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.В.ДВ.01.02 Робастные системы управления

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль – Мехатроника и робототехника на транспорте
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 года
Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 13
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 3 семестр

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

Семестр	3	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/13	**51/13**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	17/7	**17/7**
– лабораторные	17/6	**17/6**
Самостоятельная работа	93	**93**
Итого	144/13	**144/13**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

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

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1023.

Программу составил(и):
д.т.н., профессор, профессор, С.П. Круглов

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

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование знаний общих принципов построения и расчета робастных (интервальных, жестко устойчивых) систем автоматического управления в транспортных системах, основ анализа и синтеза таких систем
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение современной методологической базы для анализа устойчивости динамических свойств мехатронных и робототехнических систем
2	освоение методов анализа робастной устойчивости динамических транспортных систем
3	изучение новых методов синтеза робастных систем управления динамическими транспортными системами
4	освоение вычислительных методов решения задач синтеза робастных систем управления механической частью транспортных систем в программной среде MatLab

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.08 Информационно-измерительные системы
2	Б1.О.09 Навигационные системы
3	Б1.О.12 Моделирование многозвенных систем и управление
4	Б1.О.13 Мехатронные и робототехнические системы на транспорте
5	Б1.О.15 Отраслевые стандарты и документация
6	Б1.В.ДВ.03.01 Микропроцессорное управление силовой электроникой
7	Б1.В.ДВ.04.01 Интерфейсы мехатронных систем
8	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
9	ФТД.01 Системы автоматизированного проектирования и производства
10	ФТД.02 Защита интеллектуальной собственности
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
2	Б2.О.03(П) Производственная - проектная практика
3	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
4	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
5	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**
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники	ПК-1.2 Определяет сферы применения и управляет результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области мехатроники и робототехники	Знать: – основные понятия теории робастных систем: робастная устойчивость, робастное качество управления, робастность систем автоматического в условиях параметрической и структурной неопределённостей; – способы и средства изменения их динамических свойств с помощью систем автоматического управления.
		Уметь: – составлять математические модели движения робастных систем в форме дифференциальных уравнений и в операторном виде; – строить модели движения робастных систем в компьютерных средах.
		Владеть: – методами оценки качества переходных процессов, протекающих в робастных транспортных системах; – методами анализа временных и частотных характеристик робастных транспортных систем с параметрическими неопределенностями.
		Знать:

ПК-2 Способен разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации	ПК-2.1 Разрабатывает проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими и производственными процессами и осуществляет техническое руководство процессами их разработки	– методы анализа и критерии оценки качества динамических свойств робастных систем; – методы синтеза робастных систем управления механической частью транспортными средствами в соответствии с выбранными критериями оценки качества.
		Уметь: – применять методы анализа и синтеза робастных систем для проектирования промышленных систем автоматического управления и осуществлять техническое руководство в этой деятельности; – анализировать результаты вычислительного эксперимента управляемой динамики робастных транспортных систем.
		Владеть: – методами проектирования систем автоматического управления механической частью робастных транспортных средств; – методами технического руководства при проектировании робастных систем автоматического управления

