порядка? Почему более сложные экстраполяторы применяются редко?

7. Что такое цифровой фильтр?

9. Какая функция MATLAB выполняет преобразование Тастина? Как ее вызывать?

10. Какие эффекты наблюдаются при увеличении интервала квантования?

11. Как обосновать выбор интервала квантования при переоборудовании непрерывного регулятора?

«Лабораторная работа. Исследование импульсных схем: дискретная передаточная функция; исследование устойчивости импульсных систем»

1. Типы сигналов и их преобразование. Решетчатые функции.
2. Достоинства и классификация дискретных систем управления.
3. Виды импульсной модуляции.
4. Передаточные функции импульсных систем управления.
5. Преобразования структурных схем импульсных систем управления.
6. Построение переходных процессов импульсных систем управления.
7. Уравнения состояния импульсных систем управления.
8. Решение уравнений состояния импульсных систем управления.
9. Корневой критерий устойчивости импульсных систем управления.
10. Частотный критерий устойчивости Найквиста импульсных систем управления.
11. Оценка точности импульсных систем.

3.2 Типовые контрольные задания для решения ситуационной задачи

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

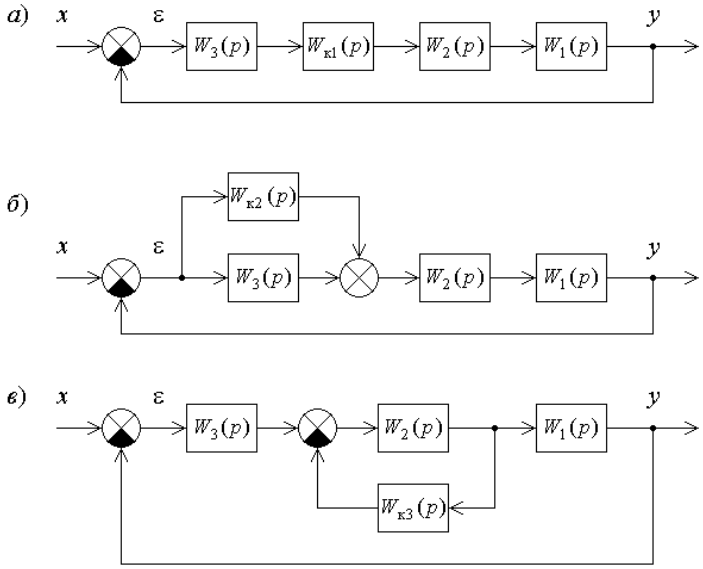
Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения ситуационных задач.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Практическая работа. Изучение способов включения корректирующих устройств в контур управления ЛСС»

Задача.

Изучить различные способы подключения корректирующих устройств.



«Практическая работа. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам»

Задача.

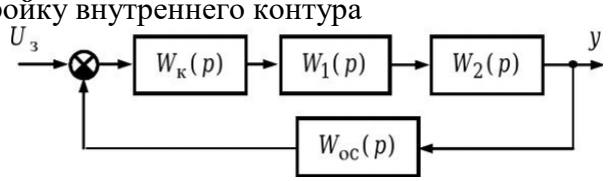
Для объекта с передаточной функцией $W_o(p) = \dfrac{1}{p^3 + 1{,}5p^2 + 0{,}5p}$ с помощью ЛАЧХ рассчитать последовательное корректирующее устройство, такое, чтобы замкнутая система обладала следующими показателями:

- отсутствие статической ошибки по задающему воздействию;
- ошибка при задании, изменяющемся со скоростью 1 ед/сек не более 0,1 ед.;
- время регулирования не более 4 сек.;
- перерегулирование не более 20%.

«Практическая работа. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»»

Задача.

