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 «17» июня 2022 г. № 77

Б1.О.24 Основы автоматического управления

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 5 семестр

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

Семестр	5	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68	**68**
– лекции	34	**34**
– практические (семинарские)	17	**17**
– лабораторные	17	**17**
Самостоятельная работа	40	**40**
Экзамен	36	**36**
Итого	144	**144**

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 12.03.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 945.

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 «17» июня 2022 г. № 16

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

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Физика, механика и приборостроение», протокол от «17» июня 2022 г. № 16

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	овладение общими принципами и средствами, необходимыми для управления динамическими системами различной физической природы применительно к электромеханическим процессам
2	формирование компетенций в области моделей и методов ТАУ, принципов и алгоритмических основ автоматизации приборостроения
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение теоретических основ и приобретение практических навыков идентификации динамических характеристик электромеханических процессов по экспериментальным данным
2	анализ и синтез систем автоматического управления и разработка их алгоритмического и программного обеспечения
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового – 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 воспитания 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.04 Философия
2	Б1.О.07 Математика
3	Б1.О.09 Физика
4	Б1.О.11 Экономика
5	Б1.О.12 Начертательная геометрия и инженерная графика
6	Б1.О.17 Электротехника
7	Б1.О.19 Теоретическая механика
8	Б1.О.21 Специальные разделы математики. Теория функция комплексного переменного
9	Б1.О.25 Физические основы получения информации
10	Б1.О.26 Материаловедение и технология конструкционных материалов
11	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.22 Основы проектирования приборов и систем
2	Б1.О.23 Компьютерные технологии в приборостроении
3	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
4	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-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	Знать: методы линейной алгебры, теории матриц; дифференциального, интегрального и операционного исчислений и их применение в типовых пакетах прикладных программ анализа и синтеза динамических систем
		Уметь: проводить анализ САУ, оценивать ее статические и динамические характеристики; рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора
		Владеть: математическим аппаратом теории непрерывных САУ; методами оценки качества переходных процессов, протекающих в автоматических системах; навыками работы с вычислительной техникой, передачи информации в среде локальных сетей Интернет
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Знать: методологические основы функционирования, анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ)
		Уметь: строить математические модели объектов управления и САУ; проводить критический анализ работоспособности САУ, оценивать ее статические и динамические характеристики
		Владеть: математическим аппаратом теории непрерывных САУ; методами улучшения устойчивости и оценки качества переходных процессов, протекающих в автоматических системах