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. Введение в проблематику.**						
1.1	Тема 1. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	3	2	2/1	2/1	10	ПК-1.2 ПК-2.1
1.2	Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной	3	2	2/1	2/1	10	ПК-1.2 ПК-2.1
2.0	**Раздел 2. Анализ робастности систем с параметрическими неопределенностями.**						
2.1	Тема 3. Грубость свойств устойчивости систем управления. Изучение метода функций Ляпунова и определений устойчивости по данному методу. Исследование методики синтеза модальных ПИД-регуляторов для линейных объектов первого порядка с транспортным запаздыванием в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	3	2	4/1	2/2	10	ПК-1.2 ПК-2.1
2.2	Тема 4. Методы теории параметрической чувствительности (Л)	3	2			5	ПК-1.2 ПК-2.1
2.3	В.Л. Харитонова. Изучение элементов интервальных вычислений. Исследование систем с интервальными параметрами на практических примерах (Л, ПЗ, ЛР).	3	2	2/1	2/1	12	ПК-1.2 ПК-2.1
3.0	**Раздел 3. Обеспечение робастности нелинейных систем методами неадаптивного управления.**						
3.1	Тема 6. Основные положения обобщенного модального управления. Модально-робастное управление многомерными объектами. Изучение принципов робастного интервального управления. Исследование алгебраической проблемы параметрической инвариантности через аналитические возможности аппарата функций чувствительности (Л, ПЗ, ЛР).	3	2	2/1	1/1	12	ПК-1.2 ПК-2.1
3.2	Тема 7. Синтез параметрически инвариантных систем. Изучение многомерных оптимальных систем, инвариантных по функционалу. Исследование свойств параметрически самоорганизующегося регулятора	3	2	2/1	2	10	ПК-1.2 ПК-2.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
	комбинированной системы управления самолетом (Л, ПЗ, ЛР).						
4.0	**Раздел 4. Обеспечение робастности нелинейных систем методами адаптивного управления.**						
4.1	Тема 8. Нелинейное робастное управление многомерным объектом. Изучение принципов неадаптивного, адаптивного и нелинейного робастного управления на пример управления объектом первого порядка. Исследование продольного и бокового каналов самолета с параметрически самоорганизующимися регуляторами в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	3	1	1	2	12	ПК-1.2 ПК-2.1
4.2	Тема 9. Адаптивное управление одним классом абсолютно устойчивых систем. Изучение принципов построения адаптивного автомата ассоциативной памяти. Исследование алгоритмов адаптивного управления на основе изоморфных структур в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	3	2	2/1	4	12	ПК-1.2 ПК-2.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	3					ПК-1.2 ПК-2.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17/7	17/6	93	

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	Бобиков, А. И. Робастные системы управления : учебное пособие / А. И. Бобиков. — Рязань : РГРТУ, 2016. — 148 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/168067 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Жмудь, В. А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы : учебное пособие для вузов / В. А. Жмудь. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва : Юрайт, 2024. — 234 с. — URL: https://urait.ru/bcode/539500 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Аполонский, В. В. Методы структурно-параметрического синтеза робастных систем управления состоянием линеаризуемых динамических объектов : монография / В. В. Аполонский, С. В. Тарарыкин. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 168 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/154543 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Еремин, Е. Л. Нелинейное робастное управление сложными динамическими объектами : монография / Е. Л. Еремин, Н. В. Кеан, Н. П. Семичееская, Д. А. Теличенко. — Благовещенск : АмГУ, 2011. — 202 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/156432 (дата обращения: 15.04.2024). — 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	Круглов, С.П. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 Робастные системы управления по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, профиль Мехатроника и робототехника на транспорте / С.П. Круглов; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 16 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_3408_1508_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/	
6.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/	
6.2.3	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.2.4	Электронно-библиотечная система «BOOK.ru», https://www.book.ru/	
6.2.5	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.6	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.2.7	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №3341000010011000114-0000756-01	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

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

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-408*(408-1) Компьютерный класс – «Моделирование технических систем управления» для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: Специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Мультимедиапроектор, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
3	Учебная аудитория Д-410 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: Специализированная мебель, персональные компьютеры. Мультимедиапроектор переносной, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в

	электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

	- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Робастные системы 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 «Робастные системы управления» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники

ПК-2. Способен разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
3 семестр				
1.0	**Раздел 1. Введение в проблематику**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной линеаризации нелинейного непрерывного объекта (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.0	**Раздел 2. Анализ робастности систем с параметрическими неопределенностями**			
2.1	Текущий контроль	Тема 3. Грубость свойств устойчивости систем управления. Изучение метода функций Ляпунова и определений устойчивости по данному методу. Исследование методики синтеза модальных ПИД-регуляторов для линейных объектов первого порядка с транспортным запаздыванием в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 4. Методы теории параметрической чувствительности (Л)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 5. Системы с интервальными параметрами. Метод В.Л. Харитонова. Изучение элементов интервальных вычислений. Исследование систем с	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)