Произвести настройку внутреннего контура



двухконтурной САУ на технический оптимум при следующих параметрах:

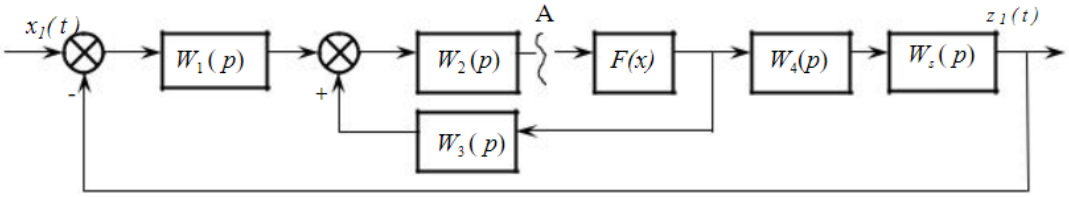
$$W_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1},\quad W_2(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1},\quad W_{ос}(p) = \frac{k_{ос}}{T_{ос} p + 1},$$

где $k_1 = 40,\ k_2 = 0{,}8,\ k_{ос} = 0{,}2,\ T_1 = 0{,}15$ с, $T_2 = 0{,}01$ с, $T_{ос} = 0{,}002$ с.

«Практическая работа. Изучение метода гармонической линеаризации»

Задача.

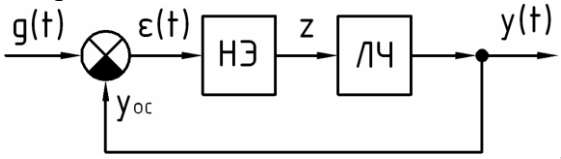
Получить расчетную структурную схему нелинейной системы по заданной структурной схеме



«Практическая работа. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова»

Задача.

Оценить устойчивость равновесия САУ



,

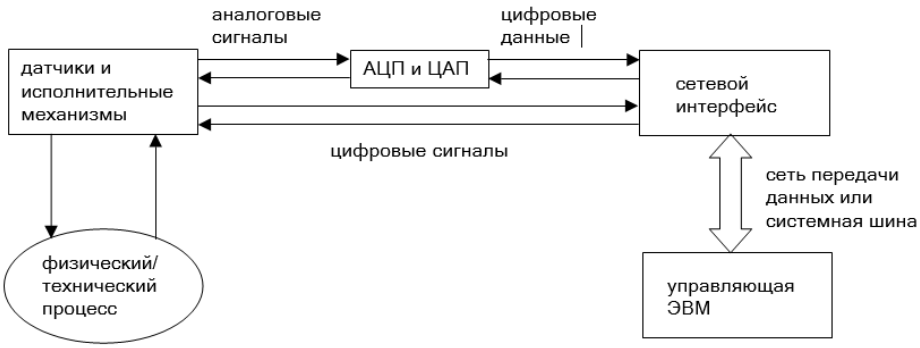
передаточная функция линейной части которой

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

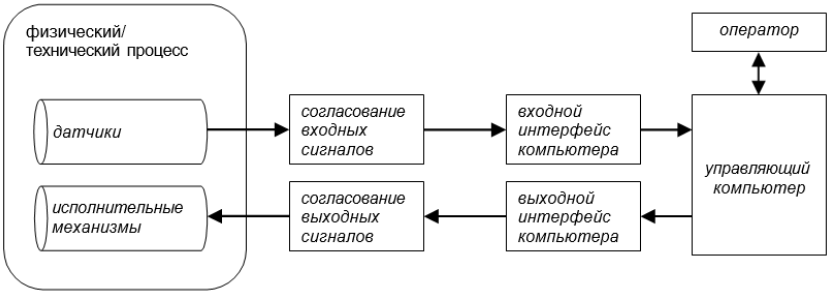
«Практическая работа. Изучение принципов построения дискретных систем управления»

Задача.

Проанализировать структуру системы цифрового управления процессом



и структура ввода/вывода между процессом и управляющим компьютером



«Практическая работа. Определение решетчатой функции через Z-преобразование»

Задача.