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				ОПК-1.1 УК-1.1
1.2	Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
1.3	Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде. Преобразование Лапласа. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами. Правила преобразования структурных схем	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
1.4	Тема 1.4. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
1.5	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
1.6	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
1.7	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.8	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
1.9	Выполнение РГР1 «Преобразование структурных схем автоматических систем графическим и аналитическим способами»	5				10	ОПК-1.1 УК-1.1
2.0	**Раздел 2. Устойчивость систем управления.**						
2.1	Тема 2.1. Определение и условия устойчивости Алгебраические критерии устойчивости	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
2.2	Тема 2.2. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова и Найквиста	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
2.3	Тема 2.3. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
2.4	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
2.5	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
2.6	Практическое занятие. Определение областей устойчивости ЛСС с помощью алгебраических критериев устойчивости и методом D-разбиения	5		3		2	ОПК-1.1 УК-1.1
2.7	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab / Simulink. Построение диаграмм Боде	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
2.8	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
2.9	Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в среде программирования Matlab	5			3	1	ОПК-1.1 УК-1.1
3.0	**Раздел 3. Качество систем управления.**						
3.1	Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
3.2	Тема 3.2. Корневые, частотные и интегральные показатели качества	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
3.3	Тема 3.3. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы. Инвариантные и робастные системы	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
3.4	Практическое занятие. Вычисление интегральных квадратичных оценок	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
3.5	Практическое занятие. Определение порядка астатизма ЛСС по показателям качества в установившемся режиме	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
3.6	Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде программирования Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
3.7	Лабораторная работа. Исследование косвенных показателей качества в среде программирования Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
4.0	**Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы.**						
4.1	Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы. Модификации ПИД-регуляторов	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
4.2	Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
4.3	Практическое занятие. Изучение последовательной и параллельной схем включения ПИД-регуляторов	5		1			ОПК-1.1 УК-1.1
4.4	Практическое занятие. Изучение методики построения модальных ПИД-регуляторов для объектов второго порядка и объектов первого порядка с транспортным запаздыванием	5		1			ОПК-1.1 УК-1.1
4.5	Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
4.6	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
5.0	**Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем.**						
5.1	Тема 5.1. Корректирующие устройства. Синтез систем управления по частотным характеристикам. Синтез САР с последовательной коррекцией	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
5.2	Практическое занятие. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»	5		1			ОПК-1.1 УК-1.1
5.3	Практическое занятие. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	5		1			ОПК-1.1 УК-1.1
5.4	Лабораторная работа. Исследование корректирующих устройств на примере привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
5.5	Лабораторная работа. Аналитическое исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
5.6	Выполнение РГР №2 «Синтез корректирующего устройства привода робота-манипулятора по заданным показателям качества»	5				10	ОПК-1.1 УК-1.1
6.0	**Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.**						
6.1	Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
6.2	Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
6.3	Практическое занятие. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
6.4	Практическое занятие. Изучение адаптивных нелинейных алгоритмов управления в классе абсолютно устойчивых систем	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
6.5	Лабораторная работа. Исследование устойчивости систем на основе прямого метода Ляпунова в среде Matlab / Simulink	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
6.6	Лабораторная работа. Аналитическое исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров	5			1	0.5	ОПК-1.1 УК-1.1
7.0	**Раздел 7. Дискретные системы управления.**						
7.1	Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
7.2	Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа.	5	2				ОПК-1.1 УК-1.1
7.3	Практическое занятие. Изучение методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулы численного интегрирования	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1
7.4	Практическое занятие. Определение решетчатой функции через Z – преобразование	5		1		1	ОПК-1.1 УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
7.5	Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	5			2	1	ОПК-1.1 УК-1.1
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	5	36				ОПК-1.1 УК-1.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	17	40	

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	Кочетков, В. П. Основы теории управления : учеб. пособие / В. П. Кочетков. — Ростов н/Д : Феникс, 2012. — 411 с. — Текст : непосредственный.	40
6.1.1.3	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

6.1.2 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. 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.	Онлайн

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.24 Основы автоматического управления по направлению подготовки – 12.03.01 Приборостроение, профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики / А.В. Лившиц ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 17 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_1594_1400_2022_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	Matlab Classroom, R2015a, R2015b, лицензия № 564219
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	Д-411. Лаборатория «Информационно-управляющие системы» Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации).
3	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 «Основы 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 «Основы автоматического управления» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
1.2	Текущий контроль	Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
1.3	Текущий контроль	Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде. Преобразование Лапласа. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами. Правила преобразования структурных схем	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
1.4	Текущий контроль	Тема 1.4. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
1.5	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
1.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев в среде Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
1.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка в среде Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
1.9	Текущий контроль	Выполнение РГР1 «Преобразование структурных схем автоматических систем графическим и аналитическим способами»	ОПК-1.1 УК-1.1	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
2.0	**Раздел 2. Устойчивость систем управления**			
2.1	Текущий контроль	Тема 2.1. Определение и условия устойчивости Алгебраические критерии устойчивости	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 2.2. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова и Найквиста	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 2.3. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем с чистым запаздыванием.	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)

		Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости		
2.4	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик колебательного звена. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Практическое занятие. Определение областей устойчивости ЛСС с помощью алгебраических критериев устойчивости и методом D-разбиения	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка в среде Matlab / Simulink. Построение диаграмм Боде	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
2.8	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование временных и частотных характеристик колебательного звена в среде Matlab/ Simulink. Построение диаграмм Боде	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
2.9	Текущий контроль	Лабораторная работа. Определение нулей и полюсов передаточных функций ЛСС аналитически и в среде программирования Matlab	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
3.0	**Раздел 3. Качество систем управления**			
3.1	Текущий контроль	Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 3.2. Корневые, частотные и интегральные показатели качества	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тема 3.3. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы. Инвариантные и робастные системы	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Практическое занятие. Вычисление интегральных квадратичных оценок	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
3.5	Текущий контроль	Практическое занятие. Определение порядка астатизма ЛСС по показателям качества в установившемся режиме	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
3.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование прямых показателей качества в среде	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)

		программирования Matlab / Simulink		
3.7	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование косвенных показателей качества в среде программирования Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
4.0	**Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы**			
4.1	Текущий контроль	Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы. Модификации ПИД-регуляторов	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
4.3	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение последовательной и параллельной схем включения ПИД-регуляторов	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
4.4	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение методики построения модальных ПИД-регуляторов для объектов второго порядка и объектов первого порядка с транспортным запаздыванием	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
4.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование классических ПИД-регуляторов в среде Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
4.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование модальных ПИД-регуляторов в среде Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
5.0	**Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем**			
5.1	Текущий контроль	Тема 5.1. Корректирующие устройства. Синтез систем управления по частотным характеристикам. Синтез САР с последовательной коррекцией	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
5.2	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение инженерных методов «технического и симметричного оптимумов»	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
5.3	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение методики синтеза последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
5.4	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование корректирующих устройств на примере привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
5.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Аналитическое исследование последовательного корректирующего устройства по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
5.6	Текущий контроль	Выполнение РГР №2 «Синтез корректирующего устройства привода робота-манипулятора по заданным показателям качества»	ОПК-1.1 УК-1.1	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
6.0	**Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости**			
6.1	Текущий контроль	Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики.	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)

		Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания		
6.2	Текущий контроль	Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
6.3	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение второго (прямого) метода Ляпунова	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
6.4	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение адаптивных нелинейных алгоритмов управления в классе абсолютно устойчивых систем	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
6.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование устойчивости систем на основе прямого метода Ляпунова в среде Matlab / Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
6.6	Текущий контроль	Лабораторная работа. Аналитическое исследование границ устойчивости нелинейной системы в плоскости ее параметров	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
7.0	**Раздел 7. Дискретные системы управления**			
7.1	Текущий контроль	Тема 7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
7.2	Текущий контроль	Тема 7.2. Основы теории цифрового управления: основные сведения об импульсных САУ; дискретное преобразование Лапласа.	ОПК-1.1 УК-1.1	Конспект (письменно)
7.3	Текущий контроль	Практическое занятие. Изучение методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулы численного интегрирования	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
7.4	Текущий контроль	Практическое занятие. Определение решетчатой функции через Z – преобразование	ОПК-1.1 УК-1.1	Собеседование (устно)
7.5	Текущий контроль	Лабораторная работа. Исследование цифровой модели управления привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink	ОПК-1.1 УК-1.1	Лабораторная работа (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Математическое описание автоматических систем. Раздел 2. Устойчивость систем управления. Раздел 3. Качество систем управления. Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы. Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем. Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Раздел 7. Дискретные системы управления.	ОПК-1.1 УК-1.1	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

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	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы по разделам/темам дисциплины
2	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
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	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
2	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

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	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 хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«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»	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 экзамена

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

Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

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

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 выполнения расчетно-графических работ

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения расчетно-графических работ.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«Выполнение РГР1 «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: характеристикиэлементарных 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.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«Выполнение РГР №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.

3.2 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.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик усилительного, дифференцирующего и интегрирующих звеньев»

1. Что называется передаточной функцией?
2. Что называется переходной функцией?
3. Что называется весовой функцией?

«Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена первого порядка»

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.