		интервальными параметрами на практических примерах (Л, ПЗ, ЛР).		
3.0	**Раздел 3. Обеспечение робастности нелинейных систем методами неадаптивного управления**			
3.1	Текущий контроль	Тема 6. Основные положения обобщенного модального управления. Модально-робастное управление многомерными объектами. Изучение принципов робастного интервального управления. Исследование алгебраической проблемы параметрической инвариантности через аналитические возможности аппарата функций чувствительности (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 7. Синтез параметрически инвариантных систем. Изучение многомерных оптимальных систем, инвариантных по функционалу. Исследование свойств параметрически самоорганизующегося регулятора комбинированной системы управления самолетом (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
4.0	**Раздел 4. Обеспечение робастности нелинейных систем методами адаптивного управления**			
4.1	Текущий контроль	Тема 8. Нелинейное робастное управление многомерным объектом. Изучение принципов неадаптивного, адаптивного и нелинейного робастного управления на пример управления объектом первого порядка. Исследование продольного и бокового каналов самолета с параметрически самоорганизующимися регуляторами в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Тема 9. Адаптивное управление одним классом абсолютно устойчивых систем. Изучение принципов построения адаптивного автомата ассоциативной памяти. Исследование алгоритмов адаптивного управления на основе изоморфных структур в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Зачет	ПК-1.2 ПК-2.1	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

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

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

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

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

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

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

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	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
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий.	Фонд тестовых заданий

		Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	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
	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
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ

«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

Конспект

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

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся

		основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

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

3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 1. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).»

1. Структурная и параметрическая неопределенность объекта управления.
2. Неопределенности, связанные с внешними возмущениями.
3. Какие основные типы неопределенностей объектов управления для типовых звеньев линейной стационарной системы?
4. В передаточной функции выполните замену оператора дифференцирования на функцию комплексной переменной, выделите действительную и мнимую часть характеристического вектора.
5. По формулам определите частотные характеристики звеньев. Постройте вручную графики АЧХ, ЛАЧХ, ФЧХ.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной линеаризации нелинейного непрерывного объекта (Л, ПЗ, ЛР).»

1. В чем сущность метода интервальной линеаризации нелинейных непрерывных объектов?
2. Дайте определение робастной устойчивости при применении этого метода.
3. Порядок исследования устойчивости системы управления с использованием функции Ляпунова.
4. Синтез модальных ПИД-регуляторов.

3.2 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. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).»

1. Неопределенности, вязанные с параметрами объекта управления.
2. Неопределенности, связанные с характеристиками объекта управления.
3. Роль составляющих ПИД-регулятора.
4. Способы обеспечения наилучших робастных свойств регулятора.

Образец тем конспектов

«Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной линеаризации нелинейного непрерывного объекта (Л, ПЗ, ЛР).»

1. Анализ свойств передаточных функций идеального и реального звеньев ПИД-регулятора.
2. Редукция математической модели объекта управления методом корневого годографа.
3. Методика определения параметров модального ПИД-регулятора по режимам работы объекта управления.

3.3 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

«Тема 1. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).»

1. Способы определение типа регулятора: П-, ПИ-, ПИД.
2. Соединением каких звеньев может быть представлена ПФ идеального и реального ПИД-регулятора?
3. Собрать схему лабораторной установки с генераторами ступенчатого и гармонического сигналов для продольного канала управления самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink. Результаты исследований подтвердить аналитическими расчетами.

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

«Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной линеаризации нелинейного непрерывного объекта (Л, ПЗ, ЛР).»

1. Какие существуют типы неопределенностей объекта управления?
2. Перечислите способы аналитического представления неопределенностей.
3. Перечислите основные методы управления объектами с неопределенностями.
4. В чем заключается сущность метода интервальной линеаризации нелинейных непрерывных объектов?

3.4 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
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 1. Понятие и классификация неопределенностей объекта управления. Способы аналитического представления неопределенного параметра. Изучение основных методов управления объектов с неопределенностями. Исследование типовых законов ПИД-регулирования самолетного автопилота в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 2. Проблемы управления в условиях неопределенности. Изучение метода интервальной линеаризации нелинейного непрерывного объекта (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 3. Грубость свойств устойчивости систем управления. Изучение метода функций Ляпунова и определений устойчивости по данному методу. Исследование методики синтеза модальных ПИД-регуляторов для линейных объектов первого порядка с транспортным запаздыванием в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 4. Методы теории параметрической чувствительности (Л)	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 5. Системы с интервальными параметрами. Метод В.Л. Харитонова. Изучение элементов интервальных вычислений. Исследование систем с интервальными параметрами на практических примерах (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 6. Основные положения обобщенного модального управления. Модально-робастное управление многомерными объектами. Изучение принципов робастного интервального управления. Исследование алгебраической проблемы параметрической инвариантности через аналитические возможности аппарата функций чувствительности (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт	1 – ЗТЗ