Для непрерывной функции *f(t)* на отрезке *[0, T]* найти значения смещенных и несмещенных решетчатых функций при заданных *T1, T2* и *T3* - интервалах квантования: $f_1[n \cdot T_1, 0]$, $f_2[n \cdot T_2, 0]$ и $f_3[n \cdot T_3, 0]$ и $f_4[n \cdot T_1, \varepsilon]$, $f_5[n \cdot T_2, \varepsilon]$ и $f_6[n \cdot T_3, \varepsilon]$.

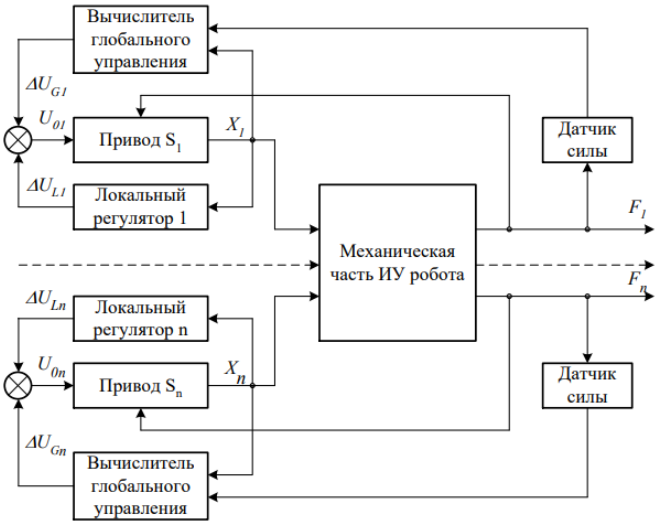
Варианты заданий

Задача	Функция *f(t)*
1.1	$\varphi - \beta \cdot e^{-\gamma t} - 0{,}5 \cdot \alpha \cdot \sin(\omega \cdot t)$

«Практическая работа. Изучение цифровой модели привода робота-манипулятора»

Задача.

Изучить функциональную схему системы глобального управления с силовой братной связью:



3.3 Типовые контрольные задания для написания конспекта

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

Тема 1.1. Введение. Классификация систем автоматического управления. Основные понятия и определения.

Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний.

Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде.

Тема 1.4. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами Правила преобразования структурных схем. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье.

Тема 2.1. Определение и условия устойчивости.

Тема 2.2. Алгебраические критерии устойчивости.

Тема 2.3. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова.

Тема 2.4. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивость. Устойчивость систем с чистым запаздыванием.

Тема 2.5. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости.

Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия.

Тема 3.2. Определение областей устойчивости ЛСС методом D-разбиения.

Тема 3.3. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества.

Тема 3.4. Корневые показатели качества».

Тема 3.5. Интегральные показатели качеств.

Тема 3.6. Равенство Парсеваля.

Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы.

Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы.

Тема 5.1. Корректирующие устройства.

Тема 5.2. Синтез систем управления по частотным характеристикам.

Тема 5.3. Синтез САР с последовательной коррекцией.

Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем»

Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек.

Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления.

Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа.

3.4 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев»

Задание.

Изучить временные и частотные характеристики усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев.

Собрать схему с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для перечисленных звеньев в среде Matlab/ Simulink. Проверить ее работоспособность.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab/ Simulink»

Задание.

Провести исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab/ Simulink.

Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка»

Задание.

Изучить временные и частотные характеристики апериодического звена первого порядка.

Собрать схему с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для апериодического звена первого порядка в среде Matlab/ Simulink. Проверить ее работоспособность.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab/ Simulink»

Задание.

Провести исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab/ Simulink.

Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка»

Задание.

Изучить временные и частотные характеристики апериодического звена второго порядка.

Собрать схему с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink. Проверить ее работоспособность.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink»

Задание.

Провести исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab/ Simulink.

Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе»

Задание.

Изучить временные и частотные характеристики колебательного звена.

Собрать схему с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Проверить ее работоспособность.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде»

Задание.

Провести исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink.

Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в средах программирования Matlab и MathCad»

Задание.