«Практическое занятие. Изучение временных и частотных характеристик апериодического звена второго порядка. Определение запаса устойчивости по амплитуде и по фазе»

1. Какие формы интеграла Дюамеля существуют? Их физический смысл.
2. Укажите причины, по которым вместо АЧХ удобнее на практике пользоваться ЛАЧХ.
3. При каком условии апериодическое звено второго порядка является звеном максимального быстродействия?

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

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?

«Практическое занятие. Определение областей устойчивости ЛСС с помощью алгебраических критериев устойчивости и методом D-разбиения»

1. Что такое замкнутая система?
2. Какие звенья присутствуют в схеме?Назовите их.
3. Как определить передаточную функцию замкнутой системы?
4. Как по Гурвицу составить главный определитель?
5. Дайте определение устойчивости системы по критерию Гурвица.
6. Как по Раусу составить главный определитель?
7. Дайте определение устойчивости системы по критерию Рауса.

«Практическое занятие. Вычисление интегральных квадратичных оценок»

1. Что такое регулятор и каковы его функции?

8. Назовите оценки качества регулирования.

9. Перерегулирование. Время регулирования.

10. Квадратичная интегральная оценки.

11. Влияние коэффициентов регулятора на устойчивость системы, на скорость сходимости и колебательность переходного процесса.

12. Влияние коэффициентов регулятора на значения интегрально-квадратичной ошибки.

«Практическое занятие. Определение порядка астатизма ЛСС по показателям качества в установившемся режиме»

1. Как определить запасы устойчивости по фазе и усилению?

2. Как определить порядок астатизма системы?

3 Как связан порядок астатизма системы с числом идеальных интеграторов в кольце регулирования?

«Практическое занятие. Изучение последовательной и параллельной схем включения ПИД-регуляторов»

1. В чем назначение регулятора?

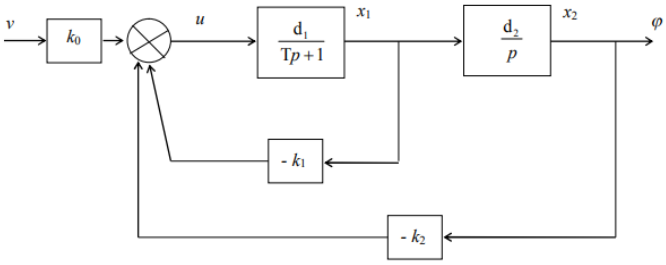
2. Что позволяет повысить дифференциальная составляющая в уравнении ПИД-регулятора?

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

«Практическое занятие. Изучение методики построения модальных ПИД-регуляторов для объектов второго порядка и 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?

«Практическое занятие. 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?

«Практическое занятие. Изучение методики синтеза 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?

«Практическое занятие. 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.

«Практическое занятие. Изучение адаптивных нелинейных алгоритмов управления в классе абсолютно устойчивых систем»

1. Что обеспечивает комбинирование адаптивных алгоритмов (сигнального и параметрического)?
2. Каким образом осуществляется адаптация?

«Практическое занятие. Изучение методики преобразования передаточных функций в дискретную форму через формулы численного интегрирования»

1. В чем отличие непрерывной и цифровой систем управления?
2. В чем отличие непрерывной и цифровой систем управления?
3. Что такое дискретная передаточная функция?

«Практическое занятие. 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 $G(s) = \dfrac{1}{1 + T \cdot s + T^2 \cdot s^2}$?

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. Преобразование Лапласа. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами. Правила преобразования структурных схем»

«Тема 1.4. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье»

«Тема 2.1. Определение и условия устойчивости Алгебраические критерии устойчивости»

«Тема 2.2. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова и Найквиста»

«Тема 2.3. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости»

«Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества»

«Тема 3.2. Корневые, частотные и интегральные показатели качества»

«Тема 3.3. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы. Инвариантные и робастные системы»

«Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы. Модификации ПИД-регуляторов»

«Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы»

«Тема 5.1. Корректирующие устройства. Синтез систем управления по частотным характеристикам. Синтез САР с последовательной коррекцией»

«Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания»

«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. 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?

Задание.

Собрать схему лабораторной установки с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для перечисленных звеньев. Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

«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.