		деятельности/ действие	
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 7. Синтез параметрически инвариантных систем. Изучение многомерных оптимальных систем, инвариантных по функционалу. Исследование свойств параметрически самоорганизующегося регулятора комбинированной системы управления самолетом (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 8. Нелинейное робастное управление многомерным объектом. Изучение принципов неадаптивного, адаптивного и нелинейного робастного управления на пример управления объектом первого порядка. Исследование продольного и бокового каналов самолета с параметрически самоорганизующимися регуляторами в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 9. Адаптивное управление одним классом абсолютно устойчивых систем. Изучение принципов построения адаптивного автомата ассоциативной памяти. Исследование алгоритмов адаптивного управления на основе изоморфных структур в среде Matlab/ Simulink (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
		Итого	**100**

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 операторы относятся к виду операторов, задаваемых дифференциальными уравнениями?	1. $a_n y^{(n)}(t)+a_{n-1}y^{(n-1)}(t)+\ldots+a_1y^{(1)}(t)+a_0y(t)=b_m x^{(m)}(t)+b_{m-1}x^{(m-1)}(t)+\ldots+b_1x^{(1)}(t)+b_0x(t)$. * 2. $y(t)= Kx(t-\tau)$. 3. $y(t)= K\int_0^t g(t,\tau)x(\tau)d\tau$.

№	Задание	Ответы
6	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.
7	Чем определяется порядок (размерность) АС?	1. Количеством выходных сигналов. 2. Количеством входных сигналов. 3. Порядком дифференциального уравнения, представляющего оператор АС. *
8	В чем состоит условие технической реализуемости АС?	1. В операторе АС порядок старшей производной выходного сигнала должен быть не меньше порядка старшей производной входного сигнала. * 2. В операторе АС порядок старшей производной выходного сигнала должен быть меньше порядка старшей производной входного сигнала. 3. В операторе АС порядок старшей производной входного сигнала должен быть не меньше порядка старшей производной выходного сигнала.
9	Что называется нулями передаточной функции одномерной ЛСС?	1. Корни полинома числителя; * 2. Корни полинома знаменателя; 3. Нулевые коэффициенты знаменателя.
10	Что называется структурной схемой АС?	1. Графическое отображение функционального состава АС. * 2. Таблица информационных потоков между элементами АС. 3. Графическое отображение связей между ее элементами
11	Как определить передаточную функцию параллельного соединения звеньев?	1. $\Phi(p)=W_1(p)\pm W_2(p)$ 2. $\Phi(p)=\frac{W_1(p)}{W_2(p)}$. 3. $\Phi(p)=W_1(p)W_2(p)$. *
12	Какой передаточной функцией описывается интегрирующее звено?	1. $W(p)=K$ 2. $W(p)=Kp$ 3. $W(p)=K/p$. *
13	Какой передаточной функцией описывается форсирующее звено?	1. $W(p)=\frac{K}{Tp+1}$ 2. $W(p)=K(Tp+1)$ 3. $W(p)=K(T^2p^2+2T\xi p+1)$. *
14	Какой передаточной функцией описывается инерционное (апериодическое) звено?	1. $W(p)=\frac{K}{Tp+1}$ * 2. $W(p)=\frac{K}{T^2p^2+2T\xi p+1}$ 3. $W(p)=K(Tp+1)$.
15	Какой передаточной функцией описывается звено постоянного запаздывания?	1. $W(p)=\frac{K}{T^2p^2+2T\xi p+1}$ 2. $W(p)=\frac{\Omega^2}{p^2+2\Omega\xi p+\Omega^2}$ 3. $W(p)=Ke^{-p\tau}$. *
16	Какие существуют временные характеристики у АС?	1. Оператор и передаточная функция системы. 2. Весовая и переходная функции. * 3. Весовая и передаточная функции.
17	Какие системы управления называются робастными?	1. Системы управления, нечувствительные к внешним возмущениям во всем диапазоне изменения параметров объекта. 2. Системы управления, нечувствительные к внешним возмущениям в определенном диапазоне изменения параметров объекта. * 3.Системы управления, нечувствительные к внешним возмущениям для одного режима работы объекта.