Для передаточной функции вида $W(s) = \dfrac{b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \ldots + a_0}$

1. По заданным показателям качества, используя корневые оценки, получить:

- область расположения корней на комплексной плоскости;
- область допустимых значений.

2. Выбрать полюса характеристического полинома системы из полученной области расположения корней, используя несколько комбинаций, например, все полюса вещественные кратные, вещественные различные, все комплексно-сопряженные, смешанные.

3. Вычислить коэффициенты характеристического полинома для разных вариантов расположения полюсов.

4. Проверить правильность выбора полюсов характеристического полинома, для этого в SIMULINK набрать модели систем, соответствующих выбранным полюсам. Получить реакцию системы на единичное ступенчатое воздействие.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде программирования Matlab/ Simulink»

Задание.

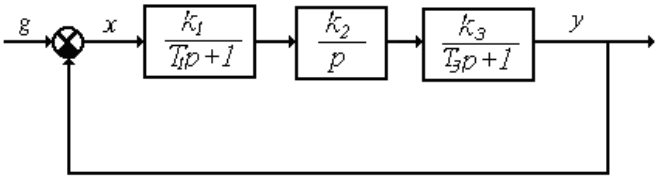
По результатам исследований колебательного звена (соответствующая лабораторная работа) для своего номера варианта определите прямые показатели качества в переходном режиме.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Определение интегральных показателей качества»

Задание.

Определить интегральные показатели качества автоматической системы, структурная схема которой имеет вид:



Параметры системы определяются в соответствии с вариантом задания.

«Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink»

Задание.

1. Снять переходные характеристики для различных параметров регуляторов.
2. Вычислить значения статических погрешностей и показателей качества переходного процесса.
3. Сравнить полученные результаты и сделать выводы.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов второго порядка»

«Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab/ Simulink для объектов первого порядка с транспортным запаздыванием»

Задание.

1. Получить график $x_2(t)$ и график траектории транспортного средства для разомкнутой системы.
2. Рассчитать коэффициенты k_1 и k_2 для заданных вариантов значений μ_i.
3. Построить графики $x_2(t)$ и траектории транспортного средства замкнутой системы для различных μ_i при $v(t) = 1(t)$.
4. Построить таблицу значений $\Delta\varphi$, T_p и k_i для заданных вариантов μ_i.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно- частотным характеристикам»

Задание.

Экспериментально проверить результаты расчета последовательного корректирующего устройства, проведенного в рамках выполнения практической работы «Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам»

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование изображений процессов на фазовой плоскости»

1. Для линейной САУ, описываемой уравнением

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + a_1\frac{dy(t)}{dt} + a_2y(t) = 0$$

при исходных данных, определяемых таблицей

a\N	a_1	a_2
1	0	2

Задавая различные начальные условия для y(0) и z(0), получить фазовые портреты , соответствующие различным особым точкам.

2. В MATHCAD методом фазовых траекторий исследовать процесс регулирования температуры для системы, изображенной на рисунке,

если нелинейный элемент представляет собой чувствительный элемент со статической характеристикой в виде петлевой гистерезисной релейной характеристики.

Исполнительное устройство имеет передаточную функцию вида $W_1(p) = \frac{k_1}{p}$

Передаточная функция объекта регулирования равна $W_2(p) = \frac{k_2}{Tp+1}$, Причем $k = k_1 k_2$.

Параметры САУ приведены в таблице

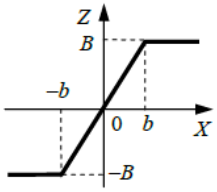
№	b	c	k	T
1	2	0,5	1	1

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

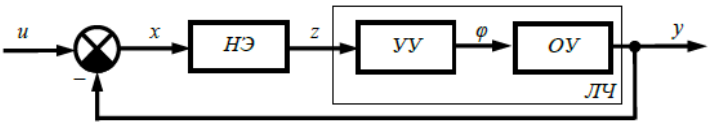
«Лабораторная работа. Исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров»

Задание.