Задание.

Собрать схему лабораторной установки с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для апериодического звена первого порядка. Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

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

1. Какие формы интеграла Дюамеля существуют? Их физический смысл.
2. Укажите причины, по которым вместо АЧХ удобнее на практике пользоваться ЛАЧХ.
3. При каком условии апериодическое звено второго порядка является звеном максимального быстродействия?

Задание.

Собрать схему лабораторной установки с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для апериодического звена первого порядка. Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

«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. Построить средствами Matlab/ Simulink диаграмму Боде, по диаграмме определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе. Какой из вышеперечисленных формулировок критерия Найквиста соответствует диаграмма Боде?
5. Расскажите порядок построения ЛАФЧХ соединения элементарных звеньев.
6. Как определяется запас устойчивости по амплитуде и по фазе по ЛАФЧХ колебательного звена?
7. По электрической схеме замещения с заданными параметрами сопротивления, индуктивности и емкости запишите передаточную функцию звена.

Задание.

Собрать схему лабораторной установки с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для колебательного звена. Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

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

1. Как определяются нули передаточной функции?
2. Как определяются полюса передаточной функции?

3. Каким образом осуществляется аналитически деление полинома на полином?

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.

«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.

Задание.

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

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

1. Сформулируйте прямые показатели качества переходного процесса.
2. Сформулируйте корневые показатели качества.
3. Сформулируйте частотные показатели качества.
4. Интегральные показатели качества.

Задание.

Провести исследования влияния коэффициента передачи системы на следующие показатели качества переходных процессов:

− перерегулирование и время регулирования;
− запасы устойчивости по амплитуде и фазе, частоту среза;
− частотный показатель колебательности и резонансную частоту системы.

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

1. Какова цель использования регуляторов в САУ?

2. Каковы основные параметры переходного процесса?

3. Как изменится время регулирования tp , если увеличить точность регулирования до ± 1 %?

4. Что называется, статической погрешностью?

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.

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

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

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

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

Задание.

1. Получить график $x_2(t)$ и график траектории судна 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 судна 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.

«Лабораторная работа. Исследование корректирующих устройств на примере привода робота-манипулятора в среде Matlab/ Simulink»

1. Какой результат достигается с помощью введения самонастраивающегося корректирующего устройства, построенного на основе аппарата дифференциальных уравнений?

2. Какое из синтезированных устройств (в лаб.работе № 1 или № 2) имеет более простую техническую реализацию, и какое качество управления при этом достигается?

3. Влияют ли законы движения манипулятора, массы груза и конфигурации исполнительных механизмов на качество работы синтезированного самонастраивающегося привода?

4. Зависит ли эффективность работы самонастраивающейся коррекции от вида взаимовлияния между степенями подвижности?

Задание.

1. Определить коэффициенты и функциональные зависимости уравнений самонастройки, заменяя h^* и H^* полученными математическими выражениями. Численные значения параметров приводов и параметров соответствующих звеньев манипуляторов и груза представлены в методических указаниях.

2. Выполнить исследование работы электроприводов первых степеней подвижности двух манипуляторов при различных законах изменения $q_1^{ж}$ и q_2 .

3. Провести анализ полученных результатов.

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

1. Свойства каких линейных систем целиком и полностью определяются их ЛАЧХ?

2. Приведите в асимптотическом виде ЛАЧХ интегрирующего, апериодического и форсирующего первого порядка звеньев.

3. Как определяется ЛАЧХ последовательного соединения звеньев?

4. Какими показателями качества проектируемой системы определяются требования к низкочастотной асимптоте ее ЛАЧХ?

5. Какими показателями качества проектируемой системы определяются требования к среднечастотной части ее ЛАЧХ?

6. Какова зависимость между временем регулированием и частотой среза?

7. Какой наклон должна иметь асимптота ЛАЧХ разомкнутой системы, проходящая через частоту среза и какой должна быть «длина» этой асимптоты, чтобы система обладала приемлемыми показателями качества переходных процессов?