№	Задание	Ответы
18	Что называется переходной функцией АС?	1. Отношение изображений по Лапласу выходного к входному сигналу. 2. Для одномерной ЛСС с одним входом переходной функцией h(t) называется реакция системы на единичную ступенчатую функцию при нулевых начальных условиях. * 3.Для одномерной ЛСС с одним входом весовой функцией g(t) называется реакция системы на единичную дельта-функцию при нулевых начальных условиях.

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

1. Понятие неопределенности объекта управления.
2. Классификация неопределенностей.
3. Способы аналитического представления неопределенностей.
4. Проблемы управления в условиях неопределенности.
5. Основные методы управления объектами с неопределенностями.
6. Метод интервальной линеаризации нелинейными непрерывными объектами.
7. Постановка задачи. Понятие грубости и робастности.
8. Грубость свойств устойчивости по отношению к параметрическим неопределенностям.
9. Грубость свойств устойчивости по отношению к структурным неопределенностям.
10. Характеристика математического аппарата функций траекторной чувствительности.
11. Функции чувствительности алгебраических и геометрических спектров матриц.
12. Оценка чувствительности с помощью чисел обусловленности.
13. Сведение задачи чувствительности к задаче анализа системных свойств - управляемости, наблюдаемости и инвариантности.
14. Системы с интервальными параметрами. Метод В.Л. Харитонова.
15. Основные положения обобщенного модального управления.
16. Модально-робастное управление многомерными объектами.
17. Синтез параметрически инвариантных систем.
18. Алгебраические проблемы параметрической инвариантности.
19. Алгебраические проблемы параметрической инвариантности.
20. Робастное интервальное управление.
21. Характеристика принципов неадаптивного, адаптивного и нелинейного робастного управления на примере управления объектом первого порядка.
22. Нелинейное робастное управление многомерным объектом.
23. Адаптивная компенсация возмущений. Принцип двухканальности Б.Н. Петрова.
24. Адаптивное и робастное управления с компенсацией конечномерных возмущений: метод внутренней модели в неадаптивной версии.
25. Адаптивное и робастное управления с компенсацией конечномерных возмущений: метод внутренней модели в адаптивной версии.
26. Адаптивное и робастное управления линейными и нелинейными объектами с неопределенностями и компенсацией возмущений.
27. Синтез параметрически самоорганизующегося регулятора (на примере самолетного автопилота).
28. Определения устойчивости и метод функций Ляпунова.
29. Понятие абсолютной устойчивости. Задача Лурье.
30. Адаптивное управление классом абсолютно устойчивых нелинейных систем с квадратическими ограничениями на нелинейности.
31. Синтез законов управления в классе абсолютно устойчивых систем, их свойства диссипативности и робастности.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

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

3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Рассчитать временные и частотные характеристики апериодического звена второго порядка автоматической системы.
2. Рассчитать временные и частотные характеристики колебательного звена автоматической системы.
3. Построить ЛАФЧХ апериодического звена второго порядка автоматической системы и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
4. Построить ЛАФЧХ колебательного звена автоматической системы и определить запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
5. Объяснить физический смысл двух форм интеграла Дюамеля и области их применения
6. Доказать математическую связь между переходной и весовой функциями.
7. На примере последовательного соединения апериодического звена первого порядка и колебательного звена пояснить методику построения ЛАФЧХ произвольного набора элементарных звеньев.
8. Через построение годографа вывести формулы для определения амплитудной и фазовой частотных характеристик автоматической системы.
9. Решить операторным методом дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения
10. Вывести критерий устойчивости И.А. Вышнеградского по алгебраическому условию устойчивости Гурвица.
11. Используя критерий Льенара-Шипара, получить необходимые и достаточные условия устойчивости для динамической системы четвертого порядка.
12. По графику переходных процессов автоматической системы (результатам эксперимента) идентифицировать структуру и коэффициенты передаточной функции одного из элементарных звеньев.

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

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

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
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 зачета и оценивания результатов обучения

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

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

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

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

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

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