1. Согласно математическому описанию

№ п/п	Нелинейная часть	Линейная часть
1	2	3
1		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K}{(T_1 p+1)(T_2 p+1)p}$

и структурной схеме



определить границы абсолютной устойчивости системы.

2. Построить на плоскости параметров линейной части системы область абсолютной устойчивости системы.

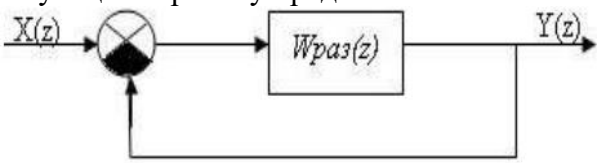
Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование дискретных систем управления на устойчивость»

Задание.

Исследовать на устойчивость дискретную замкнутую систему автоматического регулирования, структурная схема которой, приведена ниже по частотному критерию Михайлова, если известна передаточная функция разомкнутой дискретной системыуправленияв z –изображении.

Сделать выводы по полученным результатам. Передаточные функции в z-преобразовании, соответствующие варианту представлены в табл.



Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование методики преобразования передаточных функций в

дискретную форму через формулу Тастина»

Задание.

1. Построить модель непрерывной системы в среде MatLab/Simulink;
2. Выполнить переоборудование непрерывного регулятора.
3. Сравнить переходные процессы в непрерывной и цифровой системах.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование импульсных схем: дискретная передаточная функция; исследование устойчивости импульсных систем»

Задание.

1. Найти Z-передаточные функции разомкнутой и замкнутой импульсных систем. При этом предполагается, что импульсный элемент является первым звеном в разомкнутой цепи системы.

2. Построить переходные процессы непрерывной и импульсной систем и оценить качество управления по прямым показателям качества (перерегулирование, время регулирования, колебательность). Оценить влияние периода дискретизации на устойчивость и качество импульсной системы.

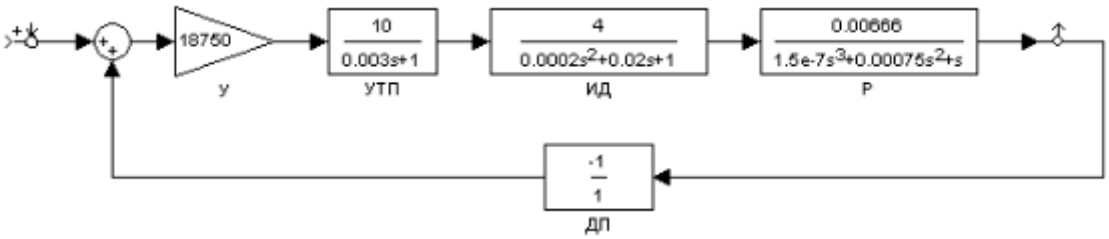
3. В пакете Matlab Simulink промоделировать работу непрерывной и импульсной систем управления. Импульсный элемент моделируется блоком Zero-Order Hold из библиотеки Discrete, параметром является период дискретизации. Сравнить графики выходных сигналов непрерывной и импульсной систем. Оценить влияние периода дискретизации на устойчивость и качество импульсной системы.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

«Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink»

Задание.

Выполнить анализ устойчивости и качества переходных процессов системы управления робота-манипулятора с конкретными передаточными функциями звеньев:



В случае неустойчивой системы провести коррекцию введением последовательного включаемого корректирующего звена.

Перечень вопросов приведен в разделе 3.1 настоящего документа.