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»

«Лабораторная работа. Исследование устойчивости систем на основе прямого метода Ляпунова в среде Matlab / Simulink»

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.

Задание.

С помощью второго (прямого) метода Ляпунова определить устойчивость и область устойчивости нелинейной системы второго порядка, заданной в пространстве состояний.

«Лабораторная работа. Аналитическое 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?

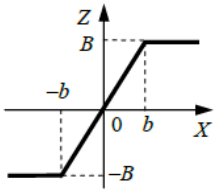
2. Поясните методику определения границ абсолютной устойчивости системы.

3. Как по характеристическому уравнению гармонически линеаризованной системы составить матрицу Гурвица?

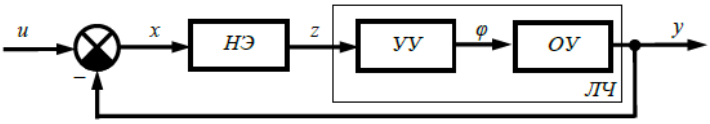
4. Назовите два условия определения границ абсолютной устойчивости системы.

Задание.

1. Согласно математическому описанию

№ п/п	Нелинейная часть	Линейная часть
1	2	3
1		$W_{ЛЧ}(p)=\dfrac{K}{(T_1p+1)(T_2p+1)p}$

и структурной схеме



определить границы абсолютной устойчивости системы.

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

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

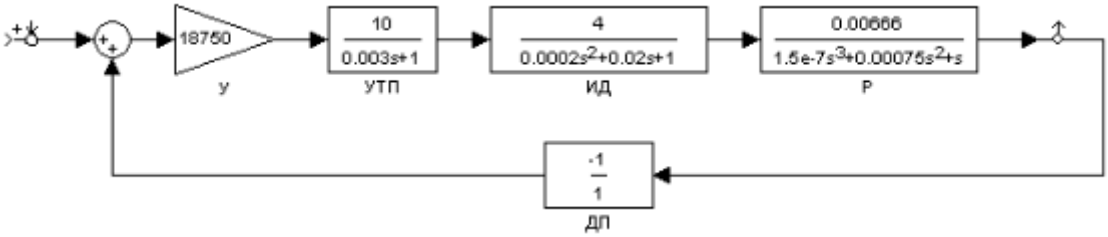
1. Системы управления. Основные понятия и определения. Назначение и выполняемые

функции систем управления. Состав систем управления.

2. Математическая модель многозвенного манипулятора.

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.

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

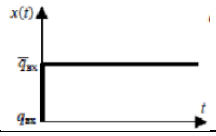
Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 1. Математическое описание автоматических систем. Тема 1.1. Введение. Классификация систем автоматического управления. Основные понятия и определения Тема 1.2. Математическое описание автоматических систем в пространстве состояний Тема 1.3. Математическое описание автоматических систем в операторном виде. Преобразование Лапласа. Операторный метод решения ОДУ с постоянными коэффициентами. Правила преобразования структурных схем Тема 1.4. Переходные и частотные характеристики звеньев. Преобразование Фурье	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 2. Устойчивость систем управления. Тема 2.1. Определение и условия устойчивости Алгебраические критерии устойчивости Тема 2.2. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова и Найквиста Тема 2.3. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Определение области устойчивости. Понятие робастной устойчивости	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 3. Качество систем управления. Тема 3.1. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества Тема 3.2. Корневые, частотные и интегральные показатели качества Тема 3.3. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы. Инвариантные и робастные системы	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 4. Промышленные ПИД-регуляторы. Тема 4.1. Классические ПИД-регуляторы. Модификации ПИД-регуляторов Тема 4.2. Модальные ПИД-регуляторы	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ

		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 5. Параметрический и структурный синтез автоматических систем. Тема 5.1. Корректирующие устройства. Синтез систем управления по частотным характеристикам. Синтез САР с последовательной коррекцией	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 6. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости. Тема 6.1. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания Тема 6.2. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек	Знание	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
ОПК-1.1 УК-1.1	Раздел 7. Дискретные системы управления. 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	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Умение	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Действие	З – ОТЗ З – ЗТЗ
		Итого	120