3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

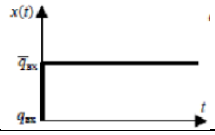
Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ

ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 1. Математическое описание автоматических систем. Тема 1.1. Введение. Классификация систем автоматического управления. Основные понятия и определения. Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний. Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде. Тема 1.4. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами Правила преобразования структурных схем. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 2. Устойчивость систем управления. Тема 2.1. Определение и условия устойчивости. Тема 2.2. Алгебраические критерии устойчивости. Тема 2.3. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Тема 2.4. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивость. Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Тема 2.5. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 3. Качество систем управления. Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия. Тема 3.2. Определение областей устойчивости ЛСС методом D-разбиения. Тема 3.3. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Тема 3.4. Корневые показатели качества. Тема 3.5. Интегральные показатели качества. Тема 3.6. Равенство Парсеваля.	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы. Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем. Тема 5.1. Корректирующие устройства Тема 5.2. Синтез систем управления по частотным характеристикам Тема 5.3. Синтез САР с последовательной коррекцией	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ПК-1.3	Раздел 7. Дискретные системы. Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Итого	144

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

№	Задание	Ответы
1	Что называется управлением?	1. Прием и обработка необходимой информации. 2. Передача сигнала управления на объект управления. 3**. Любое целенаправленное воздействие на объект управления.**
2	Какая АС называется замкнутой?	1. Реализующая управление по возмущению. 2. Реализующая управление по командам с центра управления. **3. Реализующая управление по принципу обратной связи**
3	Какие сигналы АС называются выходными?	1. Сигналы поступающие на датчики информации объекта управления. **2. Координаты состояния ОУ, подлежащие целенаправленному изменению в процессе управления и характеризующие его результат.** 3. Все внешние по отношению к АС сигналы.
4	Что называется оператором АС?	1. Человек за пультом управления. 2. **Правило, устанавливающее связь между любой заданной совокупностью входных сигналов и выходным сигналом.** 3. Правило, устанавливающее связь между выходным сигналом и задающим воздействием АС.
5	Какие АС называются нелинейными?	1. Если оператор задан линейным математическим выражением. 2. **Если оператор не удовлетворяет принципу суперпозиции.** 3. Если входные и выходные сигналы измеряются нелинейными единицами измерения.
6	Чем определяется порядок (размерность) АС?	1. Количеством выходных сигналов. 2. Количеством входных сигналов. 3. **Порядком дифференциального уравнения, представляющего оператор АС.**
7	Что называется нулями передаточной функции одномерной ЛСС?	1. **Корни полинома числителя;** 2. Корни полинома знаменателя; 3. Нулевые коэффициенты знаменателя.
8	Чему равна $\delta(t)$ в изображении по Лапласу?	1. p; 2. 1; 3. $\frac{1}{p}$
9	Что называется временем регулирования САУ?	**1. Время регулирования t_p – время установления переходного процесса с точностью до 5% относительно установившегося значения переходной функции $h(\infty)$.** 2. Интервал времени между моментом включения системы и выходом на рабочий режим. 3.Время достижения переходным процессом установившегося значения.
10	*Передаточной функцией W(p)=K описывается _____ звено (ответ: пропорциональное)*	
11	*Передаточной функцией W(p)= Kp описывается _____ звено (дифференцирующее)*	
12	*Передаточной функцией W(p)=K/p описывается _____ звено (интегрирующее (астатическое))*	
13	*Передаточная функция $W(p)=W_1(p)\pm W_2(p)$ описывает _____ соединение (Ответ: параллельное)*	
14	*Передаточная функция* $W(p)=\frac{W_1(p)}{1\pm W_1(p)W_2(p)}$ *описывает соединение _____* *(Ответ: с обратной связью)*	
15	*Передаточная функция $\Phi(p)=W_1(p)W_2(p)$ описывает _____ соединение (Ответ: последовательное)*	
16	*Дополните утверждение:* *Для получения _____ функции используется единичная функция времени (ответ: переходная)* 	
17	*Дополните утверждение:* *Для получения _____ функции используется δ -функция (ответ: весовой (импульсной переходной))* $\delta(t-\tau)=\begin{cases}0 & \text{при } t\neq\tau;\\ \infty & \text{при } t=\tau;\end{cases}\quad \int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1.$	

№	Задание	Ответы
18	Функция $\varphi(\omega) = \frac{A_y(\omega)}{A_x}$ называется _____ частотной характеристикой (ответ: амплитудной).	