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. $\boldsymbol{1}$; 3. $\frac{1}{p}$

№	Задание	Ответы
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* $W(p)=\dfrac{W_1(p)}{1\pm W_1(p)W_2(p)}$ *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))* $\delta(t-\tau)=\begin{cases}0 & \text{при } t\neq\tau;\\ \infty & \text{при } t=\tau;\end{cases}\quad \int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1.$	
18	Функция $\varphi(\omega)=\dfrac{A_y(\omega)}{A_x}$ называется _____ частотной характеристикой (ответ: амплитудной).	

3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(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. Передаточные, переходные и весовые 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. Принцип аргумента.
2.6. Частотный критерий устойчивости Михайлова.
2.7. Частотный критерий устойчивости Найквиста для неустойчивых систем.
2.8. Частотный критерий устойчивости Найквиста для устойчивых систем.
2.9. Логарифмический частотный критерий Найквиста.
2.10. Логарифмические амплитудно-фазовые характеристики: определение запаса устойчивости поамплитуде и по фазе.

Раздел 3 Качество систем управления.

3.1. Классификация показателей качества систем управления.
3.2. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции
3.3. Прямые показатели качества.
3.4. Частотный метод оценки качества управления.
3.5. Интегральный метод оценки качества управления.
3.6. Корневые оценки качества управления.
3.7. Оценка качества управления в установившемся режиме.
3.8. Статические и астатические системы управления.
3.9. Инвариантные и робастные системы управления.

Раздел 4 Промышленные ПИД-регуляторы

4.1. Классические ПИД-регуляторы. Последовательный и параллельный способ включения регуляторов в контур управления.
4.2. Исследование типовых законов управления в переходном и установившемся режимах.
4.3. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке, регулятор сформирующим фильтром сигнала уставки, ПИД-регулятор без обратной связи, регулятор с ПФ объектауправления, ПДД – регулятор, регулятор отношений, ПИД-регулятор для систем с транспортной задержкой, предиктор Смита, предиктивный ПИ-регулятор.
4.4. Модальные ПИД-регуляторы.

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 управления.

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.

Раздел 7. Дискретные системы управления.

7.1. Применение ЭВМ и микропроцессоров в системах управления.

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

7.3. Линейные разностные уравнения. Свойства дискретного преобразования Лапласа.

7.4. Решетчатые функции и Z – преобразование.

7.5. Методика преобразования передаточных функций в дискретную форму.

7.6. Дискретная передаточная функция, устойчивость импульсных систем.

3.7 Перечень типовых простых практических заданий к 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 первогопорядка АС.
6. Рассчитать временные и частотные характеристики реального апериодического звена первогопорядка АС.
7. Рассчитать временные и частотные характеристики звена с постоянным запаздыванием АС.
8. Построить ЛАФЧХ пропорционального звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде ипо фазе.
9. Построить ЛАФЧХ интегрирующего звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и пофазе.
10. Построить ЛАФЧХ идеального дифференцирующего звена АС и определить запас устойчивости поамплитуде и по фазе.
11. Построить ЛАФЧХ апериодического звена первого порядка АС и определить запас устойчивостипо амплитуде и по фазе.

3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Рассчитать временные и частотные характеристики апериодического звена второго порядка АС2 Рассчитать временные и частотные характеристики колебательного звена АС.
2. Построить ЛАФЧХ апериодического звена второго порядка АС и определить запас устойчивости поамплитуде и по фазе.
3. Построить ЛАФЧХ колебательного звена АС и определить запас устойчивости по амплитуде и пофазе.
4. Объяснить физический смысл двух форм интеграла Дюамеля и области их применения6 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 частотныххарактеристик АС.

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

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

9. Используя критерий Льенара-Шипара, получить необходимые и достаточные условия устойчивостидля 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
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не мене, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
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
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

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 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>Основы автоматического управления</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» 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. ……..…….		