3.6 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложено в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

Курсовая работа состоит из двух заданий:

Задание 1. Преобразование структурных схем автоматических систем графическим и аналитическим способами

1. Используя правила преобразования структурных схем определить передаточную функцию замкнутой системы управления по варианту k, где $k = 1/T_1$ – номер студента по списочному составу группы: характеристики элементарных звеньев сведены в таблицу 1.

Таблица 1

$W_1(p) = k$	$W_2(p) = kp$	$W_3(p) = \frac{k}{p}$
$W_3(p) = \frac{k}{T_1 p + 1}$	$W_1(p) = k(T_1 p + 1)$	$W_1(p) = \frac{k}{T_1^2 p^2 + 2\xi T_1 p + 1}$

2. Получить передаточную функцию замкнутой системы управления по варианту k аналитическим способом.

3. Получить передаточную функцию замкнутой системы управления по варианту k , используя язык символьных вычислений среды программирования MathCad.

Задание 2. Синтез корректирующего устройства привода робота-манипулятора по заданным показателям качества

1. Подобрать параметры корректирующих устройств и коэффициент усиления электронного усилителя такими, чтобы выходной сигнал удовлетворял следующим показателям качества:

- максимальное перерегулирование – не более 7%;
- время нарастания – не более 3с;
- длительность переходного процесса – не более 5с.

2. Провести оптимизацию системы при помощи блока NCD OutPort среды программирования MatLab / Simulink.

3. С помощью блока LTI Viewer среды MatLab/ Simulink определить переходную функциюсистемы и прямые показатели качества.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Чем определяются свойства элементов, входящих в систему?
2. Почему АС расчленяют на элементарные типовые динамические звенья?

3. Какие основные виды соединения звеньев выделяют в АСР?
4. Какие структурные схемы называются одноконтурными? многоконтурными? разомкнутыми?
5. Что понимают под синтезом корректирующего устройства?

3.7 Перечень теоретических вопросов к зачету
(для оценки знаний)

Раздел 1 «Математическое описание автоматических систем».

1.1. Определение понятий: управление, целенаправленное воздействие, объект управления, автоматическое управление, кибернетика, управляющее устройство.

1.2. Система автоматического управления (САУ): назначение, состав элементов.

1.3. Классификация САУ по способу управления.

1.4. Классификация САУ по виду используемой информации.

1.5. Классификация САУ в зависимости от количества входных и выходных величин объекта управления.

1.6. Определение системы автоматического регулирования (САР).

1.7. Определение следящей системы (СС).

1.8. История и перспективы развития теории автоматического управления в России и за рубежом.

1.9. Понятия терминов: имитационное моделирование, математическая модель, динамическая система, дифференциальные уравнения (ДУ), линеаризация в малом нелинейных ДУ.

1.10. Свойства линейных стационарных систем.

1.11. Дифференциальные уравнения физических систем.

1.12. Понятия постановок прямой и обратной задач динамики.

1.13. Преобразование Лапласа и его свойства.

1.14. Преобразование Фурье и его свойства.

1.15. Формы записи линейных дифференциальных уравнений.

1.16. Весовые, передаточные и переходные функции.

1.17. Структурные схемы. Правила преобразования структурных схем.

1.18. Частотные и временные характеристики линейных стационарных систем.

1.19. Элементарные звенья управления и их характеристики.

1.20. Многомерные стационарные системы и методы их решения .

Раздел 2 «Устойчивость систем управления».

2.1. Понятие устойчивости.

2.2. Постановка задачи устойчивости по Ляпунову.

2.3. Условия устойчивости линейных систем автоматического управления.

2.4. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица.

2.5. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста .

Раздел 3 «Качество систем управления».

3.1. Оценка качества регулирования в установившемся режиме.

3.2. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции.

3.3. Частотные методы оценки качества регулирования.

3.4. Интегральные оценки качества регулирования.

3.8 Перечень теоретических вопросов к экзамену
(для оценки знаний)

Раздел 4. «Промышленные ПИД-регуляторы».

4.1. Классические ПИД-регуляторы.

4.2. Модификации ПИД-регуляторов.

4.3. Модальные ПИД-регуляторы

4.4. Нечеткая логика, нейронные сети и генетические алгоритмы в ПИД-регуляторах.

Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем.

5.1. Корректирующие устройства и способы их включения в контур управления ЛСС.

5.2. Синтез систем управления по частотным характеристикам.

5.3. Синтез САР с последовательной коррекцией.

5.4. Методика синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно- частотным характеристикам.

5.5. Инженерные методы «технического и симметричного оптимумов».

Раздел 6 «Нелинейные системы».

6.1. Понятие о нелинейной системе автоматического управления.

6.2. Основные типы нелинейных систем и их характеристики.

6.3. Методы исследования нелинейных систем.

6.4. Изображение движений в фазовой плоскости.

6.5. Понятие об автоколебании.

6.6. Графические области устойчивости систем автоматического управления

Раздел 7. Дискретные системы.

7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления.

7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа.

7.3. Методика преобразования передаточных функций в дискретную форму.

7.4. Дискретная передаточная функция, устойчивость импульсных систем.

3.9 Перечень типовых простых практических заданий к зачету и экзамену

(для оценки умений)

1. Рассчитать временные и частотные характеристики пропорционального звена АС.
2. Рассчитать временные и частотные характеристики интегрирующего звена АС.
3. Рассчитать временные и частотные характеристики идеального дифференцирующего звена АС .
4. Рассчитать временные и частотные характеристики реального дифференцирующего звена АС.
5. Рассчитать временные и частотные характеристики идеального апериодического звена первого порядка АС.
6. Рассчитать временные и частотные характеристики реального апериодического звена первого порядка АС.
7. Рассчитать временные и частотные характеристики звена с постоянным запаздыванием АС.
8. Построить ЛАФЧХ пропорционального звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
9. Построить ЛАФЧХ интегрирующего звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
10. Построить ЛАФЧХ идеального дифференцирующего звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
11. Построить ЛАФЧХ апериодического звена первого порядка АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.

3.10 Перечень типовых практических заданий к зачету и экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Рассчитать временные и частотные характеристики апериодического звена второго порядка АС 2 Рассчитать временные и частотные характеристики колебательного звена АС.
2. Построить ЛАФЧХ апериодического звена второго порядка АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.

3. Построить ЛАФЧХ колебательного звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе 5 Объяснить физический смысл двух форм интеграла Дюамеля и области их применения.

4. Доказать математическую связь между переходной и весовой функциями.

5. На примере последовательного соединения апериодического звена первого порядка и колебательного звена пояснить методику построения ЛАФЧХ произвольного набора элементарных звеньев.

6. Через построение годографа вывести формулы для определения амплитудной и фазовой частотных характеристик АС.

7. Решить операторным методом дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.

8. Вывести критерий устойчивости И.А. Вышнеградского по алгебраическому условию устойчивости Гурвица.

9. Используя критерий Льенара-Шипара, получить необходимые и достаточные условия устойчивости для динамической системы четвертого порядка.

10. По графику переходных процессов АС (результатам эксперимента) идентифицировать структуру и коэффициенты передаточной функции одного из элементарных звеньев.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Ситуационная задача	Преподаватель не мене, чем за неделю до срока решения ситуационных задач должен довести до сведения обучающихся предлагаемые ситуационные задачи. Решенные ситуационные задачи в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов

(25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «<u>Теория автоматического управления</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой АПП ИрГУПС _____
1. Синтез САР с последовательной коррекцией. 2. Основные типы нелинейных систем и их характеристики. 3. Рассчитать частотные характеристики идеального дифференцирующего звена АС. 4. Рассчитать временные характеристики пропорционального звена АС. 5 Построить ЛАФЧХ апериодического звена второго порядка $W(p) = \frac{5}{(7p+1)(0{,}5p+3)}$ и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе. ……..…….		